

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRÍSTOBAL DE
HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**



TESIS:

**Evaluación de la eficiencia y rentabilidad de quinua (*Chenopodium
quinoa*) con la utilización de fertirriego en la comunidad de
Llachoccmayo - Ayacucho**

Para optar el grado académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN
GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR:

Bach. Juan Victor FLORES MARTINEZ

ASESOR:

Msc. Jaime Leonardo BENDEZU PRADO

AYACUCHO - PERÚ

2025

Dedico este trabajo
a mi familia, que son y
serán mi pilar fuerte

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en especial a la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Mención Gerencia de Proyectos y Medio Ambiente y al cuerpo docente por sus lecciones para mis éxitos académicos a la comunidad educativa por sus lecciones para mis éxitos académicos.

Al Msc. Bendezú Prado, Jaime Leonardo por su orientación en este trabajo, por su orientación en este trabajo de tesis. A mis compañeros y amigos académicos por sus saberes y contribuciones durante el proceso de aprendizaje.

A los comuneros de Llachoccmayo, por haber sido participes en el respaldo de esta investigación

.

ÍNDICE

ÍNDICE	Pág.
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	xi

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Descripción de la situación problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	5
1.3. Objetivos.....	5
1.4. Justificación.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Bases teóricas.....	13
2.3. Bases conceptuales.....	20

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis.....	27
3.2. Variables.....	27
3.3. Operacionalización de variables.....	28
3.4. Tipo y nivel de investigación.....	28
3.5. Método.....	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.7. Procesamiento de datos.....	31
3.8. Validez y confiabilidad de instrumentos.....	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de las parcelas de investigación de las tres variedades.....	34
--	----

4.2. Resultados de la eficiencia productiva del cultivo.....	37
4.3. Discusión de resultados.....	46

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	48
Recomendaciones.....	50
Referencias bibliográficas.....	51

ANEXO

Anexo 01 Matriz de consistencia	56
Anexo 02 Fotos.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rendimiento promedio de quinua en la región Ayacucho.....	36
Figura 2: Comparativo de costos, rendimiento y margen neto con el uso de la tecnología.....	36
Figura 3: Costos unitarios por año comparativo Ayacucho y la costa.....	37
Figura 4: Comparativo de costos unitarios y precio de venta con la aplicación de tecnología.....	38
Figura 5: Comparativo económico de tres variedades de quinua.....	39
Figura 6: Comparativo económico de costo unitario y precio de venta por variedad	41
Figura 7: Comparativo de rentabilidad de la parcela frente al promedio regional	42
Figura 8: Parcela de investigación con incidencia de granizo.....	43
Figura 9: Parcela de investigación con incidencia de aves	43
Figura 10: Parcela de investigación después de incidencia	44
Figura 11. Producción tradicional de cultivo de quinua con uso de insumos dañinos.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valor nutricional.....	16
Tabla 2 Datos de la parcela de investigación	35
Tabla 3 Datos de rendimiento costa	38
Tabla 4 Datos de rendimiento Ayacucho.....	38
Tabla 5 Comparativo de consumo de agua.....	45
Tabla 6 Comparativo de costo de insumos fertilizantes.....	45

Resumen

El propósito central de este estudio de investigación fue describir la eficiencia y la rentabilidad de la aplicación de fertirriego en la producción de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho, que permitió diagnosticar, organizar y elaborar una serie de eventos de estrategias que formaron parte de la mejora en el programa de rentabilidad económica de la quinua en la región de Ayacucho, distrito de Chiara. La metodología fue un diseño no experimental, de nivel descriptivo correlacional, de corte transversal y de enfoque cuantitativo. La muestra estuvo constituida por un área de cultivo de 0.75 Ha en el programa, seleccionados a través de un muestreo no probabilístico e intensional. La recopilación de datos se realizó a través de una guía de observación. Para el presente estudio se realizó cambios estratégicos en el programa de estudio, que tuvieron como estrategia principal el análisis retrospectivo de los costos operativos con el fin de conseguir la sostenibilidad del mismo, y que impacten positivamente el medio ambiente, la eficiencia de ahorro del agua y la rentabilidad económica. Con dichos cambios, se logró mejorar la producción e incrementar la rentabilidad del cultivo de la quinua blanca en un 43.4% seguido de la quinua negra en 36.7% y la quinua roja en un 35.5%. La puesta en marcha de la estrategia demandó personal formado y dedicado en el desarrollado de manera adecuada el programa, así como también los servicios de los vecinos de la comunidad que se comprometieron con el tema de cuidado del medio ambiente y participar activamente. Para el análisis estadístico descriptivo se tuvo como resultado el análisis de eficiencia y rentabilidad, la comparación de costos según las parcelas de investigación las dificultades que se presentaron durante la investigación. Los resultados obtenidos determinaron que existe una asociación entre la eficiencia y la rentabilidad del cultivo de la quinua con la obtención de mejores rendimientos.

