



Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XIX/ Volumen 22/ Edición N.44
Julio - diciembre 2025
Reia4401 pp. 1-23

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

García Moreno, D.; Ortega-Ramírez,
A. T.

Diagnóstico de las Condiciones del
Cultivo de Papa en el Municipio de
Chocontá, Colombia y su Relación con
la Sostenibilidad

Revista EIA, 22(44), Reia4401 pp. 1-23
<https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1756>

✉ *Autor de correspondencia:* Correa
García Moreno, D.
Ingeniera Química, Estudiante
Universidad de América
Correo electrónico:
daniela.garcia3@estudiantes.uamerica.edu.co

Recibido: 13-12-2023
Aceptado: 10-06-2025
Disponible online: 01-07-2025

Diagnóstico de las Condiciones del Cultivo de Papa en el Municipio de Chocontá, Colombia y su Relación con la Sostenibilidad

✉ DANIELA GARCÍA MORENO¹

ANGIE TATIANA ORTEGA-RAMÍREZ¹

1. Universidad de América, Colombia

Resumen

El Municipio de Chocontá es el mayor productor de papa en Colombia. Sin embargo, la calidad del suelo y cultivo se ha visto afectado por la implementación de fertilizantes químicos y contaminación ambiental que agravan las propiedades fisicoquímicas del tubérculo y con ello la salud de los consumidores debido a la presencia de metales pesados y sustancias químicas que se acumulan en el suelo. Por tal razón, en esta investigación se determinaron las condiciones ambientales, sociales y económicas actuales de la producción de papa a partir de la caracterización del cultivo en la región a través de una ficha técnica de producto. Se realizó la caracterización de las estrategias de producción más limpia para el mejoramiento del recurso suelo y cultivos agrícolas a partir de la valorización de residuos agrícolas. Se evidenció que el cultivo de papa se ve afectado por la contaminación generada por la acumulación de metales pesados y cambio climático con el uso de productos químicos, lo que implica, la proposición de una estrategia de producción más limpia para potencializar el cultivo de papa y la actividad agrícola de la región.

Palabras clave: Chocontá, cultivo de papa, producción limpia, recurso suelo, valorización de residuos, cultivos agrícolas, contaminación ambiental, metales pesados, productos químicos, consumidores

Diagnosis of the Conditions of Potato Cultivation in the Municipality of Chocontá, Colombia and its Relationship with Sustainability

Abstract

The Municipality of Chocontá is the largest potato producer in Colombia. However, the quality of the soil and crop has been affected by the use of chemical fertilizers and environmental contamination that aggravate the physicochemical properties of the tuber and thus the health of consumers due to the presence of heavy metals and chemical substances that accumulate in the soil. For this reason, this research determined the current environmental, social and economic conditions of potato production based on the characterization of the crop in the region through a technical product sheet. The cleaner production strategies for the improvement of soil resource and agricultural crops through the valorization of agricultural residues were characterized. It became evident that the potato crop is affected by the contamination generated by the accumulation of heavy metals and climate change with the use of chemical products, which implies the proposal of a cleaner production strategy to enhance the potato crop and agricultural activity in the region.

Keywords: Chocontá, potato cultivation, clean production, soil resource, waste recovery, agricultural crops, environmental pollution, heavy metals, chemicals, consumers

1. Introducción

El Municipio de Chocontá es conocido por ser el principal productor de papa en Colombia teniendo un total de 850 ha⁻¹ con un rendimiento anual entre 15 y 20 ton/ha⁻¹, equivalente a aproximadamente entre 120 a 160 cargas de arroba. Se siembra aproximadamente el 30% en los meses de febrero y mayo, 30% en los meses de junio a agosto y el 20% restante de los meses de septiembre a diciembre (Ruíz Ubaque, Velandia Diaz & Veloza Quintero, 2020).

Sin embargo, la acumulación de metales pesados en el suelo a causa de actividades mineras y de fundición, generación de electricidad y actividades industriales, fuentes industriales de metales para la fabricación de hierro, acero y residuos domésticos; trae consigo un alto grado de toxicidad al recurso debido a su estabilidad, disponibilidad y dispersión para la formación de quelatos. Dentro de los principales metales pesados que se encuentran en el suelo están el cobre, plomo, zinc y cadmio. Estos metales pesados no solo deterioran el suelo, sino también a las plantas y cultivos que están en la región ya que, al estar acumulada en el suelo, las plantas los absorben como nutrientes desde la raíz, trayendo consigo un impacto significativo en la especie vegetal y consigo la vulneración del ecosistema de los animales herbívoros, los cuales utilizan las plantas como alimento, causando indirectamente su destrucción interna. De igual modo, se pueden encontrar en ríos, lagos, arroyos y se movilizan por el agua lluvia, ocasionando atrofia y clorosis en las plantas por la implementación de plaguicidas y fungicidas que son difíciles de degradar, llevando consigo el deterioro del recurso y así mismo en el cultivo de papa de la región, provocando la disminución de la oferta y demanda del producto y problemas en la salud de las personas al implementar productos químicos tóxicos que agravan la situación del Municipio de Chocontá (Castro Fonseca, 2019; Alcaldía Municipal de Chocontá, 2018; Vargas-Zapata *et al*, 2022; Ríos *et al*, 2018).

El cambio climático que el mundo vive hoy en día afecta directamente a la agricultura y por ende al suelo de los cultivos a causa de los gases de efecto invernadero debido a la modificación de patrones regionales de temperatura, precipitación pluvial y eventos externos como la sequía, inundaciones, olas de calor y heladas perjudicando la productividad y calidad de los cultivos (Robles, Silva & Pulido, 2022), esto trae como consecuencia el agotamiento de fuentes de carbono y energía para el desarrollo de la agricultura y por consiguiente alteraciones en las propiedades físicas, hidrológicas, químicas y biológicas del producto final junto con la disminución de producción agrícola, impacto en el desarrollo económico, y el impacto en la funcionalidad del ecosistema (Burbano Orjuela, 2018), teniendo la necesidad del uso de agroquímicos por parte de los

agricultores para solventar dicha solución sin pensar en el impacto en la seguridad alimentaria que esto conlleva (Reyes-Palomino & Cano Ccoa, 2022; Palomino & Huisa, 2021).

A causa de los problemas expuestos anteriormente, los residuos sólidos orgánicos han sido un gran punto de interés en la formulación y desarrollo de fuentes de energía renovables, procesos productivos, trampas de grasa y abono orgánico, llevando a cabo un aprovechamiento y valorización de estos residuos para ser implementados en la biodegradación de polímeros, aditivos o compostaje para potenciar la calidad del suelo y minimizar los impactos ambientales que se generan a causa de malas prácticas agrícolas y el cambio climático (Castro & Rivera, 2022; Machado & Saldaña, 2022).

