



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 3
Julio-Septiembre 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3
julio-septiembre 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 3, julio-septiembre 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 julio 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3, 2026, julio-septiembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/221ebw18>

**SISTEMATIZACIÓN DE INVESTIGACIONES EN SUELOS DE QUINUA
(CHENOPODIUM QUINOA WILLD.): DOS DÉCADAS DE CIENCIA EN LA CARRERA
DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO**

**SYSTEMATIZATION OF RESEARCH ON QUINOA (CHENOPODIUM QUINOA
WILLD.) SOILS: TWO DECADES OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE AGRONOMY
PROGRAM AT THE TECHNICAL UUNIVERSITY OF ORURO**

Severo Choquecallata Crispín

Mónica Rosa Copa Romero

Juan Loayza Aguilar

Bolivia

Sistematización de investigaciones en suelos de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): dos décadas de ciencia en la carrera de agronomía de la Universidad Técnica de Oruro
Systematization of research on Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Soils: two decades of scientific research in the agronomy program at the technical University of Oruro

Severo Choquecallata Crispín^{a,*}

severo.choquecallata@doc.uto.edu.bo

<https://orcid.org/0009-0002-5926-5575>

Juan Loayza Aguilar^b

loaza.ag@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-7281-9879>

Mónica Rosa Copa Romero^b

monicacoparomero@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-2456-5748>

*Autor de correspondencia: severo.choquecallata@doc.uto.edu.bo, ^aInvestigador del Depto. de Agronomía, Universidad Técnica de Oruro – Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales,

^bDocente del Depto. de Agronomía, Universidad Técnica de Oruro – Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, Bolivia

RESUMEN

El estudio sistematiza 264 trabajos de titulación del Departamento de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro (2007-2024) en quinoa; puesto que el cultivo es estratégico para el departamento de Oruro, pero enfrenta la degradación del suelo y la caída de rendimientos; la investigación es descriptiva, de enfoque mixto y cohorte transversal. Se halló que 50 trabajos (18,94%) abordan el área de quinoa, como el cultivo más investigado, armonizado con la

demanda internacional (2012-2016); sin embargo, los estudios sobre suelos son escasos, solo 13 en todo el período de estudio, y solo 3 entre 2020-2024 (ninguno en 2020-2021), contradiciendo las recomendaciones de la FAO sobre la importancia del suelo y su salud. Así se concluye la importancia de rediseñar las líneas de investigación en quinua, priorizando la recuperación integral del suelo mediante prácticas dirigidas a la resiliencia del cultivo, para responder a las necesidades productivas regionales y la misión universitaria.

Palabras clave: Quinua; sistematización cualitativa – cuantitativa; degradación del suelo en el altiplano boliviano.

ABSTRACT

This study systematizes 264 undergraduate theses from the Department of Agronomy at the Technical University of Oruro (2007–2024) on quinoa; given that this crop is strategic for the department of Oruro but faces soil degradation and declining yields, the research is descriptive, employing a mixed-methods approach and a cross-sectional cohort design. It was found that 50 theses (18.94%) address the area of quinoa, making it the most researched crop, in line with international demand (2012–2016); however, studies on soils are scarce, with only 13 throughout the entire study period, and only 3 between 2020 and 2024 (none in 2020–2021), contradicting FAO recommendations regarding the importance of soil and soil health. Thus, it is concluded that it is important to redesign the lines of research on quinoa, prioritizing comprehensive soil recovery through practices aimed at crop resilience, to respond to regional production needs and the university's mission.

Keywords: Quinoa; qualitative–quantitative systematization; soil degradation in the Bolivian Altiplano.

Recibido: 25 mayo 2026 | Aceptado: 2 julio 2026 | Publicado: 3 julio 2026

INTRODUCCIÓN

Las universidades tienen la misión constitucional (Art. 92), el desarrollar procesos de formación profesional, investigación, y divulgar los conocimientos ante la sociedad (Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia , 2009); y es coherente con el rol de la universidad contemporánea, que debe conectar con urgencia la producción científica con el desarrollo social, ecológico, económico y comunitario (Sosaya, Zegarra, Anegeles, & Jiménez, 2024). En este contexto, se hace importante sistematizar las investigaciones desarrolladas entre el 2007 a 2024 en el Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales, de la Universidad Técnica de Oruro, en el campo del desarrollo integral de la productividad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd); entendiéndose que la sistematización es un proceso complejo más allá de la recopilación, es ordenamiento, análisis – reflexión y proposición, para el conocimiento técnico o científico (implica síntesis y de generalización) (Mamani, Huayllas, & Patiño, 2020) & (Castro & Valdivia, 2025).

La producción de la quinua para el altiplano boliviano y concretamente la zona del Intersalar del Altiplano Sur, es vital, y altamente estratégico, por brindar seguridad alimentaria, ser la principal fuente de ingreso económicos de las familias; convirtiéndose en la historia viva de una cultura y su tradición; hoy convertido, en el principal producto de exportación (Universidad Privada Boliviana, 2024), y cuyas características de productividad, hicieron que Bolivia se sitúe como el principal país exportador hasta el año 2018, y al 2023 Perú como el primero y Bolivia el segundo (VIII Congreso Mundial de la Quinua Bolivia, 2023).

La quinua denominada el “grano de oro” (FAO, 2014), “súper alimento” (Muriel, Aliaga, & Garcia, 2025) & (Buraschi, Amato, & Pereti, 2025), y “super comida” (Franco, Arias, Anaya, & Muñoz, 2021); porque encierra un valor alimentario altamente importante y en virtud a ser uno de los pocos alimentos que contiene todos los aminoácidos esenciales (Campos, Acosta, & Paucar, 2022); además han confirmado que este grano contiene micronutrientes, ácidos

grasos, vitaminas, esteroides, fibras, entre otros (MDRyT, 2023); es también rico en vitaminas E, C, y del complejo B, y minerales como hierro y calcio (Franco, Arias, Anaya, & Muñoz, 2021); características que lo resalta:

... un alimento completo; el cual supera los requerimientos estándar y presenta compuestos de alto valor funcional como polifenoles, fitoesteroides y flavonoides; aporta los tres macronutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos); posee un balance aminoacídico alto en lisina y metionina; y además presenta un amplio rango de minerales y vitaminas. De la misma forma su contenido de ácidos grasos y su alta conservación por el notable contenido de vitamina E le hacen un alimento vital para la alimentación humana (Campos, Acosta, & Paucar, 2022), citando (Vargas et.al., 2019).