Palabras clave: Quinua, Fertirriego, eficiencia y rendimiento.

Abstract

The main objective of this research work was to describe the efficiency and profitability of the application of fertigation in quinoa production in the community of Llachoccmayo – Ayacucho, which allowed diagnosing, planning and designing a series of strategies that were part of the improvement. in the economic profitability program of quinoa in the Ayacucho region, Chiara district. The methodology was a non-experimental design, descriptive correlational, cross-sectional and quantitative approach. The sample consisted of a crop area of 0.75 Ha in the program, selected through non-probabilistic and intentional sampling. Data collection was carried out through an observation guide. For this study, strategic changes were made in the study program, whose main strategy was the retrospective analysis of operating costs in order to achieve its sustainability, and to positively impact the environment, water saving efficiency. and economic profitability. With these changes, it was possible to improve production and increase the profitability of the cultivation of white quinoa by 43.4%, followed by black quinoa by 36.7% and red quinoa by 35.5%. The implementation of the strategy required trained personnel committed to the proper development of the program, as well as the services of community residents who were committed to the issue of caring for the environment and actively participating. The descriptive statistical analysis resulted in the analysis of efficiency and profitability, the comparison of costs according to the research plots, and the difficulties that arose during the research. The results obtained determined that there is an association between the efficiency and profitability of quinoa cultivation with obtaining better yields.

Keywords: Quinoa, Fertigation, efficiency and performance.

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Se trata de una planta de cultivo originaria de la Región Andina de Sudamérica, que fue domesticada hace miles de años por las civilizaciones antiguas de la región. En Sudamérica, la quinua se cultiva en zonas geográficas que fluctúan entre el nivel del mar y los 4000 metros sobre el nivel del mar, en regiones con precipitaciones que oscilan entre 0 y 1000 mm, en terrenos de variadas texturas y con un rango de pH que oscila entre 4 y 9 grados. Dentro de un espectro de temperaturas que varían entre cero y más de 30°C, los factores que propician mayor estrés incluyen fenómenos como las sequías, las heladas, la salinidad, las plagas y otros elementos. Finalmente, la tecnología utilizada en su cultivo presenta variaciones significativas, desde la tecnología tradicional hasta la contemporánea de alta sofisticación.

La producción del país se clasifica en: Ayacucho (23,4%), Puno (39,6%), Apurímac (11,9%) y Arequipa (8,6%) son las regiones con mayor proporción. En el año 2020, se observó un incremento del 12% en la producción, atribuible a la elevación de la producción en Ayacucho (48%), Puno (0,2%), Apurímac (5%), Cusco (60,2%), Junín (22%) y Arequipa (2,2%). El proceso de producción de quinua demanda la implicación de 68 739 productores. A lo largo del año 2020, las exportaciones de quinua ascendieron a 51,7 mil toneladas, lo cual indica un incremento del 4% en comparación con el año 2019. Sin embargo, el valor se redujo en un 7,7% al acumular US\$ 126,3 millones, atribuible a la disminución en los precios. La estación vegetal se extiende durante seis meses. La producción máxima de quinua se registra entre los meses de abril y junio, constituyendo el 78.2% del total. Las tareas de plantación efectuadas entre agosto de 2020 y abril de 2021 ascendieron a 70,2 mil hectáreas, lo que representa un incremento del 5,8% en comparación con el mismo periodo de la temporada 2019-2020. Esta fluctuación positiva determinó que la superficie recolectada de quinua experimentó un incremento del 8,3%.

Durante el periodo comprendido entre agosto de 2020 y mayo de 2021, el avance en las plantaciones de quinua ascendió a 70,7 mil hectáreas, lo que representa un incremento del 5,6% en comparación con el mismo periodo de la campaña 2019-2020. Esta circunstancia estaría induciendo un incremento en la producción, particularmente durante el primer semestre de 2021. Las previsiones de cultivo de quinua para el periodo 2021-2022 ascienden a 77,1 mil hectáreas, lo que representa un incremento de 9,8 mil hectáreas (14,6%) en comparación con la media de las cinco campañas precedentes. Las siembras de mayor relevancia a nivel nacional tendrían lugar entre septiembre y noviembre, constituyendo el 84% del total. Apurímac, Cusco, Junín, Ayacucho, Puno y Junín serían las áreas que tendrían un incremento en sus cultivos de quinua.

La estructura del estudio se articula en cuatro capítulos. El Capítulo 1 expone la formulación del problema, que alude a la problemática presente en la investigación, especificando sus objetivos, interrogantes, fundamentación, restricciones y amplitud. En el capítulo 2, se presenta el marco teórico, el capítulo 3 detalla la técnica de investigación metodológica, mientras que el capítulo 4 expone los hallazgos y los debates de la investigación.