Por tal razón, en esta investigación se llevará a cabo la identificación de las condiciones actuales del cultivo de papa en el Municipio de Chocontá al evaluar su producción y las problemáticas ambientales, sociales y económicas que incurren en la calidad del suelo, fundamentales para un primer acercamiento a este tubérculo y las amenazas sociales, ambientales y económicas que afectan su calidad.

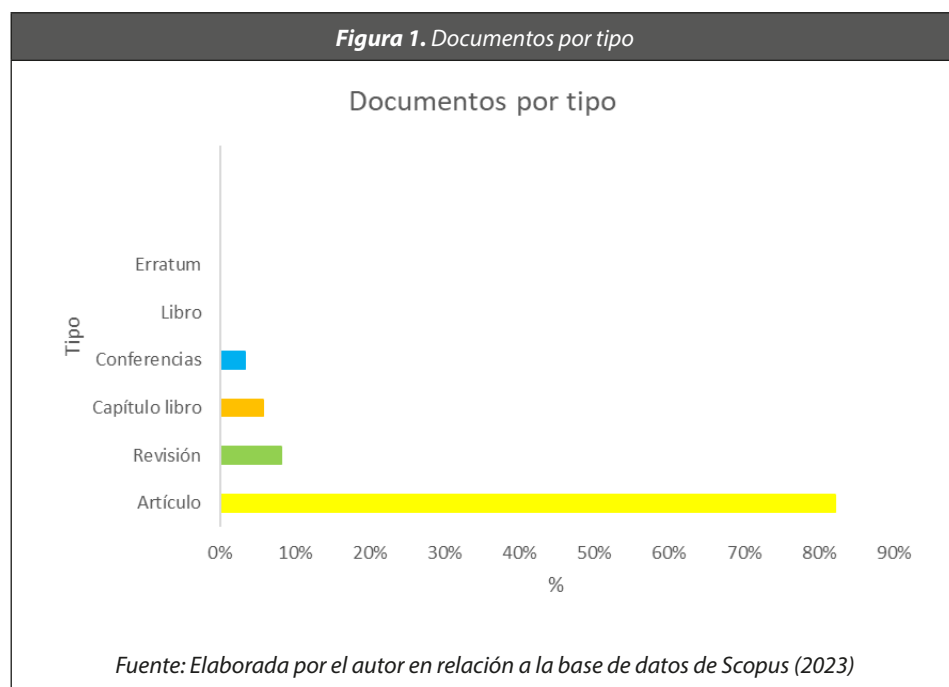
2. Materiales y Métodos

Análisis bibliométrico

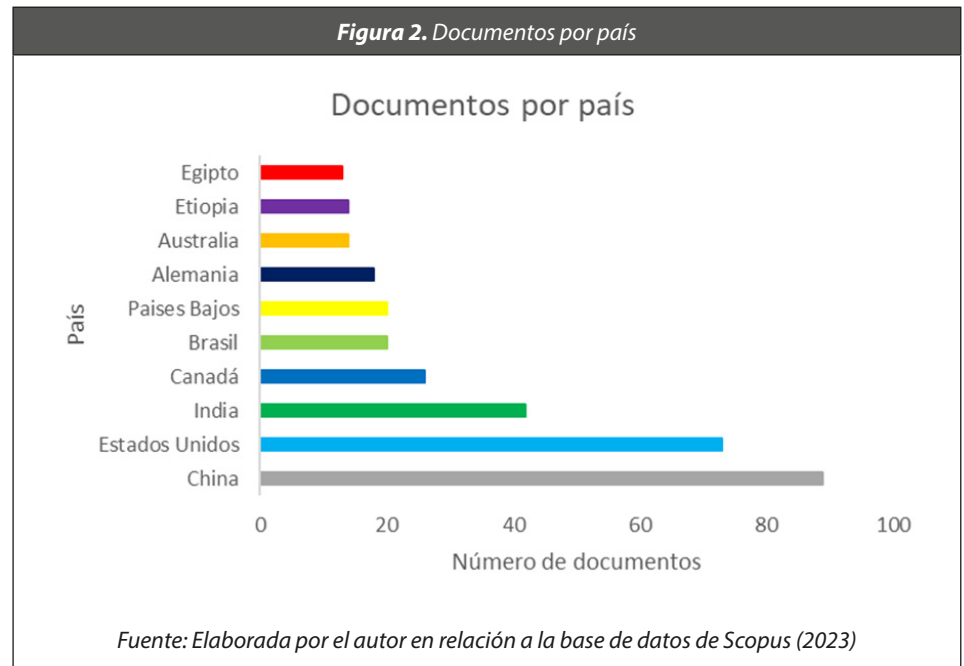
Para llevar a cabo la identificación de las condiciones actuales del cultivo de papa en el Municipio de Chocontá, especialmente en el departamento de Cundinamarca, Colombia, se realizó un análisis bibliométrico en Scopus recopilando los documentos sometidos desde el 2020 al 2023. Se utilizó la siguiente ecuación: ((“crops” and “soil”) and potato and production) and (limit-to (pubyear, 2023) or (limit-to (pubyear, 2022) or (limit-to (pubyear, 2021) or (limit-to (pubyear, 2020) con un total de 413 documentos (Scopus, 2023).

En esta búsqueda, se realizó el análisis de los documentos recopilados por años, en el cual, en el 2020 se publicó un total de 86 documentos, en el 2021 un total de 121 documentos, en el 2022 un total de 114 documentos y en el 2023 un total de 92 documentos. Así

mismo, se evaluó el tipo de documento de investigación en donde los artículos de investigación son los documentos con mayor relevancia en la investigación con un 82,1% (339 documentos), seguido de revisiones con un 8,2% (34 documentos), capítulos de libro con un 5,8% (24 documentos) y conferencias con un 3,4% (14 documentos), (Figura 1). Los autores con mayor número de publicaciones fueron Fang, J, Wang, H, Zebarth, B. J y Zhang, F con 6 publicaciones cada uno (Scopus, 2023).