La producción intensiva de la quinua, se debió a factores externos, como los altos costos del producto en el mercado internacional, además de su valor nutritivo de este cereal, superando las expectativas de los mismos productores de la “Marka Salinas” de la región Intersalar del Altiplano Sur de Bolivia (Plata, Barrientos, & Quispe, 2021); demanda que ha incrementado exponencialmente la superficie cultivada de quinua, desde la década de los 80, pasando de 20.688 hectáreas en el ciclo agrícola 1983 – 1984, hasta 123.627 hectáreas para el ciclo agrícola 2021 – 2022, reflejándose la mayor superficie cultivada en las gestiones 2014 y 2015, contribuido por el impulso de las Naciones Unidas que declara “Año Internacional de la Quinua la gestión 2013” (Universidad Privada Boliviana, 2024) & (Buraschi, Amato, & Pereti, 2025). Contrariamente, los rendimientos fueron disminuyendo estrepitosamente en la región, situándose como la más baja de la región andina, ya que para el 2018 y 2022 se tiene rendimiento de 517 kg/ha, y para el mismo periodo Perú y Ecuador reportan 1.477 kg/ha y 1.083 kg/ha (Colque & Muriel, 2024), mencionando (FAOSTAT, 2023; Collao y Muriel, 2024); en cuanto a la disminución de rendimiento, “se pasó de 0,646 tn/ha en el 2000 a 0,328 tn/ha en

2023, representando una caída del 49,23%” (Muriel, Aliaga, & Garcia, 2025), citando (Schneider, 2014 & Collao y Muriel, 2024)

Los bajos rendimientos de producción, entre otros, se debe a prácticas no apropiadas en un ecosistema frágil, con escasa materia orgánica en el suelo y propensos a sufrir erosión permanente, expansión desmedida de la frontera agrícola, uso desmedido de maquinaria, reducción de animales como la llama, eliminación de la vegetación natural, aparición de diferentes tipos de productores, entre otros (Universidad Privada Boliviana, 2024) & (Cárdenas, Urquiza, Cárdenas, Fernandez, & Orzag, 2015). Lo que ha ocasionado sistémicamente la pérdida de C orgánico, incidiendo en el nitrógeno que tiene relación con la materia orgánica del suelo, debilidades que contribuye al calentamiento global y la aceleración del cambio climático (Ayala & Almanza, 2021).

En esta realidad, las universidades desarrollan procesos de investigación para mejorar la calidad del suelo en relación a su fertilidad, con los elementos abiótico y bióticos de su entorno, para la sostenibilidad de las futuras generaciones, sin incidir en la reducción de los ingresos económicos de los productores; un estudio de fertilidad de suelo en la zona del Intersalar de Bolivia, en 75 parcelas cultivadas con quinua orgánica (octubre 2022 a mayo de 2023), reportando que el 96% de los suelos son de texturas con alto contenido de arena, con pH muy alcalinos (83%), reflejando así alta concentración de bases, y valores de conductividad eléctrica no salina en la mayoría de las muestras (89%); en cuanto a la materia orgánica y el nitrógeno total, presentaron valores muy bajos en el 97% de las muestras; estimado la relación de C/N en categoría baja, conllevando a la pérdida acelerada de materia orgánica, sobre todo en suelos arenosos y de baja fertilidad que predominan en el área) (Colque & Muriel, 2024).

La recuperación integral de suelos, es complejo para la sostenibilidad de los agroecosistemas de producción de quinua, implica principalmente el aumento de contenido orgánico e incrementando niveles de C orgánico, lo que se logra con prácticas de manejo

alternativos (Ayala & Almanza, 2021); una acción con buenos resultados es el desarrollo de hongos endófitos, como una forma ecológica de producción orgánica; sabiendo que los hongos, colonizan los tejidos internos de la planta de forma mutualista, lo que estimula el crecimiento de las plantas y ayuda en la absorción de nutrientes (especialmente fósforo y nitrógeno), lo que fortalece a la resistencia a factores abióticos y bióticos como sequías, salinidad y patógenos; además estos microorganismos producen compuestos bio-activos, como fitohormonas y metabolitos secundarios, que contribuyen al crecimiento y la salud de las plantas, esta forma de recuperación de suelos mediante microorganismos (hongos, algas y bacterias) se conoce como biorremediación (Gonzales, Cortes, Blanco, & Loayza, 2024) & (Rodriguez, Hernandez, & Busa, 2022).

Las estrategias de mejoramiento de suelos en la región Intersalar de Bolivia, no son nuevas, programas como el COMPASUR - FAUTAPO (2009 a 2013), trabajaron en la conceptualización y operativización del enfoque productivo biointensivo sustentable, dirigido a desarrollar alternativas prácticas y factibles de extensiva-extractivista (Barrientos, Carevic, & Delatorre, 2017); pero sus resultados no fueron satisfactorios, por la etapa de la alta demanda de la quinua a nivel internacional, que ha arrasado la cobertura vegetal nativa e indirectamente ha eliminado el ganado camélido y la etnofauna; actualmente estas experiencias vienen siendo Re - impulsados por la Fundación PROINPA (Calle, y otros, 2020), mediante el uso intercalado de barreras vivas, con leguminosas y plantas nativas, complementando con la ganadería camélida (un animal muy ecológico). Por tanto, profundizar investigaciones en el manejo integral de suelos, fortalece la sustentabilidad agroecológica, la productividad y la resiliencia de la quinua frente a desafíos climáticos y ambientales, tal cual recomendaba al 2030 para que los sistemas de producción incrementen ingresos económicos, ecológicamente sean adecuados, cultural y socialmente tengan aceptabilidad; pero sobre todo, conserven los ecosistemas (Pinedo, Gomez, & Julca, 2018).