Las aportaciones más relevantes de la investigación se fundamentan en la configuración de un marco para investigaciones futuras en este ámbito de la agricultura orgánica. Los hallazgos derivados resultarán beneficiosos para los expertos profesionales de la comunidad de Llachoccmayo, el Gobierno Regional, los estudiantes y docentes del ámbito de las ingenierías de las Universidades Nacionales e Internacionales, entre otros participantes.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Descripción de la situación problemática.

1.1.1. Realidad Internacional.

En pocos años, la quinua, reconocida como la quinua, será objeto de una promoción global "el grano de oro", ha despertado el interés global por sus valores proteínicos beneficiosos para potenciar cualquier alimentación, razón por la cual numerosos países del mundo exigen la entrega regular y sostenida del producto. Es un producto exclusivo de las zonas altoandinas de Perú y Bolivia, Su relevancia ha superado los límites y hoy en día se persigue con fervor la quinua en diversos mercados como los de Estados Unidos, Europa y Asia.

Perú persiste como el principal productor global de quinua con 79,269 toneladas en 2017, lo que representa el 53.3% del total de este grano andino. Bolivia y Ecuador le siguen con un 44% y un 2.7%, respectivamente, de acuerdo con datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La quinua es el segundo cultivo de mayor importancia en la región de Ayacucho, después del cultivo de la papa, por ello la producción de este cultivo, cuya comercialización es dirigida hacia los mercados internacionales, genera impactos positivos en aspectos económicos y sociales de la población. Sin embargo, en los últimos años se viene apreciando que estos países demandan este producto bajo criterios exigentes de calidad, motivo por el cual muchas veces la quinua producida en la Región con fines de exportación no es aceptada; ocasionando pérdidas económicas en los diferentes actores de la cadena productiva.

Esta problemática se puede apreciar de manera más clara en el Distrito de Chiara, ubicado en la provincia de Huamanga en el Departamento de Ayacucho a 3,600 m.s.n.m. el cual posee condiciones agroecológicas naturales adecuadas para la producción de quinua. Actualmente en el distrito de Chiara la mayoría de los productores cultivan la quinua de manera tradicional es decir dependiendo de las lluvias, por lo que el factor climático es muy

determinante en la obtención de rendimientos, muy aparte de la aplicación de insumos no permitidos que también bajan la calidad del producto.

A pesar de que se tiene conocimiento de esta problemática, los actores de la cadena productiva no realizan acciones que permitan revertir esta situación, identificándose que cada vez existan mayor cantidad de productores que producen altas cantidades de quinua sin importarle. El producto debe ser de alta calidad para su comercialización en el mercado local, obteniendo incluso menor rentabilidad. A la vez la mayoría de los productores en el distrito de Chiara, continúan con la forma tradicional de la producción del cultivo dependiendo de las lluvias para la emergencia y desarrollo del cultivo y que justamente coincide con la incidencia de las malezas, las cuales generan mucha competencia al cultivo que en algunos casos llegan a ganar a la quinua y el agricultor no tiene más remedio que cambiar el cultivo. Además de ello el hecho de esperar las aguas de las lluvias que en muchos casos se dan en el mes de noviembre hace que la incidencia de las heladas en enero o febrero del presente año coincida con las etapas críticas del cultivo, es decir justamente las heladas caen cuando el cultivo está en inicios de floración en donde las bajas temperaturas causan las pérdidas del grano, lo cual resulta muy perjudicial en la obtención de rendimientos del grano.

Con la propuesta se pretende brindar una nueva alternativa de producción de la quinua aplicando el fertirriego por goteo garantizando su inocuidad y la calidad exigidas para exportación, además la propuesta pretende anticipar la siembra y la emergencia del cultivo focalizando el riego únicamente en donde se encuentran las semillas, con ello adelantar la emergencia del cultivo y ganar a las malezas; ya que en el modelo de siembra tradicional la emergencia del cultivo y las malezas vienen juntas porque las lluvias riegan todo el campo de cultivo, por ello el productor invierte hasta en tres deshierbes lo cual incrementan los costos de producción, además se pretende minimizar los efectos de las heladas en los puntos críticos de

la fenología del cultivo, sobre todo en la formación del grano, ya que el cultivo ya estará avanzado cuando se presenten las heladas.

Por ello, el estudio se justifica porque contribuyó con la obtención de mayor información sobre la implementación de tecnologías emergentes para la adquisición de la obtención de datos de mejores rendimientos y por ende mayor rentabilidad del cultivo, además de obtener el grano de quinua con las exigencias del mercado para su fácil comercialización, ya que la producción contará con los estándares de calidad exigidas por la empresas exportadoras; por todo ello es necesario dar nuevas herramientas y alternativas de producción a nuestros agricultores para mantener la sostenibilidad del cultivo.