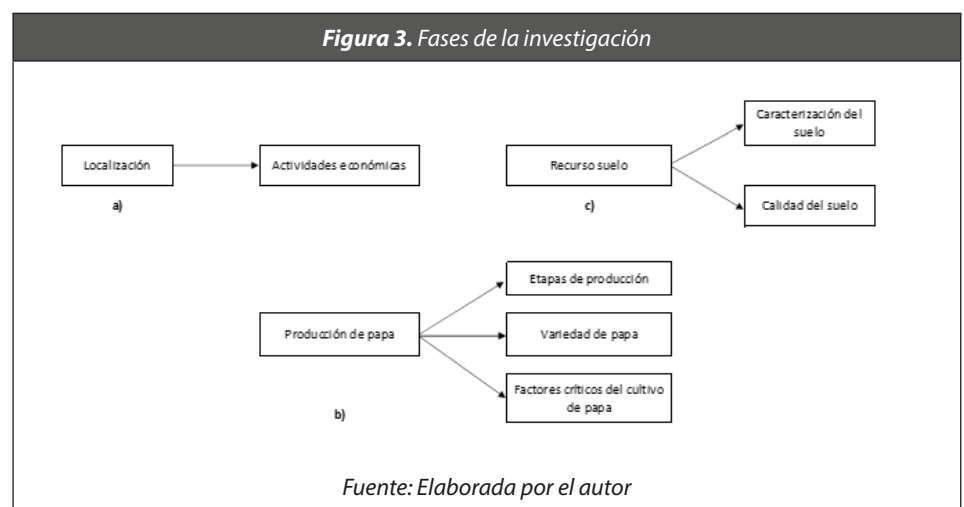


Por otro lado, se evaluaron los países con mayor representación en investigaciones relacionadas a cultivos agrícolas y recurso suelo en el cual China lidera con 89 documentos, seguido de Estados Unidos con 73 documentos. Esto determinó el interés por parte de las potencias mundiales por los residuos orgánicos y el estudio de cultivos agrícolas, así como su relevancia en las actividades sociales y económicas del país (Scopus, 2023), (Figura 2). Estos documentos recopilados búsqueda fueron el punto de partida para el contenido de la presente investigación.



Fase de la investigación

La investigación se llevó a cabo en tres fases: a) localización del área de estudio, b) producción y cultivo de papa en el Municipio de Chocontá, c) recurso suelo (Figura 3).

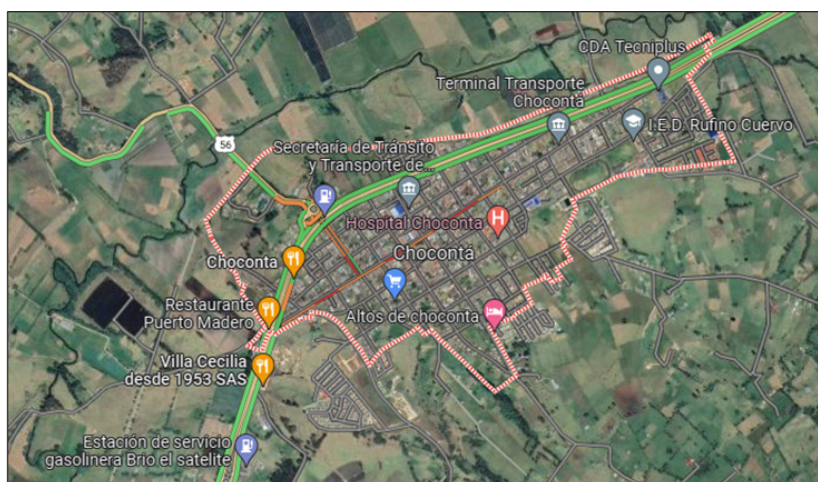


3. Resultados y Discusión

Localización del área de estudio

El Municipio de Chocontá se encuentra ubicado en el Departamento de Cundinamarca con una cercanía de aproximadamente 75 km de Bogotá D.C, la capital de Colombia, lo cual brinda a la región de crecimiento económico agrícola por la variedad de frutas, verduras y tubérculos que allí se ofertan. Hace parte de la Sabana Norte limitando con Suesca, Sesquilé, Guatavita, Manta, Tibirita, Villapinzón y Machetá, conformando la provincia de los Almeys (Figura 4), (Alcaldía Municipal de Chocontá, 2018).

Figura 4. Localización geográfica Municipio de Chocontá



Fuente: Elaborada por el autor, realizado en Google earth

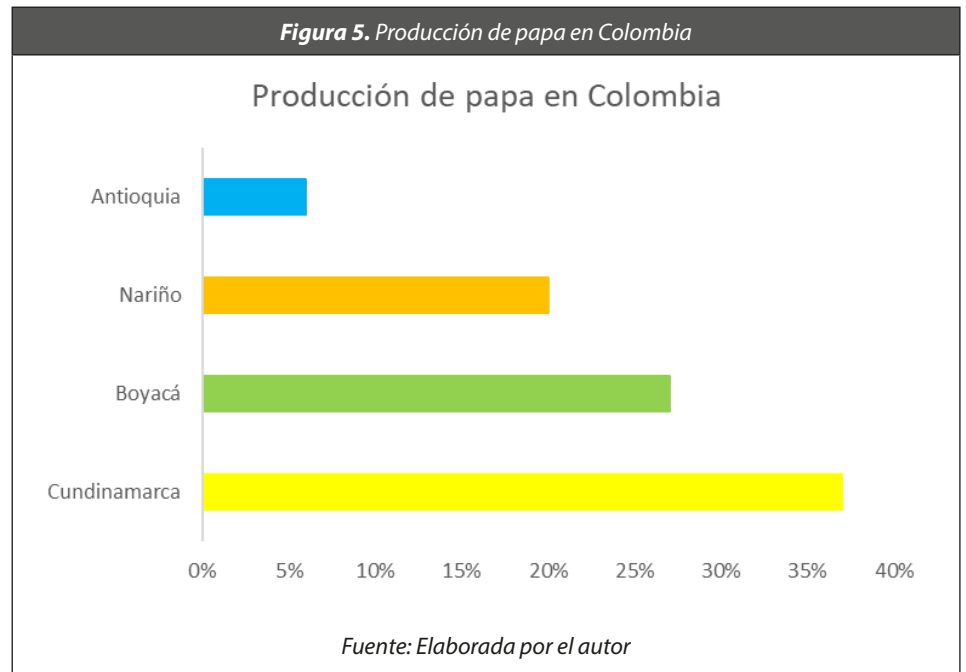
Dentro de las actividades socioeconómicas del Municipio de Chocontá se encuentran:

- **Actividades agrícolas:** Constituyendo principalmente su producción en los cultivos de papa, fresa, haba, maíz, cebada y proceso de curtiembres (Ortiz, Rodríguez & Hidalgo, 2022).
- **Actividades pecuarias:** Su actividad pecuaria se centra principalmente en la producción de ganado, cerdos de cría, conejos, gallina y actividades de curtiembres (Guzmán & Chocontá, 2023).

Adicionalmente, se llevan a cabo actividades ganaderas en pequeña escala con la porcicultura, comercio de madera y actividades turísticas en la Represa el Sisga (Blundo-Canto *et al*, 2023). Sin embargo, la agricultura y la ganadería que se ejecutan en zonas de bosque andino y páramo han traído consigo la destrucción de la vegetación nativa, desapareciendo cerca de 50.000 hectáreas correspondiente al 60% aproximadamente de la cobertura original. El inadecuado manejo y manipulación de los recursos y las actividades de la región han afectado la disponibilidad de nutrientes y la formación de erosiones en el suelo, limitando el desarrollo de las especies, restricción y alteración del ecosistema, afectación en la seguridad alimentaria y por ende la alteración de las propiedades fisicoquímicas de los cultivos (Silva, Ochoa & Barragán, 2023; Guerrero-Martin *et al*, 2023; Pérez, Calixto & Gutiérrez, 2022; Moyo, Moreeng & Mosia, 2023).