METODOLOGÍA

Materiales

La investigación (tabula) 264 trabajos de titulación (tesis, proyectos de grados y trabajos dirigidos) del Departamento de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro, realizados entre 2007 y 2024; enfocado en el área de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), y la línea de investigación de suelo, considerando el contexto del altiplano boliviano y las problemáticas de degradación del suelo y la caída de los rendimientos del cultivo.

Métodos

Entre los métodos, recurre al deductivo e inductivo, el primero al revisar teorías generales que se particularizan en los hallazgos propios de la investigación, y los hallazgos particulares se generalizan; así mismo, recurre al método histórico lógico, ya que la frecuencia de las investigaciones por áreas y dimensiones responden a las necesidades de los momentos o contexto (es el propósito de la investigación); se usó también el método dialéctico a efectos de correlacionar y contrastar teorías y hallazgo, que permitieron consolidar las conclusiones y afirmaciones; finalmente utiliza el análisis y síntesis, al descomponer el objeto de estudio en áreas y dimensiones, solo así se estructuró los resultados de cada una de las investigación en la línea de quinua y suelos. Las principales técnicas usadas fueron la revisión documental y la lista de cotejo o de frecuencias.

Procedimiento

Inicialmente se recopilaron y ordenaron cuantitativamente los trabajos de titulación desde el 2007 hasta 2024 en el Departamento de Agronomía, con énfasis en el área de la quinua, y dentro de esta en la línea suelo; posteriormente se realizó un análisis cualitativo de los trabajos recientes (2020 – 2024) para obtener hallazgos más vinculados con la problemática actual de fertilidad y degradación de suelos. Este procedimiento permitió evaluar las tendencias y brechas en la investigación, especialmente en la línea suelos y destacar la necesidad de

rediseñar las líneas de investigación para contribuir efectivamente a la sostenibilidad y productividad de la quinua en la región y el departamento de Oruro.

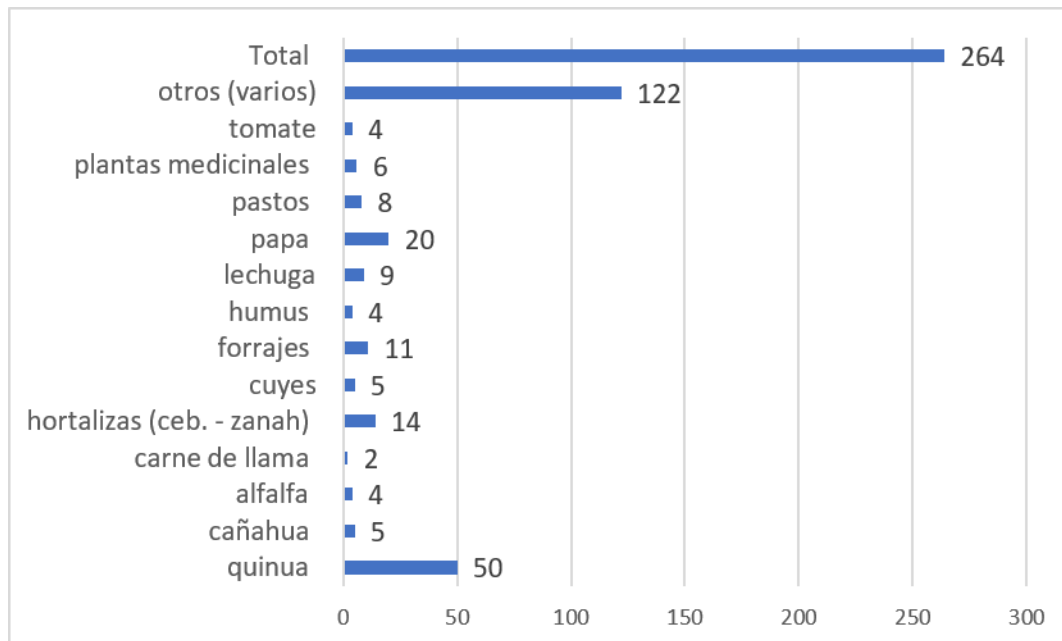
RESULTADOS

Análisis cuantitativo de investigaciones

La Carrera de Ingeniería Agronómica, del Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales desde diciembre 2022 (último rediseño curricular), administra cuatro menciones, Fitotecnia, Ganadería, Riegos y Suelos, y Desarrollo; esta estructura administrativa de competencias permite que la mayoría de la tesis de grado sean dirigidos al área de la fitotecnia; pero antes del citado rediseño (Carrera de Ingeniería Agronómica, 2022), el departamento administraba la carrea de agricultura y forestal; en este escenario, la tabulación de investigaciones, proyectos de grado y trabajos dirigidos desarrollados desde el 2007 al 2024, reporta:

Figura 1

Reporte cuantitativo histórico de investigaciones(tesis), proyectos de grado y trabajo dirigido (2007 – 2024)