1.1.2. Realidad Nacional.

Según los datos estadísticos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), se informa sobre la gestión del cultivo de quinua en tres naciones andinas: Bolivia, Ecuador y Perú son los países donde nuestra nación se transformó en el principal productor de quinua a nivel global desde el 2014, superando ampliamente a Bolivia, basado en la gradual expansión del límite de este cultivo y en un leve incremento en las producciones por hectárea.

En realidad, la producción de quinua durante el 2020 no se vio impactada por la pandemia de la COVID-19, Dado que las cosechas comienzan en la mayoría de los departamentos productores del país a partir del segundo trimestre, se observó un aumento del 11,9% en comparación con el año 2019. Sin embargo, la pandemia sí impactó en las exportaciones, ya que volvieron a disminuir por segundo año consecutivo. En 2020, el peso neto exportado experimentó una caída del 6,0% respecto a la del 2019, sin embargo, el descenso en valor fue superior, alcanzando el 15,9%, debido a la reducción de los precios globales.

Solo unos reducidos conjuntos de productores a nivel nacional utilizan la tecnología de fertirriego por goteo, un caso representativo es en La libertad, concretamente en la zona de San Pedro de Yoc; en la que los rendimientos alcanzan los 4500 kilogramos por hectárea mediante la aplicación de esta tecnología, en la variedad de quinua blanca Altiplano.

1.1.3. Realidad Local.

Ayacucho es el segundo mayor productor de quinua de la nación, contribuyendo con un promedio del 23,4% a la producción del país. A diferencia de Puno, se distingue por que la dinámica productiva se produce durante todos los meses del primer semestre, incluso si el periodo de marzo a junio es el de mayor acumulación de cosechas. Alrededor del 95% de la producción anual del departamento se genera durante el primer semestre del año; Puno es el único que lo supera, departamento donde se recolecta el 100% de acuerdo con las proyecciones, Existiría una cierta reducción de las cosechas durante el periodo de febrero a abril, debido a un aplazamiento en las siembras al comienzo de la campaña, Así pues, se proyecta un aumento de la producción en mayo y más en junio, lo que permitiría una recuperación notable de la producción a lo largo del semestre; No obstante, no sería suficiente para equiparar el nivel de producción alcanzado en el mismo semestre del año anterior. En la región Ayacucho, la quinua se planta de forma tradicional, confiando en el agua de las precipitaciones para su surgimiento y producción, En la conocida campa chica, un pequeño grupo cultiva el cultivo mediante un riego por aspersión y gravedad, lo que no resulta lucrativo ni tampoco maximiza la utilización del agua.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia y rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la eficiencia productiva mediante la utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho?
- b. ¿Cuál es la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho?
- c. ¿Cuál es el impacto ambiental que genera la utilización de fertirriego por goteo en la producción de quinua?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Describir la eficiencia y la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Describir la eficiencia productiva mediante la utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho.
- b. Determinar la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho.
- c. Determinar el impacto ambiental que genera la utilización de fertirriego por goteo en la producción de quinua.

1.4 Justificación

Actualmente se viene observando que la producción de quinua en el distrito de Chiara se desarrolla con escasas tecnologías y mediante prácticas agrícolas inadecuadas, ocasionando la obtención del producto de baja calidad, los cuales son comercializados solamente en los mercados locales, regionales y nacionales, siendo rechazado por los demandantes internacionales quienes ofrecen mejores precios, pero que tienen mayores exigencias de calidad del producto.

A pesar de que se tiene conocimiento de esta problemática, los actores de la cadena productiva no realizan acciones que permitan revertir esta situación, identificándose que cada vez existan mayor cantidad de productores que producen altas cantidades de quinua sin importarle el producto es de alta calidad para su venta en el mercado local, obteniendo incluso menor rentabilidad. A la vez la mayoría de los productores en el distrito de Chiara, continúan con la forma tradicional de la producción del cultivo dependiendo de las lluvias para la emergencia y desarrollo del cultivo y que justamente coincide con la incidencia de las malezas, las cuales generan mucha competencia al cultivo que en algunos casos llegan a ganar a la quinua y el agricultor no tiene más remedio que cambiar el cultivo. Además de ello el hecho de esperar las aguas de las lluvias que en muchos casos se dan en el mes de noviembre hace que la incidencia de las heladas en el mes de enero o febrero coincida con las etapas críticas del cultivo, es decir justamente las heladas caen cuando el cultivo está en inicios de floración en donde las bajas temperaturas causan las pérdidas del grano, lo cual resulta muy perjudicial en la obtención de rendimientos del grano.

Con la propuesta se pretende brindar una nueva alternativa de producción de la quinua aplicando el fertirriego por goteo garantizando su inocuidad en cuanto a pesticidas, además con la propuesta se quiere anticipar la siembra y la emergencia del cultivo, para ganar a las malezas ya que en el modelo de siembra tradicional el productor invierte hasta en tres deshierbes lo cual suman en los costos de producción, además de ello al adelantar el cultivo se pretende minimizar los efectos de las heladas en la formación del grano.