Producción de papa en Colombia

La papa es uno de los cultivos más importantes de Colombia con un total de 57 kg per cápita por año (Bayer, 2023), este cultivo es sembrado en 9 departamentos y en aproximadamente 300 municipios del país con un promedio de producción de 21,5 millones de ha⁻¹ donde el 93% se destina al consumo fresco sembrada principalmente en Cundinamarca (37%), Boyacá (27%), Nariño (20%) y Antioquia (6%), (Figura 5), mientras que el 7% restante se dispone a procesamientos industriales alimenticios (Fondo Nacional de Fomento de la Papa, 2022).



Con base en datos estadísticos del Fondo Nacional de Fomento de la papa (FNFP), la producción nacional de papa en el año 2022 presentó un decrecimiento de 2,7% con respecto al año 2021 con un total de 2'526.330 toneladas (Fondo Nacional de Fomento de la Papa, 2022), en donde la cadena de papa en Colombia genera anualmente alrededor de 264 mil empleos totales siendo 75 mil empleos directos y 189 mil empleos indirectos (Abonamos, 2022).

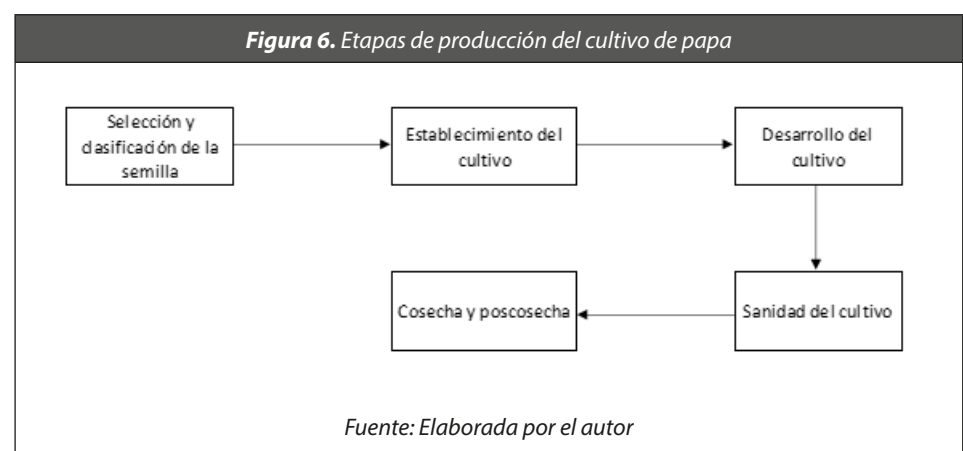
En Colombia existen aproximadamente 90.000 productores de papa, generando aproximadamente 20 millones de jornales al año. Estos productores se clasifican en pequeño, mediano y gran productor; los pequeños hacen referencia a productores con menos de 3 hectáreas con el 85% de la distribución, los medianos entre 3 y 10 hectáreas con el 10% de la distribución y los grandes productores con más de 10 hectáreas con el 5% de la distribución (Industria y Comercio, 2019).

En cuanto a la producción de cultivo de papa en Cundinamarca, siendo el departamento de interés en esta investigación, para el primer semestre del 2022, Cundinamarca tiene un total de 44 municipios con un área total potencial de 124.730 hectáreas, para el segundo semestre del 2022, el departamento cuenta con

39 municipios con un área potencial de 88.238 hectáreas. Los principales municipios productores son Villapinzón, Chocontá, Tausa, Bogotá, Subachoque, Pasca, Zipaquirá, Carmen de Carupa, Lenguaque y Guasca. Las principales variedades sembradas son Superior, Diacol Capiro, Parda Pastusa, Pastusa Suprema e ICA única. Adicionalmente en este departamento se requiere la consolidación de productores y poner en marcha procesos de agregación de valor, despachando producto al Eje Cafetero, Medellín, la Costa Atlántica y los Llanos Orientales (Fondo Nacional de Fomento de la Papa, 2022; Franco-Lara *et al*, 2023; Lizarazo *et al*, 2023).

En la cadena de comercialización de la papa en Colombia, el mercado mayorista constituye el principal eslabón de los volúmenes de comercialización en donde la mayor parte cultivada se encuentra en los medianos y grandes productores localizados en el departamento de Cundinamarca y Boyacá llegando a mercados como Corabastos en Bogotá, mercados Gran Central Mayorista de Antioquia en Itagüí, Cavasa en la Ciudad de Cali, Cenabastos en Cúcuta y plazas de mercado en toda Colombia (Industria y Comercio, 2019; Olave-Achury *et al*, 2022).

Etapas de producción. Dentro de las etapas de producción del cultivo de papa se encuentran (Figura 6) (Fondo Nacional de Fomento de la Papa, 2022):



La selección consiste en separar el tubérculo dañado, deforme, cortado o rajado de los que se encuentran sanos para seguir

manteniendo la calidad del producto, teniendo en cuenta la pureza de la semilla evitando mezclar tubérculos de colores y formas diferentes, semilla sana libre de plagas y buenas condiciones físicas prevaleciendo la uniformidad en forma y tamaño. El tamaño base en esta sección es primera (120-150 g), segunda (70-119 g) y tercera (40-69 g) (DANE, 2013).

Posteriormente, se identifica el establecimiento del cultivo dividido en tres momentos: el primer momento es la selección del lote considerando los que son de textura liviana, profundos, con buena disponibilidad orgánica (10%), sueltos y aireados, ligeramente ácidos y con capacidad de retención de agua. En el segundo momento se encuentra la preparación del terreno teniendo como propósito generar una cama de siembra con las condiciones físicas adecuadas que faciliten las labores de cultivo, con la disponibilidad de humedad en época seca y el drenaje de exceso de agua y por último se encuentra la realización de la siembra de forma manual sin lastimar los brotes y depositando cada semilla en las condiciones de siembra y humedad del suelo del momento de 15 cm sí el suelo se encuentra seco o mayor a 10 cm sí la humedad es suficiente (Fondo Nacional de Fomento de la Papa, 2022).

Así mismo, el desarrollo del cultivo se presenta en tres etapas: emergencia, crecimiento vegetativo y reproductivo; con la deshierba se busca que el cultivo se encuentre libre de malezas para evitar la competencia de nutrientes y de luz. De igual modo, el aporque es el proceso con el cual el suelo se agrega alrededor de la planta para facilitar la aireación del suelo, mantener la humedad cerca de las raíces, proporcionar soporte a la planta y mejorar el drenaje de agua. Los nutrientes cumplen un factor fundamental en el desarrollo del cultivo debido a la importancia de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, boro y cobre para que la calidad del suelo y el producto en general sean adecuados (DANE, 2013; Marcillo-Paguay *et al*, 2022; Barrios Latorre, Sadovska & Chonghan, 2023).