Nota. Fuente: Trabajos de titulación 2007 al 2024 Depto. de Agronomía FCAN

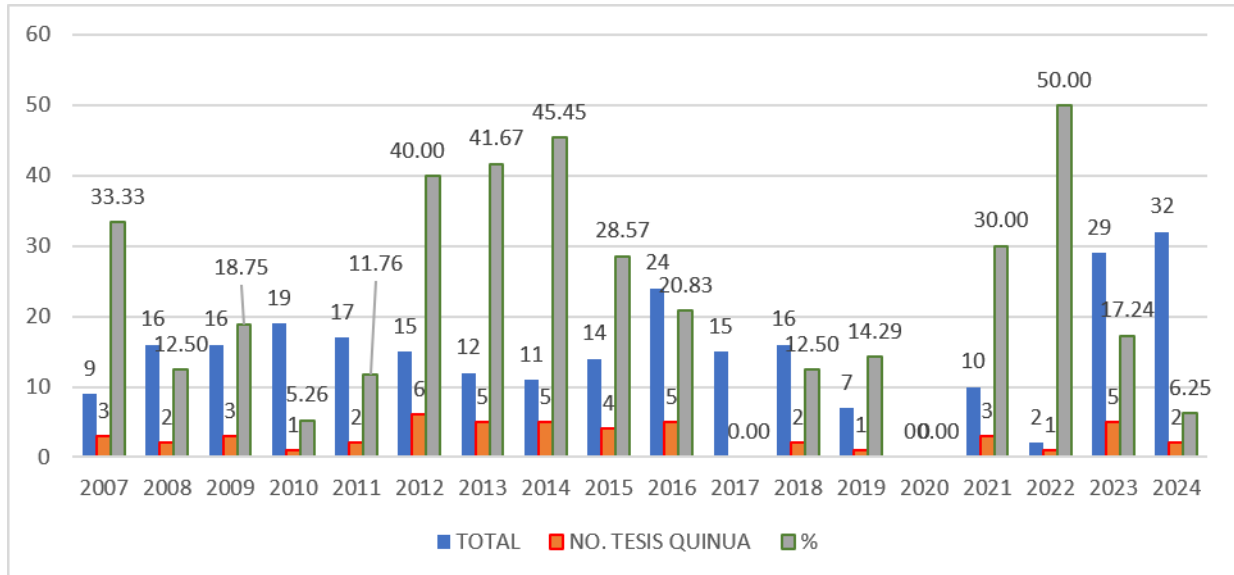
La figura 1, muestra un total de 264 trabajos, lo que guarda relación también con el mismo número de profesionales titulados entre 2007 al 2024. Los principales temas abordados por los trabajos de graduación, guardan estrecha relación con las características competitivas y comparativas del departamento de Oruro, y en los que el Estado a través del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural viene trabajando en el rubro agrícola, al sostener, que por las condiciones biofísicas del territorio del departamento (árido, clima poco propicio para la agricultura); y que a pesar de ello tiene micro ecosistemas favorables para el cultivos de tubérculos (papa, oca), cereales (quinua, cañahua, cebada), y en áreas con mejores condiciones ecológicas y del suelo, la producción de hortalizas (cebolla, zanahoria, lechuga) (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural , 2025).

En coherencias con el párrafo anterior, del total de trabajos tabulados 50 (18,94%) son en el área quinua, le sigue en importancia con 20 (7,58%) la papa, las hortalizas (cebolla y zanahoria) con 14 (5,30%), la producción de forrajes con 11 (4,17%), y otras áreas con 122 (46,21%); estos últimos son trabajos de titulación en diversas áreas poco relevantes en cuanto a la incidencia en políticas de desarrollo para el departamento de Oruro, aunque como contribución al conocimiento no dejan de ser importantes.

Siendo que la quinua es un producto altamente relevante para el departamento de Oruro, a continuación, se muestra el comportamiento de estos trabajos de forma histórica (cantidad y %)

Figura 2

Reporte cuantitativo e histórico de trabajos (cantidad y %) en el área de la quinua por gestión académica 2007 – 2024 Depto. de Agronomía FCAN



Nota. Fuente: Trabajos de titulación 2007 al 2024 Depto. de Agronomía FCAN

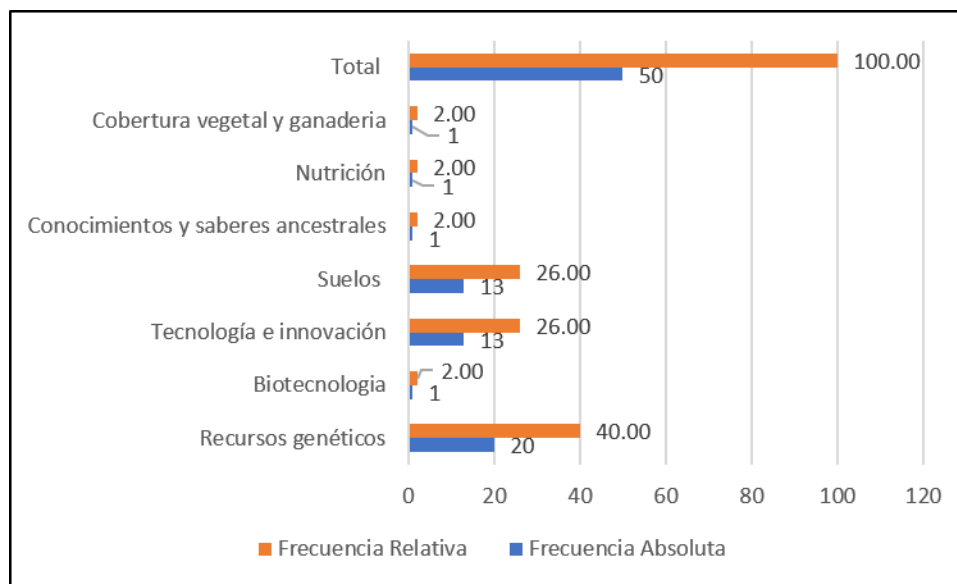
La figura 2, evidencia que los trabajos de investigación, proyectos de grado y trabajos dirigidos en el área de la quinua, están lógicamente relacionados con el comportamiento de la sociedad, el mercado y la demanda; recordando que la demanda internacional de la quinua creció entre el 2014 al 2015, y con ello también aumentó la superficie cultivada de quinua (Universidad Privada Boliviana, 2024). Por tanto, los trabajos de titulación en el área de la quinua fueron también importantes en número y en promedio relativo con más del 35% entre las gestiones 2012 a 2016; La crisis sanitaria provocada por la pandemia de COVID-19 creó un impacto negativo en la cantidad de investigaciones desarrolladas en el área de la quinua, observándose una caída significativa durante los años 2020 a 2022; sin embargo, a partir de la gestión 2023 se observa una recuperación en el número total de trabajos de titulación, pero en el área de quinua experimenta una reducción importante.

Al ser el complejo de la quinua concebido como un enfoque que amplían e interrelaciona las dimensiones social, cultural y ambiental, con el conjunto de actividades en los

eslabones de producción, beneficiado, transformación, industrialización y comercialización (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2009); se hace relevante determinar las líneas de investigación que estos siguieron históricamente en el Departamento de Agronomía desde la gestión 2007 al 2024, comportamiento que se muestra en la siguiente figura.