Por ello, el estudio se justifica porque contribuirá con la obtención de mayor información sobre la aplicación de nuevas tecnologías para la obtención de mejores rendimientos y por ende mayor rentabilidad del cultivo, además de obtener el grano de quinua con las exigencias de calidad exigidas por el mercado para su fácil comercialización, ya que la producción contará con los estándares de calidad exigidas por la empresas exportadoras; por lo

tanto, es imprescindible proporcionar a nuestros agricultores nuevas herramientas y opciones de producción para preservar la sostenibilidad del cultivo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Esta tesis se basa en la revisión bibliográfica de las siguientes tesis y artículos:

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Ataucusi et al., (2023) en su artículo denominado “La Eficiencia de la producción de quinua en zonas altoandinas: el caso de Puno-Perú”, su objetivo de esta investigación fue realizar una evaluación de la eficacia técnica y financiera en la producción de quinua en el Departamento de Puno, Perú, Mediante la implementación del modelo de la función de producción estocástica. Se llevaron a cabo encuestas individuales a 461 productores, las cuales fueron segmentadas en función de su cultura (quechua y aymara) y su región agroecológica (Circunlacustre, Suni y Puna). Los hallazgos mostraron que los aymaras tienen una eficiencia superior a la de los quechuas. En términos agroecológicos, la región Suni muestra una eficiencia técnica superior en el cultivo de quinua (0.74) en comparación con otras áreas. La media de todas ellas alcanzó el 0.68. Adicionalmente, se descubrió que en áreas donde prevalecen prácticas de producción tradicionales la eficiencia técnica explica mejor la relación entre los insumos y los productores, ya que en su mayoría estos se sienten motivados a garantizar su seguridad alimentaria, en tanto, lograr eficiencia en costos.

De acuerdo con Suarez et al., (2021) en su trabajo de investigación denominado "Exportación de productos modificados de la quinua originaria de Cundinamarca a la Unión Europea". La búsqueda de nuevos productos de exportación que proporcionen a la nación la habilidad para expandir su gama de productos en el extranjero ha llevado a las personas a buscar nuevos productos para exportar y las compañías se ajusten a las nuevas circunstancias de los mercados globales, La concepción de la utilización del agro como motor económico se transforma en un impulsor económico atractivo que, en contraste con otros productos del

espectro de exportación, se distingue por su atractivo económico, deteriora la tierra y sus recursos de manera abrupta y riesgosa, y proporciona a los individuos la posibilidad de instaurar industrias o cadenas de producción competitivas frente a los mercados globales. Como producto originario de Colombia, la quinua exhibe atributos que la diferencian de numerosos productos consumidos diariamente a nivel global. Este es el catalizador del avance agroindustrial, productivo y de cambio en Colombia. Así, el propósito del proyecto es fomentar los cultivos de quinua en Colombia con el fin de desarrollar, mediante una estrategia de diferenciación impulsada por la estrategia de Marca País, una corporación lucrativa que se sustente en la tierra colombiana y se transforme en productos de gran escala en toda la Unión Europea. España se postula como el primer país al que se aspira entrar, siendo España el primer país al que se aspira entrar.

2.1.2. Antecedentes nacionales

El objetivo de De la Cruz (2023) en su disertación titulada "Análisis de tendencias de producción y exportación de la Quinua Peruana (Qp), periodo 2012-2022", consistió en analizar las tendencias de producción y exportación de quinua peruana, con el objetivo de comprender su evolución y su impacto en la seguridad alimentaria global. Se recurrió a un enfoque cuantitativo ex post facto, de diseño longitudinal y de tendencias, basado en datos cuantificables obtenidos de instituciones especializadas en la quinua. Los descubrimientos señalan que la producción de quinua en Perú experimentó un incremento del 40.18%, alcanzando un total de 970,315.57 toneladas métricas durante el periodo específico. Asimismo, las exportaciones experimentaron un aumento del 63.71%, alcanzando un total de 450,941 toneladas métricas. Se identificó una disparidad de 519,374.57 toneladas métricas entre la producción y exportación de quinua en Perú, evidenciando una tendencia ascendente del 5.03%. Estos descubrimientos indican que la quinua peruana ha contribuido significativamente a la seguridad alimentaria a nivel mundial, satisfaciendo aproximadamente el 50.53% de la

demanda global a través de las exportaciones. Sin embargo, persiste una laguna de 441,426 Toneladas métricas, que representa el 49.47% de la demanda total, lo que sugiere que otros países podrían estar satisfaciendo dicha demanda. Por lo tanto, se recomienda continuar con la investigación y la promoción de políticas públicas que fomenten la producción y transformación de la quinua en las regiones productoras, con el objetivo de optimizar su capacidad productiva y contribuir de manera más significativa a la seguridad alimentaria a nivel global.