Luego de esto, se pasa al proceso de sanidad del cultivo en el manejo integrado de plagas y enfermedades manteniendo la salud del suelo y la semilla sana para lograr la producción satisfactoria. Por esta razón el productor debe evaluar, observar, analizar y controlar al cultivo en todo momento y llevar a cabo el conjunto de prácticas

y métodos de control para garantizar la calidad del suelo (Martínez *et al*, 2022). Por último, se encuentra la cosecha y poscosecha evidenciada en las prácticas de extracción, recolección, clasificación, selección, empaque, pesada y transporte como resultado del proceso productivo en condiciones óptimas para su realización. Los productores adelantan la selección de la semilla de forma y tamaño, empacadas en 62,5 kg para la manipulación y almacenamiento para la venta (DANE, 2013; Alvarado *et al*, 2023).

Factores críticos en el cultivo de papa. A continuación, se describen las principales limitantes del cultivo de papa para su desarrollo y crecimiento (Tabla 1) (Cisneros, 1992; INTAGRI, 2017; Montaldo, 1984; Cámara de Comercio de Bogotá, 2015; Taboada *et al*, 2020; Henao *et al*, 2022).

Tabla 1. Factores críticos en el cultivo de papa

Principal Limitante	Valor o Rango	Descripción
Temperatura	<10°C->30°C	Afectación irreversible del desarrollo y crecimiento del cultivo.
	17°C-23°C	Temperatura óptima. Se recomienda comenzar la cosecha en primavera en zonas templadas y a finales de invierno.
	10°C-25°C	Variación en el aire sin afectación en el periodo de oscilación y fertilización del tubérculo.
Suelo	Suelos francos, franco arenoso, franco arcilloso	Suelos con poca resistencia al crecimiento de tubérculos, con buen drenaje para facilitar la cosecha.
pH	5-7	pH óptimo para crecimiento y desarrollo del cultivo.
Densidad aparente	1,20 g/cm ³	Densidad aparente óptima para crecimiento y desarrollo del cultivo.
Materia orgánica	>3,5%	Materia orgánica óptima para crecimiento y desarrollo del cultivo.
Conductividad eléctrica	<4 dS/m	Conductividad eléctrica óptima para crecimiento y desarrollo del cultivo.
Pendiente del terreno	0%-4%	Pendientes mayores a este resultado disminuyen proceso productivo del tubérculo.
Agua	600 mm-1000 mm por ciclo de producción	Las mayores demandas del recurso se llevan a cabo en la germinación y crecimiento del tubérculo para evitar riesgos de alteración del producto y la humedad del suelo.
Luz	8 h-16 h de luminosidad	Varía con relación a la temperatura. Es fundamental para el proceso de fotosíntesis de las plantas en la formación de diferentes azúcares en presencia de agua y CO ₂ .

Fuente: Elaborada por el autor

Recurso suelo

El recurso suelo constituye la base de la red trófica en la que se sostiene la seguridad alimentaria y el ecosistema donde la conservación se fundamenta en el bienestar del entorno. Sin embargo, el manejo inadecuado, deforestación y contaminación ambientales y cambio climático han ocasionado graves problemas en este recurso dejando a su paso consecuencias sin retorno (Núñez Coba & Martínez Arsola, 2022). Este recurso es considerado un factor de producción desde el trabajo humano en un cultivo hasta oportunidades laborales, adquiriendo valor económico, social y ambiental para el crecimiento de la población y del mercado nacional e internacional (García-Reyes *et al*, 2021; Sánchez, Martínez-Pérez & Hernández, 2022; Aguirre Forero, Piraneque Gambasica & Mercado Fernández, 2022).

El suelo es un recurso dinámico que evoluciona, adaptándose al entorno y buscando estrategias para protegerse del cambio climático y la contaminación ambiental.

No obstante, dentro de las políticas de conocimiento de este recurso se encuentran los indicadores de la calidad del suelo físico en cuanto a su textura, porosidad, densidad aparente, profundidad e infiltración y dentro de los indicadores de calidad químicos se encuentra el pH, conductividad eléctrica, intercambio catiónico, concentración y disponibilidad de nutrientes y contenido de materia orgánica, los cuales estos últimos son el fundamento para el desarrollo y crecimiento óptimo del cultivo y el ecosistema en general (Jiménez & Rojas, 2022).

Así mismo el suelo cumple ciertas funciones esenciales para la sostenibilidad del ecosistema como la producción de biomasa, función hidrológica, hábitat biológico, amortiguación de cambios, sistema de transformación y depuración, reserva genética, producción agrícola, fuentes de materias primas, soporte mecánico de las actividades humanas y fuente y protección de restos arqueológicos. Sin este recurso sería complejo para el ser humano desarrollar sus actividades humanas con relación al sustento y fuente de trabajo que este genera (Henaó *et al*, 2022), es por esta razón que en la actualidad la biotecnología, los científicos y el mundo se

está preocupando por los recursos al llevar a cabo estrategias para mejorar la calidad de vida de las personas sin deteriorar los recursos naturales (Vargas-Zapata *et al*, 2022).

Calidad del suelo. La calidad del suelo es considerada como una medida de capacidad para el buen funcionamiento del proceso, para ello es necesario tener en cuenta los factores críticos y los indicadores como una herramienta de medición de las propiedades físicas y químicas del suelo, permitiendo analizar la situación actual e identificar los puntos relevantes de desarrollo sostenible del suelo, los impactos de la intervención o solución y el uso del recurso (FAO, 2018; De la Cruz *et al*, 2022). Estas estrategias deben ser sensibles a los cambios en correlación al ecosistema y fáciles de medir direccionadas a disminuir los factores críticos del cambio climático, erosión, inundaciones, cambios en el pH, alteraciones del ecosistema, disminución de nutrientes y materia orgánica disponible y el deterioro del recurso con base en los productos químicos presentes en los fertilizantes, fungicidas y plaguicidas que se adicionan al cultivo o al suelo para maximizar la calidad de vida del producto final (García, Ramírez & Sánchez, 2012).

Dentro de los ensayos de calidad fisicoquímica del suelo se encuentran las mediciones de la calidad del suelo en cuanto al muestreo y caracterización, ensayo de respiración a partir de la actividad biológica del suelo, ensayo de infiltración con la capacidad de absorción y retención de agua, ensayo de densidad aparente con la compactación del suelo o espacio en los poros, los siguientes ensayos: conductividad eléctrica con la concentración salina, pH con la acidez o alcalinidad, nitratos, estabilidad de agregados estables en el agua, desleimiento con la estabilidad de los fragmentos del suelo en el agua, lombrices, estimaciones y observaciones de física en cuanto a su textura, resistencia, penetración y estructura y ensayo de la calidad del agua con niveles de nitrato/nitrito (Noellemeyer *et al*, 2021).