Figura 3

Líneas de investigación en el área de la quinua que siguieron los trabajos de titulación del 2007 al 2024



Nota. Fuente: Trabajos de titulación 2007 al 2024 Depto. de Agronomía FCAN

Como se puede apreciar en la figura 3, se evidencia que de los 50 trabajos de titulación del 2007 al 2024 en el área de la quinua, la línea de investigación en recursos genéticos destaca con 20 trabajos, seguida por las líneas de suelos y tecnología e innovación, cada una con 13 trabajos; el resto de los trabajos cuantitativamente es irrelevante, aunque cualitativamente con seguridad es importante para el desarrollo del conocimiento científico.

Las líneas de investigación reportadas con mayor frecuencia en el área de la quinua, guardan estrecha relación con las necesidades más importantes del complejo productivo e integral de la quinua; ya que el éxito de la producción y rendimientos está relacionado con el manejo sistémico de:

- a) Recursos genéticos, como el manejo de eco tipos o variedades más tolerantes a los factores bióticos y abióticos, variedades de madurez temprana, etc. en el altiplano boliviano (Vargas, 2013)
- b) Recurso suelo, mejorando los contenidos nutricionales del suelo a través de la fertilización, uso de microorganismos, aprovechamiento del agua etc. (Colque & Muriel, 2024).
- c) Innovación tecnológica, a efectos de minimizar pérdidas y mejorar la calidad del producto, a través del control de plagas y enfermedades, así como el uso de nuevas tecnologías (drones, cosechadoras, validaciones, etc.) que mejoren eficiente y eficazmente la producción de la quinua (MDRyT, 2017).

Sin embargo, los reportes de las líneas de trabajos del 2007 al 2024, muestran escasos estudios en biotecnología, en el mejoramiento de la cobertura vegetal y la entomofauna, rescate de los conocimientos y prácticas ancestrales; y no existen investigaciones en el desarrollo de políticas públicas dirigidas a incidir de mejor forma en la producción de la quinua en el departamento de Oruro y el Estado, por tanto, son líneas o tareas pendientes.

Para facilitar una mejor comprensión de las líneas de trabajo sistematizadas, se presenta la tabla que agrupa y detalla las variables consideradas en cada línea abordada en la investigación:

Tabla 1

Relación de las líneas en el área de la quinua con las variables o parámetros de las trabajos de titulación

Líneas de investigación	Parámetros o variables que consideran las líneas de investigación
Recursos genéticos	Caracterización morfológica y agro morfológica
	Diversidad genética (eco tipos, accesiones, cultivares)
	Diagnóstico e identificación de zonas potenciales por eco tipos
	Conservación in situ y ex situ de ecotipos de quinua
	Calidad y tamaño de grano de la quinua
	Evaluación genotípica y fenotípica
	Selección de variedades
	Origen geográfico de los materiales genéticos
	Evaluación de accesiones del banco de germoplasma
	Técnicas biotecnológicas (marcadores, cultivos in vitro)
Biotecnología	Producción in vitro y protocolos de micropropagación
	Selección de variedades en banco de germoplasma
	Valoración fenotípica
	Uso de nuevos insumos agrícolas (bioinsumos, biofertilizantes foliares, bioplaguicidas entre otros)
Tecnología e innovación	Métodos de control de plagas
	Tecnologías innovadoras de postcosecha
	Diseño y evaluación de sistemas de producción

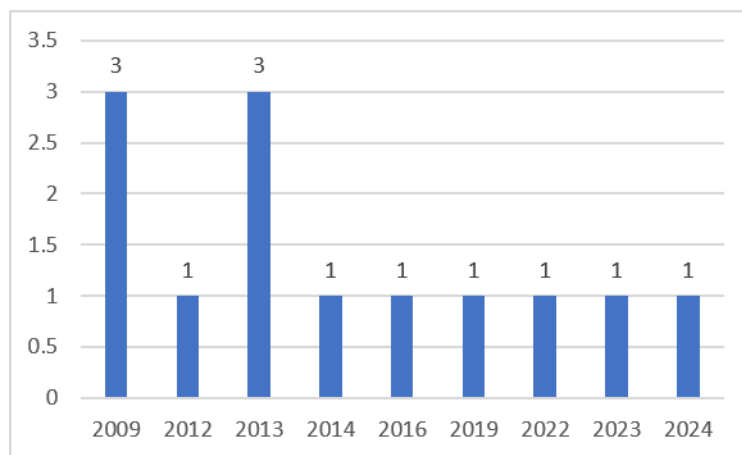
Líneas de investigación	Parámetros o variables que consideran las líneas de investigación
Suelos	Aplicación de tecnología orgánica
	Técnicas de manejo fitosanitario
	Innovaciones en siembra y cosecha
	Mejoras en propiedades físicas y químicas del suelo
	Tipo y dosis de abonos verdes o compost
	Actividad y diversidad de microorganismos benéficos (endófitos, rizosfera)
	Uso de biofertilizantes en el mejoramiento del suelo
	Evaluación de fertilización orgánica vs. Convencional
	Sistemas productivos en diferentes suelos
	Evaluación de impacto de fertilización sobre rendimiento
Conocimientos y saberes ancestrales	Prácticas tradicionales en el cultivo y manejo de quinua
	Diagnóstico y registro de saberes locales sobre biodiversidad útil
	Conservación de variedades nativas
	Influencia de la cosmovisión local en el manejo agrícola
Nutrición	Parámetros de calidad nutritiva de la quinua
	Rendimiento productivo de alimentación de animales con quinua
Cobertura vegetal y ganadería	Relación ecológica de plantas en relación con la quinua
	Diversidad y abundancia de especies vegetales y etnofauna
	Evaluación del impacto

Nota. Fuente: Base de los títulos y contenidos de los trabajos de titulación 2007 al 2024 Depto. de Agronomía FCAN

A continuación, se presenta cuantitativamente las investigaciones realizadas en el área de quinua, y específicamente en la línea de estudio del suelo, entre 2007 a 2024, cuyos resultados se detallan a continuación:

Figura 4

Cuantificación histórica (2007 a 2024) de la línea de trabajo suelo



Nota. Fuente: Trabajos de titulación 2007 al 2024 Depto. de Agronomía FCAN

De la figura se evidencia que los trabajos en la línea de suelos y sus variables, no guarda relación con el problema del suelo y sus implicancias en la productividad de la quinua, ya que, de 13 trabajos del periodo de estudio, en las últimas gestiones 2020 a 2025 solo se tiene tres investigaciones, no reportando ningún trabajo entre 2020 a 2021; en consecuencia, mostraría que el problema del suelo no tendría relevancia en el complejo productivo de la quinua.