Según De La Vega Peña (2022) en su estudio titulado "Análisis de la fenología, morfología y rendimiento de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Will) bajo condiciones agroecológicas de Vilcabamba - Grau - Apurímac", el objetivo primordial fue examinar el comportamiento fenológico, morfológico y productivo de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Will) bajo condiciones agroecológicas en el distrito de Vilcabamba, perteneciente a la provincia de Grau - Apurímac. La comunidad se compuso de seis tipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Will), obtenidos de la INIA de Cusco y distribuidos en un esquema de diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones y 18 unidades de investigación. El estudio alcanzó una escala explicativa. Empleó un diseño experimental, dado que manipuló la variable bajo estudio de forma intencionada. El diseño se realizó utilizando diversas muestras y variados niveles de la variable experimental, cuyos resultados se presentaron tanto de forma textual como gráfica. Para concluir, las características fenológicas, morfológicas y productivas de seis variedades de *Chenopodium quinoa* Will, que se presentan a continuación, exhiben una discrepancia significativa entre las variedades con un nivel de confiabilidad del 95%, dado que el valor de $Pr(>F)$ es notablemente inferior a 0.05. Además, se corroboró mediante el análisis de Tukey, que alcanzó un grado de fiabilidad del 95%.

Según Villafuerte (2019) en su investigación titulada "Regímenes de riego en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo sistema de goteo". La finalidad consiste en discernir la reacción de tres sistemas de riego en términos de crecimiento, rendimiento y calidad de los granos. Este experimento fue llevado a cabo en la Unidad de Investigación en Riegos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Las cuatro propiedades examinadas fueron: Los sistemas de irrigación que se fundamentaban en la lámina superior incluían: Los sistemas de riego fundamentados en la lámina superior incluyeron: V1 = La Molina 89, V2 = Salcedo INIA, V3 = Pasankalla y V4 = Negra Collana; y los sistemas de riego basados en la lámina superior comprendieron: R1 asigna 4800 m³/ha (100% de la Necesidad Total de Riego), R2 asigna 4200 m³/ha (87,5% RRT) y R3 asigna 3600 m³/ha (75% RRT). La metodología experimental empleada consistió en la división de parcelas. Se llegó a la conclusión de que el sistema de riego ejerció una influencia significativa en las variedades de quinua en aspectos como la longitud de la panoja principal, el área foliar, la materia seca de la panoja, la materia seca total, el rendimiento del grano, el peso de la planta por grano, la cantidad de granos por planta, todos los tamaños de granulometría, todos los parámetros agronómicos y el índice de rendimiento. En términos generales, La Molina 89 emergió como la variedad con el rendimiento más elevado, la eficiencia en la utilización del agua (en los Estados Unidos) y el índice de rentabilidad aplicando R1, alcanzando los 7343 kg/ha, 1,53 kg/m³ y el 176,6%, respectivamente. Adicionalmente, también logró el porcentaje más elevado de granos de gran tamaño. En última instancia, se estableció que el sistema de riego no influye en la proporción de proteínas y saponinas presentes en las variedades examinadas.

Según Rosas (2019) en su investigación titulada "Rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (Amaranthaceae), el estudio se llevó a cabo en cuatro densidades de siembra en condiciones de terreno arenoso, empleando el cultivar Salcedo INIA. El objetivo

fue contribuir a la comprensión de los efectos de la densidad poblacional, evaluando el rendimiento en kilogramos por ha y otros parámetros relacionados. La configuración estadística se fundamentó en bloques completos aleatorios (DBCA), mientras que la evaluación estadística se basa en el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan para el 0.05% de significación. Con base en los resultados obtenidos, se observa una correlación negativa entre la altura de las plantas y la cantidad de panojas, mientras que el diámetro de las mismas y el tamaño del tallo presentan una correlación positiva al disminuir la densidad, lo que evidencia diferencias significativas en estos parámetros. Sin embargo, el tamaño y peso de 1000 granos no exhibieron fluctuaciones significativas. Los dos parámetros pueden ser atribuidos a la preponderancia de las características genéticas. En relación con el rendimiento de kg/ha, también se observaron fluctuaciones significativas, donde los resultados más sobresalientes se lograron con densidades de 400 a 500 mil plantas por ha. El origen potencial de estos hallazgos en el cultivo de salcedo INIA bajo condiciones de suelo arenoso puede ser atribuido a la competencia existente en el cultivo de quinua por agua, luz y nutrientes. En este procedimiento, una densidad incrementada resulta en una reacción adversa en el rendimiento, mientras que una densidad reducida resulta en una producción insuficiente de granos para alcanzar el rendimiento máximo de kg/ha.