Con base en las condiciones actuales del cultivo de papa y el recurso suelo, se realizó la ficha técnica de la producción de papa (Tabla 2).

Tabla 2. Ficha técnica condiciones actuales del cultivo de papa establecidos en Chocontá, Colombia

FICHA TÉCNICA CONDICIONES ACTUALES DE LA PAPA CHOCONTA, COLOMBIA		
Localización área de estudio: Municipio de Chocontá ubicado en el Departamento de Cundinamarca a 75 km de Bogotá D.C.	Mayores productores de papa en Colombia: • Cundinamarca (37%) • Boyacá (27%) • Nariño (20%) • Antioquia (5%)	Promedio de producción: 21,5 millones de toneladas
Etapas de producción del cultivo de papa: <pre> graph LR A[Selección y clasificación de la semilla] --> B[Establecimiento del cultivo] B --> C[Desarrollo del cultivo] C --> D[Sanidad del cultivo] D --> E[Cosecha y poscosecha] </pre>		
Factores críticos del cultivo de papa: • Temperatura: 17°C–23°C • Suelo: Suelos francos, franco arenoso, franco arcilloso • pH: 5-7 • Densidad aparente: 1,20 g/cm³ • Materia orgánica: >3,5% • Conductividad eléctrica: <4 dS/m • Pendiente del terreno: 0%-4% • Agua: 600 mm–1000 mm por ciclo de producción • Luz: 8 h–16 h de luminosidad		Estado actual cultivo de papa: • Deterioro del suelo por acumulación de metales pesados • Erosión • Enfermedad de la gota que afecta a los tubérculos • Cambio climático que afecta al suelo y la actividad agrícola



Fuente: Elaborada por el autor

Condiciones actuales del cultivo de papa

La papa representa una ventaja competitiva para el Municipio de Chocontá, Colombia a través de las actividades agropecuarias para la generación de empleo y desarrollo para la comunidad en el cual, el cultivo de papa y los recursos naturales son el sustento para la región con la protección y preservación de las características y propiedades del cultivo. No obstante, al incrementar la productividad y la calidad del suelo, se han desarrollado estrategias inadecuadas en el manejo y disposición del producto cuando se utilizan plaguicidas o fertilizantes químicos que agravan la estructura física y química del suelo.

Dentro de los problemas ambientales que afecta al Municipio de Chocontá se encuentran la pérdida de la cobertura vegetal por

deforestación y avance en la frontera agropecuaria, reducción y deterioro de los hábitat y pérdida del acervo faunístico, agotamiento del recurso hídrico superficial y subterráneo, contaminación del recurso hídrico por actividades mineras, degradación y pérdida del recurso por procesos de erosión y mal manejo de productos para el suelo, desarrollo antitécnico de minería de carbón, deterioro de las fuentes hídricas, desarrollo ilegal de la minería, aumento de la contaminación atmosférica por actividades mineras, ocurrencia de emergencias y desastres del ecosistema (Krizkovska, Viktorova, & Lipov, 2022; Zinta *et al*, 2022).

Los problemas sociales que afecta al Municipio se identifica la disminución de la oferta de empleo en las labores agropecuarias, aumento de desempleo, bajo perfil de mano de obra, abandono al sector rural, inseguridad y procesos de confrontación, baja calidad habitacional, déficit de infraestructura física para la salud, educación, cultura y deporte y restricción del desarrollo (Kang, Wang & Wang, 2023; Kwambai *et al*, 2023).

Por último, dentro de los problemas económicos que afecta al Municipio se encuentra la depresión del sector económico, baja rentabilidad del mercado, contaminación de los recursos naturales, ampliación de la frontera agropecuaria, FEDEPAPA no tiene proyección local, bajo crecimiento y desarrollo por falta de incentivos, visión, infraestructura y formas de mercadeo y contaminación de la industria de alto impacto (Chauhan *et al*, 2022; Bolakhe, Dhakal & Dahal, 2022). A continuación, se evidencia la problemática del mal manejo agronómico en la producción de papa en Chocontá Municipio de Colombia (Figura 7).

Figura 7. Problemas ambientales, sociales y económicos del cultivo de papa en Chocontá



Fuente: Elaborada por el autor

A partir del análisis Triple Bottom Line (análisis de sostenibilidad) en donde se evalúan las problemáticas sociales tales como: disminución de la oferta de empleo, bajo perfil de mano de obra y baja calidad habitacional e infraestructura en salud; problemas económicos como lo son: baja rentabilidad del mercado y falta de incentivos y problemas ambientales en donde la mayor alteración se evidencia en la cobertura vegetal y en el daño de las propiedades del recurso hídrico, es necesaria la implementación de estrategias de producción más limpia en el Municipio de Chocontá. Algunas de las estrategias más utilizadas en los cultivos es el aprovechamiento de los residuos orgánicos como abono orgánico para el desarrollo y crecimiento de los cultivos, sin afectar el ambiente (Cordero-Villa *et al.* 2018), una estrategia novedosa en la cual no solo se disminuyen los impactos en el ambiente del recurso suelo sino también la disminución de la disposición final inadecuada de los residuos agrícolas. Otra estrategia que se puede implementar es el uso de la remediación y el uso de fertilizantes orgánicos mediante biocarbón y nitrógeno, sin embargo, el costo y poder adquisitivo de las materias primas es elevado, lo que dificulta su procesamiento y ejecución (Ramírez *et al.*, 2023). Por último, se encuentran los procesos biotecnológicos en los cuales, se utiliza como materia prima compuestos orgánicos

mediado por microorganismos, generalmente hongos y bacterias, los cuales descomponen la materia orgánica utilizándola como fuente de carbono para la disminución de contaminantes químicos presentes en el suelo.

4. Conclusiones

El Municipio de Chocontá es uno de los más grandes productores de papa en Colombia. Sin embargo, su productividad se ha visto opacada por el uso de fertilizantes químicos que agravan las propiedades fisicoquímicas del suelo, enfermedades como la gota y contaminación ambiental a causa del cambio climático y calentamiento global. Estos daños ambientales han ocasionado que el desarrollo y crecimiento económico de la región se vea afectado debido a la alteración de las propiedades fisicoquímicas del cultivo, trayendo consigo la disminución en la calidad del sector agrícola, seguridad alimentaria y, por ende, alteraciones en la cadena alimentaria y la salud humana.

Se realizó un análisis Triple Bottom Line en donde se establecen los problemas sociales, económicos y ambientales del cultivo de papa y del recurso suelo en el Municipio de Chocontá, trayendo consigo la proposición de alternativas sostenibles y crecimiento de la región a partir del aprovechamiento de residuos para disminuir los efectos críticos del cambio climático y salvaguardar la seguridad alimentaria.