Al respecto sin embargo, existen recomendaciones de organismos internaciones como la FAO que sugieren que es vital comprender y mejorar la fertilidad y salud del suelo, ya que suelos degradados con bajo contenido de nutrientes y materia orgánica limitan la capacidad productiva; por otro lado, los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático

almacenando el carbono (secuestrando carbono) y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera; los suelos sanos con un alto contenido de materia orgánica almacenan agua, lo que ayuda a los cultivos a sobrellevar la sequía y adaptarse a las precipitaciones extremas (FAO, 2022). Además, un suelo sano proporciona ecosistemas esenciales para el reciclaje de nutrientes y captura gases de efecto invernadero, así mismo aportan a la complejidad de las interacciones en la rizosfera, lo que hace importante comprender la biota del suelo dirigido a la optimización de la producción agrícola y reducir la dependencia de insumos químicos (Tahat, Alanabeh, Othman, & Leskobar, 2020); por lo tanto, las investigaciones sobre suelos, es clave para la producción de la quinua y el medio ambiente de forma sostenible; lo que no se muestra en los trabajos del área de quinua y línea suelo.

Análisis cualitativo de investigaciones en quinua - línea de investigación suelo

Las investigaciones tienen la premisa de fundamentarse en fuentes más actuales posibles, aunque la información depende en gran medida de la naturaleza del tema investigado; aun así, resulta necesario procurar el uso de referencias actualizadas (U4Impact, 2023); con este criterio, el análisis cualitativo ha considerado las últimas cinco gestiones, y en uno de los temas más álgidos para las regiones productoras de quinua como es la línea suelo, en los últimos cinco años solo se desarrollaron tres trabajos de investigación, de los cuales se rescatan los siguiente resultados relevantes:

Tabla 2

Reporte relevante de las tres tesis de grado del área quinua - línea suelo 2020 – 2024

Tesis 1:	Tesis 2:	Tesis 3:
<p>Rendimiento de dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) con dos aplicaciones de abonos verdes en el CEAC, FCAN – UTO. 2021</p>	<p>Influencia de los salares en el cultivo de la quinua real (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) basados en el comportamiento agronómico y rendimientos en las zonas de estudio del municipio de Salinas de Gari Mendoza y municipio de Quillacas del departamento de Oruro. 2023</p>	<p>Técnicas suplementarias con fertilizantes sólidos y líquidos en la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) fertilidad de suelo y grano en el altiplano central de Bolivia.2024</p>
<p>De la evaluación de las parcelas experimentales se mostraron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suelos de textura franco a franco arenoso y densidad aparente baja (suelos livianos). • El tratamiento con abono verde de Tarwi y cultivo de quinua variedad blanca real presento un pH más elevado, mayor 	<p>Los suelos del municipio de Salinas de Garci Mendoza (comunidades de Tauca y Jirira):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mostraron un mejor rendimiento productivo en comparación con Quillacas. • Tauca presentó el mayor rendimiento con 1289,81 kg/ha, superando a las otras 2 comunidades • Se identificaron granos de mayor diámetro (superiores a 2mm) 	<p>Por la poca disponibilidad del recurso agua y la falta de fertilizantes que ayuden con la producción, se planteó aplicación de bio-insumos de 3 formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación bio-insumo via foliar, radicular, e incorporación de abono orgánico más bio-insumo sólido4kg/Ha al momento de siembra.

Tesis 1:	Tesis 2:	Tesis 3:
<p>presencia de fosforo, mayor rendimiento y en el análisis económico generó beneficios económicos netos positivos pero fueron inferiores a los otros abonos verdes analizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El abono verde de cebada mostro mayor contenido de potasio, pero menor fósforo. • La altura de planas fue mayor en variedad roja Toledo con abono verde de haba. 	<p>Los suelos del municipio de Quillacas (comunidad Rosa Pata):</p> <ul style="list-style-type: none"> • En esta comunidad se reportaron menores rendimientos por superficie. • Los granos fueron de menor diámetro (<1,99 mm), sobre todo en los ecotipos de Toledo, Utusaya, Pandela, Puñete y noventón. 	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de bio-insumos foliar, radicular y solido ha influido positivamente en diferentes fases fenológicas mostrando mejores resultados en variables (altura planta, numero de hojas, longitud y numero de panojas, peso grano, peso panoja y rendimientos) • La aplicación radicular la más efectiva con un rendimiento de 12.5 qq/100m² • La aplicación de bioinsumo con guano no influyo significativamente en el desarrollo del cultivo

Fuente: (Alconz, 2022), (Condori, 2023) & (Maure, 2024)

Las tres investigaciones desarrolladas en los últimos 5 años, como elemento innovador presenta que se ha mejorado el suelo en la producción de quinua, con la incorporación de abonos verdes específicos, resaltando que el tarwi eleva el pH y aumenta fósforo, la cebada tiene buen aporte de potasio, y el haba en la variedad Roja Toledo favoreció al crecimiento en altura; por otro lado, las variedades adaptadas en la región del Altiplano Sur como la Blanca Real y Roja Toledo, responden mejor en rendimiento en suelos de la región de Tauca (Salinas), respecto a la región de Quillas, donde la diferencia sustancial es el grano de mayor diámetro; y la aplicación de bioinsumos radiculares, es más efectiva para mejorar variables vegetativas y productivas, mientras que la incorporación con guano no mostró efectos significativos; en síntesis, las tres investigaciones tienen aportes significativos dirigidos al rendimiento productivos a partir del mejoramiento del suelo.

DISCUSIÓN

Los resultados descritos claramente evidencian que las investigaciones desarrolladas en la Carrera de Ingeniería Agronómica del Departamento de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro entre 2007 al 2024, estuvo en parte influenciado por la importancia económica y social de la quinua en el altiplano boliviano, primordialmente por el auge internacional del cultivo entre 2012 y 2016, período en el que se incrementó significativamente la cantidad de trabajos de titulación vinculados a este cultivo, reflejando la relación directa entre demanda internacional, expansión productiva e interés científico.