2.1.3. Antecedentes regionales

Según Urbano (2019) en su disertación titulada "Instalación de un sistema de fertirriego por goteo y efecto del ácido húmico en la productividad de quinua negra (*Chenopodium quinoa* W.) en Canaán, 2735 msnm - Ayacucho", la finalidad de este estudio consistió en diseñar, implementar, evaluar el sistema de fertilizante por goteo y determinar el efecto de los ácidos húmicos en el rendimiento de la quinua Negra Collana (INIA-420). La tarea se ejecutó en tres campañas, la primera de las cuales comprendió el diseño agronómico, hidráulico e instalador durante el periodo (2013 - 2014). La segunda campaña se llevó a cabo

en 2014, denominada campaña chica; en esta se implementó quinua amarilla con el objetivo de obtener un informe de la dosis de fertilizante soluble. La tercera campaña se desarrolló durante los meses de abril y noviembre de 2015, implementando quinua negra y añadiendo el factor correspondiente a la dosis de ácido húmico presentes en el TERRAMAR (0, 25, 50, 75 y 100 kg/ha). El sistema de riego se implementó en una superficie de 1884 metros cuadrados, de los cuales 942 metros cuadrados fueron destinados para la investigación y evaluación, mientras que 744 metros cuadrados fueron destinados para la investigación del ácido húmedo en cuestión. Se aplicó el Diseño Randonizado Completamente para el efecto del ácido húmedo, efectuándose cinco tratamientos y tres repeticiones, lo que condujo a un total de 15 unidades experimentales. La evaluación estadística se fundamentó en el análisis de varianza y en la prueba de contraste de Duncan. Las características evaluadas en términos de rendimiento se centraron en la naturaleza productiva del cultivo. Los descubrimientos derivados fueron: La lámina disponible en la región radicular es de 35.95 mm/zr, representando el 66% de las áreas sin irrigación. Se observó un intervalo de tres días, una lámina bruta de 19.90 mm, horas de riego diarias de 1.7 h/día y un caudal requerido de 9.30 m³/h. Se utilizó una electrobomba centrífuga de dos HP de una sola fase. Los componentes del cabezal comprenden una válvula de aire, un dispositivo de inyección Venturi, un caudalímetro y cilindros destinados a la fertilización. Se construyó un depósito de 50 m³ revestido con geomembrana de HDPE, con una superficie de paño de 112 m² y un espesor de 0.75 mm. Se recurrió a cintas EURODRIP clase 8000, con una presión de trabajo de 1.00 Bar, un flujo de 0.8 l/h y un diámetro interno de 16.10 mm; para la red principal se estableció un diámetro de 63 mm HDPE PN8 y para la red lateral de 32 mm HDPE PN6, respectivamente. Durante la fase de expansión (158 días), se necesitó un volumen de 526 m³/942m², con un coeficiente de uniformidad del 89.71 %. La morfología geométrica del bulbo húmedo se caracteriza por ser un elipsoide truncado con una superficie de 15 cm y una profundidad máxima de 23 cm en un intervalo de 2.5 horas. La dosis

aplicada (100 kg/ha) condujo a un rendimiento de 7992.67 kg/ha, en contraste con el testigo que registró un rendimiento de 5085.67 kg/ha.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Factores que influyen sobre el régimen de riego

Vásquez (2000) enfatiza que la finalidad del riego radica en reintegrar al suelo la cantidad de agua consumida, proporcionando al cultivo las condiciones de humedad apropiadas para optimizar la producción.

Avidan (1994) indica que existen múltiples factores que influyen en el sistema de riego, entre los que se incluyen el suelo y sus propiedades físicas, el potencial de agua del suelo, el periodo de vegetación, las condiciones meteorológicas y el sistema de riego en sí mismo. Comprender estos componentes permite identificar el sistema de riego idóneo para cada cultivo, con la finalidad de alcanzar resultados óptimos.

2.2.2. Riego localizado

Avidan (1994) sostiene que este método de riego únicamente humedece una fracción del terreno, desde la cual la planta puede obtener el agua y los nutrientes necesarios, lo que demanda un uso frecuente. Análogamente al riego por aspersión, el agua circula a presión a través de un sistema de tuberías (principales, secundarias, terciarias y ramales) ubicado sobre la superficie del terreno o sepultado en él, para finalmente evacuar por los emisores de riego situados con presión limitada o inexistente a través de orificios, comúnmente de tamaño limitado.

2.2.3. Riego por goteo

Adivan (1994) indica que, mediante este sistema, el agua se desplaza a alta presión a través de la instalación hasta alcanzar los emisores o goteros, lugar en el que disminuye su presión y velocidad, y se expulsa de manera progresiva. La generación de un bulbo húmedo se manifiesta durante el proceso de riego por goteo. El bulbo húmedo se refiere a la porción del

suelo que ha sido humedecida por un emisor de riego ubicado. Con el avance del riego, el bulbo húmedo experimenta una expansión progresiva. Simultáneamente, el suelo adquiere una mayor humedad, la velocidad de infiltración del agua disminuye y, en consecuencia, el desarrollo del bulbo húmedo se acelera de forma progresiva. La morfología del bulbo húmedo está considerablemente influenciada por la naturaleza del terreno.