5. Referencias

- Abonamos. (11 de abril de 2022). Importancia de la papa en Colombia). Recuperado de: <https://www.abonamos.com/blog/2022/4/8/importancia-de-la-papa-en-colombia>
- Aguirre Forero, S. E., Piraneque Gambasica, N. V., & Mercado Fernández, T. (2022). Suelo y cambio climático: Incluye estudio de casos. *Editorial Unimagdalena*.
- Alcaldía Municipal de Chocontá. (22 de enero de 2018). Ubicación geográfica de Chocontá. Recuperado de: <http://www.choconta-cundinamarca.gov.co/municipio/ubicacion-geografica>

- Alvarado, J. A., Ramírez-Avellaneda, M. A., Chaparro, H., & Peña Baracaldo, F. J. (2023). Response of 'criolla' potato (*Solanum tuberosum*) cultivar Colombia to mineral organic fertilization. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 26(1), 1-8. Doi: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/5236>
- Barrios Latorre, S. A., Sadovska, V., & Chongtham, I. R. (2023). Perspectives on agroecological transition: the case of Guachetá municipality, Colombia. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(3), 382-412. Doi: <https://doi.org/10.1080/21683565.2022.2163449>
- Bayer. (28 de marzo de 2023). Solución para papa. Recuperado de: <https://www.agro.bayer.co/es-co/cultivos/papa.html#:~:text=En%20Colombia%20la%20papa%20es,2%2C5%20millones%20de%20toneladas>
- Blundo-Canto, G., Rodríguez-Borray, G., Vásquez-Urriago, Á. R., Ramírez-Gómez, M. M., Zambrano-Moreno, G., Tibaduiza-Castañeda, L., & De Romemont, A. (2023). Impact weaving: An approach to strengthening the plausibility of anticipated AR4D Impact pathways. *The European Journal of Development Research*, 35(2), 402-425. Doi: <https://link.springer.com/article/10.1057/s41287-022-00566-6>
- Bolakhe, K., Dhakal, K. H., & Dahal, R. (2022). Economic analysis of potato basic seed production under contract farming in Kavrepalanchok, Nepal. *International Journal of Agricultural Economics*, 7(1), 4-10. Doi: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ijae>
- Burbano Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82-96. Doi: <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Manual de la papa. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14306/Papa.pdf?sequence=1>
- Castro Fonseca, L. D. (2019). Análisis de propiedad y usos del suelo en áreas protegidas del municipio de Chocontá. *Revista Universidad Militar Nueva Granada*, 4-24. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/31946/CastroFonsecaLizetDayanna2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, G. O., & Rivera, R. J. C. (2022). Políticas públicas, gestión de residuos sólidos municipales y sostenibilidad ambiental. Una revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 12258-12278. Doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4253
- Chauhan, B., Joshi, D., Banjade, D., Bhatta, B. D., Awasthi, P., Paneru, M., ... & Chand, P. B. (2022). Economic of potato (*Solanum tuberosum* L.) production and marketing in the Darchula district of Nepal. *Archives of agriculture and environmental science*, 7, 393-401. Doi: <https://doi.org/10.26832/24566632.2022.0703013>
- Cisneros, F. H. (1992). El manejo integrado de plagas. Centro Internacional de la Papa.

- Cordero, V. L., Marín, T. R. I., & Silva, M. O. (2018). Producción de composta a base de residuos de orégano, (tallo y hoja) en el Municipio de Rodeo, Dgo. *Revista del Desarrollo Urbano y Sustentable*, 4, 17-21.
- DANE. (2013). El cultivo de papa, *Solanum tuberosum* Alimento de gran valor nutritivo, clave en la seguridad alimentaria mundial. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_sep_2013.pdf
- De la Cruz, J. E. M., Mendoza, M. D. L. N. R., Cué, J. L. G., Escudero, J. S., & Rueda, J. Á. T. (2022). Impacto del manejo de agroecosistemas cafetaleros en la calidad del suelo en las cuatro estaciones del año en Tlapacoyan, Veracruz. *CIENCIA ergo-sum*, 29(2). Doi: <https://doi.org/10.30878/ces.v29n2a8>
- FAO, M. (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Bogotá DC, Colombia.
- Fondo Nacional de Fomento de la Papa. (2022). Boletín IV Trimestre 2022 Sistemas de Información y Estudios Económicos. Recuperado de: <https://observatoriofnfp.com/wp-content/uploads/2023/05/Informe-trimestral-IV-2022-web-1.pdf>
- Franco-Lara, L., Varela-Correa, C. A., Guerrero-Carranza, G. P., & Quintero-Vargas, J. C. (2023). Association of phytoplasmas with a new disease of potato crops in Cundinamarca, Colombia. *Crop Protection*, 163, 106123. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106123>
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y forrajes*, 35(2), 125-138. Doi: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0864-03942012000200001
- García-Reyes, R. A., González Posada-Dacosta, M. D., Villazón-Gómez, J. A., & Rodríguez-Rodríguez, S. (2021). Relación salinidad-cultivo de caña de azúcar determinada por teledetección en el Central Azucarero Urbano Noris. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(2). Doi: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000200002
- Guerrero-Martin, C. A., Ortega-Ramírez, A. T., Silva-Marrufo, Ó., Casallas-Martín, B. D., Cortés-Salazar, N., Salinas-Silva, R., ... & DV Duarte, E. (2023). Biofortification of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Crops Applying Zinc Sulfate and Ferric Sulfate: Pilot Crop in Colombia. *Molecules*, 28(5). Doi: <https://doi.org/10.3390/molecules28052004>
- Guzmán, R. J., & Chocontá, J. (2023). The Didactic in Initial Literacy: Between the Perception and Representation. In Handbook of Research on Socio-Cultural and Linguistic Perspectives on Language and Literacy Development. *IGI Global*. 26-39. Doi: <https://www.igi-global.com/chapter/the-didactic-in-initial-literacy/313516>