Aunque la degradación del suelo se ha constituido en uno de los principales elementos que ha limitado la sostenibilidad y productividad de la quinua, pero las investigaciones en la línea de suelos fueron escasas y que no guardan relación con el problema; ya que de los 50 trabajos identificados en quinua, solo 13 abordaron el recurso suelo (2007 al 2024) y tan solo tres investigaciones entre 2020 y 2024, lo que evidencia una limitada priorización al problema

crítico del altiplano boliviano; contradiciendo las recomendaciones de la FAO (2022), que enfatizan la importancia de la salud del suelo para la seguridad alimentaria, resiliencia climática y sostenibilidad agrícola.

Los estudios recientes reportan en la línea suelos, bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno, texturas arenosas y alcalinidad elevada en los suelos productores de quinua, condiciones que reducen o influyen en la fertilidad, acelerando procesos de erosión y desertificación (Colque & Muriel, 2024); así entonces, la disminución de los rendimientos productivos del cultivo de la quinua en Bolivia, están estrechamente relacionados al deterioro progresivo del recurso suelo y el manejo extractivista de los sistemas productivos; pero contrariamente, los esfuerzos o estudios para la recuperación o el mejoramiento de la calidad suelo son muy ínfimos en la Carrera de Ingeniería Agronómica del Departamento de Agronomía.

Las escasas investigaciones recientes analizadas cualitativamente en el presente estudio muestran que el uso de abonos verdes y bioinsumos generan efectos positivos en las propiedades del suelo y mejoran el rendimiento de la quinua; ya que por ejemplo el tarwi incrementó el contenido de fósforo y mejoró la productividad, mientras que la aplicación de bioinsumos radiculares favoreció al mejoramiento de las variables vegetativas y productivas del cultivo; estos resultados son coherentes con enfoques agroecológicos y de biorremediación que se vienen promoviendo en la recuperación de la fertilidad del suelo.

El presente estudio, claramente evidencia la necesidad e importancia de reorientar las líneas de investigación de la universidad, y concretamente de la unidad académica donde se realizó el estudio, hacia enfoques integrales que incorporen la restauración de suelos, biodiversidad, cobertura vegetal, biotecnología y saberes ancestrales; puesto que la sostenibilidad de la producción de quinua en el futuro, dependerá principalmente de la

recuperación ecológica del agroecosistema y de la capacidad de resiliencia del cultivo, y su entorno frente al cambio climático.

CONCLUSIONES

Es necesario rediseñar los lineamientos de las áreas de investigación en el Departamento de Agronomía, para que los mismos contribuyan estratégicamente al desarrollo del Departamento de Oruro.

La producción de quinua en el altiplano boliviano actualmente enfrenta desafíos por la severa degradación del suelo y la consecuente caída de los rendimientos; pero su producción es primordial para la seguridad alimentaria, la economía y la cultura andina.

En la línea suelos, los bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno, la alcalinidad y texturas arenosas, agrava su vulnerabilidad a la desertificación y al cambio climático; por tanto, son factores que marcan la misión para el Departamento de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro.

Las investigaciones realizadas en el Departamento de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro (UTO) entre 2007 y 2024, muestra que se han producido un total de 264 trabajos de titulación; de los cuales 50 trabajos (18.94%) se enfocaron en la quinua, convirtiéndola en el cultivo más investigado; estos resultados muestran que el interés en la investigación en el área de la quinua estuvo altamente correlacionado con la demanda internacional del grano, alcanzando un pico entre 2012 y 2016, pero disminuyendo significativamente a partir del 2019, aunque se viene recuperando marginalmente desde la gestión 2023.

Las líneas de investigación en quinua, se relacionan con temas estratégicos para el éxito productivo (recursos genéticos, suelo, e innovación tecnológica), sin embargo, el análisis cualitativo revela una desconexión entre la urgencia del problema de la degradación del suelo,

ya que de los 50 trabajos en quinua, solo 13 se enfocaron en la línea de suelos entre 2007 y 2024, y alarmantemente, solo 3 investigaciones en los últimos cinco años (2020-2024), además no reportan investigaciones entre 2020 y 2021, lo que contradice las recomendaciones de organismos internacionales como la FAO, que enfatizan la importancia vital de la salud del suelo para la productividad sostenible y la mitigación del cambio climático.

Finalmente, se hace necesario impulsar espacios de transferencia de conocimiento a productores y entidades que desarrollan acciones, para complementar conocimientos y desde luego integrar además los saberes ancestrales con innovaciones modernas, beneficiando así la inclusión social y el desarrollo rural integral; de lo contrario las investigaciones quedan restringidos a ámbitos académicos, sin lograr un impacto visible en las comunidades productoras y en la sostenibilidad del cultivo de quinua.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Severo Choquecallata Crispin: ha contribuido en la investigación, redacción del borrador original, redacción revisión y edición

Monica Rosa Copa Romero: ha contribuido en la investigación sobre el tema, validación, redacción del borrador

Juan Loayza Aguilar, ha contribuido con la conceptualización y la metodología de la investigación.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que utilizaron la inteligencia artificial como guía y apoyo para este artículo.

REFERENCIAS

- Alconz, G. D. (2022). Rendimiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), con aplicación de abonos verdes en el CEAC, FCAN - UTO, Oruro - Bolivia : Centro Experimental Agropecuario Condoriri - FCAN - UTO.
- Ayala, O. R., & Almanza, M. V. (2021). Almacenamiento de carbono orgánico en suelos agrícolas de la zona intersalar potosino en diferentes tipos de uso . ResearchGate - Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 7-19.
- Barrientos, E., Carevic, F., & Delatorre, J. (2017). La sustentabilidad del altiplano sur de Bolivia y su relación con la ampliación de superficies de cultivo de quinua. SciELO - Idesia (Arica), 1-9.
- Buraschi, M., Amato, C. N., & Pereti, M. F. (2025). Retos y oportunidades en la cadena de valor de la quinua en Argentina, a diez años del boom. Ciencia Tecnología Agropecuaria.
- Calle, C., Bonifacio, A., Villca, M., Aroni, G., Alcón, M., Lopez, S., & Singh, R. (2020). Arbusto y pastos para restablecer la cobertura vegetal en zonas áridas del sur de Bolivia 2020. La Paz - Bolivia: Fundación PROINPA. Retrieved from https://www.proinpa.org/web/pdf/Agrobiodiversidad/Arbustos%20y%20pastos_web.pdf
- Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. M. (2022). Quinua (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. SciELO - Scientia Agropecuaria. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172022000300209
- Cárdenas, J., Urquiza, O., Cárdenas, M., Fernandez, R., & Orzag, V. (2015). Degradación de suelos y tipología de productores para la sostenibilidad del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) en el intersalar del departamento de Oruro, Bolivia.

Revistas Boliviana - Aphotapi, 58-68. Retrieved from
http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-93822015000100008&lng=es&nrm=iso

Carrera de Ingeniería Agronómica . (2022). Rediseño Curricular Carrera de Ingeniería Agronómica . Oruro - Bolivia : Departamento de Agronomía - Facultad de Ciencia Agrarias y Naturales - Universidad Técnica de Oruro .

Castro, O. D., & Valdivia, A. (2025). La sistematización teórica y metodológica de los fundamentos del Sistema de Gestión de las Ciencias, las Tecnologías y la Innovación para el Desarrollo Sostenible . Dialnet - Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 163-177.

Colque, O., & Muriel, B. (2024). Análisis de fertilidad de suelos en parcelas de producción de quinua orgánica en comunidades del Altiplano Sur de Bolivia. Development Research Working Paper - INDESAD.

Condori, S. (2023). Influencia de los salares en el cultivo de la quinua real (*Chenopodium quinoa* Willd) basados en el comportamiento agronómico y rendimientos en las zonas de estudio del municipio de Salinas de Gari Mendoza y municipio de Quillacas del departamento de Orur. Oruro - Bolivia : Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales - Universidad Técnica de Oruro .

Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (Asamblea Constituyente febrero 7, 2009).

FAO. (2014). Recetario Internacional de la Quinua - Tradicion y Vanguardia . La Paz Bolivia : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2022, agosto 25). Alianza Mundial para la Salud del Suelo (AMS). Retrieved from Manejo sostenible de la fertilidad de los suelos para mitigar el cambio climático:

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/586a4eaf-8afc-45a7-add0-b84f7955dac1/content>

- Franco, A., Arias, S., Anaya, S. E., & Muñoz, D. (2021). Perspectivas tecnológicas y nutricionales de la quinua (*Chenopodium quinoa*): un pseudocereal andino funcional . *Revista Española de Nutrición Comunitaria* , 229-235.
- Gonzales, E. M., Cortes, C., Blanco, R., & Loayza, J. (2024). Microorganismos endófitos una evaluación de su importancia en la agricultura ecológica. *Dialnet - LATAM*, 1186 – 1194.
- Mamani, L., Huayllas, M., & Patiño, M. A. (2020). Sistematización y análisis de las investigaciones realizadas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Facultad de Agronomía de la U.M.S.A. . *Revista Estudiantil AGRO – VET* , 521-529.
- Maure, A. R. (2024). Técnicas suplementarias con Fertilizantes sólidos y líquidos en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) fertilidad de suelo y grano en el altiplano central de Bolivia. Oruro - Bolivia : Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales - Universidad Técnica de Oruro .
- MDRyT. (2017). Estrategia Sectorial de la Quinua. La Paz - Bolivia: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras - Viceministerio de Desarrollo Rural Agropecuario.
- MDRyT. (2023). Libro de Resúmenes. VIII Congreso Mundial de la Quinua. La Paz - Bolivia: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras - Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras . (2009). Política Nacional de la Quinua - Diagnostico del Complejo Productivo de la Quinua . La Paz - Bolivia : MDRyT.
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural . (2025). Oruro, Industrial y Productivo . La Paz - Bolivia : Dirección General de Análisis Productivo, Industrial y Economía Plural - MDPyEP, .

- Muriel, B., Aliaga, J., & Garcia, L. (2025). Empleos verdes y tecnologías agrícolas sostenibles: El caso de la producción de quinua en los países andinos. Development Research Working Paper - Institute for Advanced Development Studies (INESAD). Retrieved from <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/322190/1/1928532535.pdf>
- Pinedo, R. E., Gomez, L., & Julca, A. (2018). Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Redalyc - Ecosistemas y Productos Agropecuarios, 399-409. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/3586/358662587003/html/>
- Plata, W., Barrientos, E., & Quispe, R. C. (2021). Auge y Caidad de la Producción de la Quinua - Factores que impulsaron el auge de la quinua . La Paz - Bolivia : AOPEB - APROSAR - REMTE- TIERRA .
- Rodriguez, M. A., Hernandez, G. S., & Busa, P. A. (2022). Perspectivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos etivas en Biorremediación para la recuperación de suelos salinos. Researchgate - Revista Guarracuco Sostenible, 76 - 92. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/369062747_Perspectivas_en_Biorremediacion_para_la_recuperacion_de_suelos_salinos
- Sosaya, L. R., Zegarra, R. M., Anegales, N. A., & Jiménez, J. D. (2024). El rol de la universidad en el desarrollo social de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI. Dialnet - Revista de Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico, 40-47. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9620742>
- Tahat, M. M., Alanabeh, K. M., Othman, Y. A., & Leskobar, D. I. (2020). Soil health and sustainable agriculture. Sustainability. doi:<https://doi.org/10.3390/su12124859>
- U4Impact. (2023, agosto 24). Marco teórico: 8 consejos para comenzar a redactarlo. Retrieved from <https://www.u4impact.org/marco-teorico>

Universidad Privada Boliviana. (2024). La agricultura boliviana del siglo XXI: la experiencia de la quinua. Cochabamba: Ediciones UPB.

Vargas, M. (2013). Congreso Científico de la Quinua - Memoria . La Paz - Bolivia : MDRyT - Iniaf - CIQ - IICA.

VIII Congreso Mundial de la Quinua Bolivia. (2023). Presentacion del Programa del VIII Congreso Mundial de la Quinua. Potosi - Bolivia: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Retrieved from <https://dipgis.umsa.bo/wp-content/uploads/2023/10/Congreso-Mundial-Quinua.pdf>