- Henao, L., Guevara, M., Restrepo, S., & Husserl, J. (2022). Genotypic and phenotypic characterization of *Streptomyces* species associated with potato crops in the central part of Colombia. *Plant Pathology*, 71(3), 750-761. Doi: <https://doi.org/10.1111/ppa.13485>
- Industria y Comercio. (2019). Cadena productiva de la papa: Diagnóstico de libre competencia. Recuperado de: <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/PAPA.pdf>
- INTAGRI. (06 de enero de 2017). Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de papa. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- Jiménez, J. L. R. E., & Rojas, J. C. M. (2022). Crecimiento poblacional, cambio de uso de suelo y su impacto en los recursos hídricos en la cuenca del río Ica, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 1485-1502. Doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2307
- Kang, F., Li, J., Wang, C., & Wang, F. (2023). A Lightweight Neural Network-Based Method for Identifying Early-Blight and Late-Blight Leaves of Potato. *Applied Sciences*, 13(3), 1487. Doi: <https://doi.org/10.3390/app13031487>
- Krizkovska, B., Viktorova, J., & Lipov, J. (2022). Approved genetically modified potatoes (*Solanum tuberosum*) for improved stress resistance and food safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(38), 11833-11843. Doi: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jafc.2c03837>
- Kwambai, T. K., Struik, P. C., Griffin, D., Stack, L., Rono, S., Nyongesa, M., ... & Gorman, M. (2023). Understanding potato production practices in north-western Kenya through surveys: an important key to improving production. *Potato Research*, 66(3), 751-791. Doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11540-022-09599-0>
- Lizarazo, I., Rodríguez, J. L., Cristancho, O., Olaya, F., Duarte, M., & Prieto, F. (2023). Identification of symptoms related to potato Verticillium wilt from UAV-based multispectral imagery using an ensemble of gradient boosting machines. *Smart Agricultural Technology*, 3, 100138. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100138>
- Machado, J. T., & Saldaña, Y. M. V. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 578-601. Doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605
- Marcillo-Paguay, C. A., Benavides-Cardona, C. A., Ramos-Zambrano, H. S., & Romero, J. V. (2022). Respuesta agronómica y económica de papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*) a la fertilización diferencial en cuatro ambientes de Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 16(2), e13559-e13559. Doi: <https://doi.org/10.17584/rcch.2022v16i2.13559>

- Martínez, J. M., Tarazona-Velásquez, R., Martínez-Pachón, E., & Ramos-Zambrano, H. S. (2022). Potato farming in Southwest Colombia: Types of farmers and their technical efficiency. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2). Doi: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v23n2/0122-8706-ccta-23-02-2236.pdf>
- Montaldo, A. (1984). Cultivo y mejoramiento de la papa (Vol. 54). IICA Biblioteca Venezuela.
- Moyo, G. N., Moreeng, B., & Mosia, M. (2023). Exploring the Accounting Teaching Practices of Lecturers in a Higher Education Institution: A Case at a South African University. *Social Sciences, Humanities and Education Journal, SHE Journal*, 4(2), 414-433. Doi: <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/SHE/article/view/17686>
- Noellemeyer, E., Quiroga, A. R., Fernández, R., Frasier, I., Alvarez, C., Álvarez, L., & Gómez, F. (2021). *Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo. Cátedra de Edafología y Manejo de Suelos*, Universidad Nacional de La Pampa.
- Núñez Coba, N., & Martínez Arsola, Y. (2022). La Química y la protección del recurso suelo en la formación del Técnico Medio en Agronomía. *Mendive. Revista de Educación*, 20(2), 355-368. Doi: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962022000200355
- Olave-Achury, A., Cardenas, D., Restrepo, S., Lucca, F., Fry, W. E., Myers, K. L., ... & Soto-Suarez, M. (2022). Phenotypic and genotypic characterization of *Phytophthora infestans* isolates associated with tomato and potato crops in Colombia. *Phytopathology*, 112(8), 1783-1794. Doi: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-21-0158-R>
- Ortiz, Y. C. G., Rodríguez, L. P. M., & Hidalgo, Á. M. M. (2022). Estrategias basadas en el desarrollo sostenible para el fortalecimiento de la cadena de valor del sector lechero en Chocontá, Cundinamarca. *Revista Estrategia Organizacional*, 11(1), 111-130. Doi: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8543949>
- Palomino, A. Q., & Huisa, V. Q. (2021). Reutilización y reciclaje de residuos sólidos en economías emergentes en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13184-13202. Doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1316
- Perez, M. V. D., Calixto, N. J. C., & Gutiérrez, J. A. C. (2022). Quality Of Life And Salary Reward Of Colombian Workers. *Webology*, 19(6). Recuperado de: <https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=1735188X&AN=161072663&h=867cs-3BUT1SKVU36hPPOoqeVRi8u5w%2fndEZ7mcVzM498qboQP-DRcrcFEa6la1ZzMihUpUUEYFD8d4y7p1XAL3A%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d1735188X%26AN%3d161072663>

- Ramírez, A. T. O., López, C. A. T., Marrufo, O. S., & Barriga, L. A. M. (2023). Validación sintética de suelos contaminados por hidrocarburos pesados. Caso de estudio. *Fuentes: El reventón energético*, 21(1), 83-93.
- Reyes-Palomino, S. E., & Cano Ccoa, D. M. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53-64. Doi: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.328>
- Ríos, C. C., Rojas, J. E. R., Bello, S. A. G., Téllez, E. L., Osma, R. E. T., & Salcedo, J. A. R. (2018). Diagnóstico y monitoreo de degradación de suelos por salinización la cuenca del río Machetá, jurisdicción CAR a escala 1: 25.000. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5bdc718eedb24.pdf>
- Robles, E. O. L., Silva, I. C., & Pulido, S. J. B. (2022). Efectos del cambio climático en la gestión sostenible del recurso suelo. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 16(3), e1097. Doi: <https://doi.org/10.54167/tch.v16i3.1097>
- Ruiz Ubaque, L. P., Velandia Diaz, A. F., & Veloza Quintero, C. (2020). Producción y venta de papa pastusa suprema en la finca la fontana, vereda las cruces, municipio Chocontá, Cundinamarca [Tesis de Posgrado, Universidad Piloto de Colombia]. Recuperado de: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9470/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, C. B., Martínez-Pérez, F. J., & Hernández, A. M. G. (2022). Borde urbano y regeneración del suelo de actividades económicas en el Área Metropolitana de Valencia. *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*. Doi: <https://doi.org/10.5821/ace.16.48.10411>
- Scopus. (2023). Documents found. First round.
- Silva, L. H., Ochoa, J. A. R., & Barragan, C. A. M. (2023). Ecotourism Services: A Competitiveness Analysis in Cundinamarca (Colombia). *Social Innovations Journal*, 19. Doi: <https://socialinnovationsjournal.com/index.php/sij/article/view/5955/5340>
- Taboada, M. Á., Busto, M., Costantini, A. O., Maggio, A. G., Perin, A., Sampaio Pimentel, M., ... & Loboguerrero, A. M. (2020). Sector agropecuario. McGraw-Hill.
- Vargas-Zapata, M., Medina-Sierra, M., Galeano-Vasco, L. F., & Cerón-Muñoz, M. F. (2022). Algoritmos de aprendizaje de máquina para la predicción de propiedades fisicoquímicas del suelo mediante información espectral: una revisión sistemática. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(1), 107-120. Doi: <https://doi.org/10.19053/20278306.v12.n1.2022.14212>
- Zinta, R., Tiwari, J. K., Buckseth, T., Thakur, K., Goutam, U., Kumar, D., ... & Kumar, M. (2022). Root system architecture for abiotic stress tolerance in potato: Lessons from plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 926214. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.926214>