Sistema de riego fertiginoso: Adivan (1994) sostiene que este sistema incorpora y distribuye mediante el agua de irrigación los fertilizantes, productos fitosanitarios y otros tipos de productos que favorecen el cultivo. Aunque aún es prevalente la utilización de "abonadoras" o tanques de fertilización, los sistemas que introducen los fertilizantes mediante inyectores como Venturi o bombas de inyección están adquiriendo una mayor popularidad.

2.2.4. Eficiencia de riego

Pizarro (1990) señala que alude a la correlación entre la lámina de agua neta proyectada para un riego y la lámina de agua bruta aplicada, considerando las condiciones particulares del sistema de irrigación.

2.2.5. Origen y distribución de la Quinua

Se postula que el núcleo primordial de origen de la quinua se localiza en la región del altiplano circundante al lago Titicaca en Perú y Bolivia, a una altitud aproximada de 3800 metros. Cardenas, 1944; Gandarillas, 1968; Tapia, 1977; Valdivia y colaboradores, 1979; Álvarez en 1999. Sin embargo, resulta crucial diferenciar entre el centro de procedencia botánica de una especie cultivada y el centro de domesticación y diversidad, que en este último caso podría abarcar una o más regiones geográficas.

Según Rojas (1998), el rango geográfico de la quinua en la región se extiende desde los 5º Latitud Norte hasta el sur de Colombia, hasta los 43º Latitud Sur en la Décima Región de Chile. La distribución altitudinal de este grupo se sitúa entre el nivel del mar en Chile y los

4000 metros sobre el nivel del mar en el altiplano que comprende Perú y Bolivia. Así, es posible identificar quinuas costeras, valles, valles interandinos, puna y altiplano.

2.2.6. Valor nutritivo de la Quinua

En lo que respecta a la nutrición y alimentación (cuadro 1.1), la quinua se distingue como una fuente natural de proteína vegetal de bajo costo y alto valor nutricional, atribuible a la combinación de una mayor cantidad de aminoácidos esenciales. El contenido calórico supera al de otros cereales, alcanzando 370 Kcal/100g en grano y harina, lo que lo caracteriza como un alimento idóneo para regiones y periodos de baja temperatura. La incorporación de aminoácidos esenciales le confiere un valor biológico equiparable exclusivamente con la leche, huevo y menestra, consolidándolo como uno de los alimentos más prominentes de la región.

Tabla 1

Valor nutricional (Análisis físico/químico en 100g de muestra)

Determinación	Chullpi rojo	Chullpi blanco	INIA Salcedo	Chullpi amarillo	Negra Collana	Illpa INIA
Humedad%	9.30	9.28	8.66	7.99	9.88	8.42
Proteína (Nx6.25)%	17.22	17.17	16.23	17.30	17.62	16.14
Fibra%	2.00	2.09	1.84	2.00	2.10	1.66
Ceniza%	2.09	2.04	2.00	2.10	2.13	1.99
Grasa%	5.88	5.84	5.20	5.82	5.94	4.88
ELN%	63.51	63.58	66.07	64.79	62.33	66.91
Energía (K cal/100g)	371.34	371.10	372.19	376.31	368.61	372.56
Acidez%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impurezas macroscópicas%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Zanabria 1997

2.2.7. Importancia y usos del cultivo de quinua

Durante los quince años recientes, la quinua ha adquirido una mayor importancia en la nutrición de la población. Este fenómeno se atribuye a sus valores nutricionales, a las

costumbres de consumo de los residentes rurales y al reciente hábito de consumo de los habitantes urbanos, así como a la Política gubernamental orientada a lograr la autosuficiencia alimentaria y, por ende, promover la producción a nivel nacional de alimentos.

Mujica (1997) argumenta que la quinua ostenta una diversidad de aplicaciones y prácticamente todas sus partes pueden ser empleadas en la alimentación humana, animal (en forma de forraje y concentrados), ornamental, medicinal, control de plagas y parásitos perjudiciales para los animales domésticos, industriales, como combustible y como guía en siembras relacionadas (Pulk Vidal, 1954) Como vegetal de hojas e inflorescencia, e incluso en rituales ceremoniales y creencias populares, se utiliza para adaptar la altura a animales como vacunos que habitan en regiones de latitud reducida. Además, se utiliza para prevenir el mal de altura en pollos, la crianza de pavos, canarios y palomas, y como componente de sebos venenosos en combinación con raticidas para el control de roedores y ratas.

2.2.8. Morfología de la Quinua

Ubicación. Mujica (1993) sostiene que la planta posee una morfología recta y tiene la capacidad de alcanzar alturas que varían entre 30 y 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, los genotipos, las condiciones ambientales en las que se desarrolla o la fertilidad del suelo.

Raíz. Tapia (2014) indica que la raíz de la quinua exhibe una capacidad pivotante y robusta, capaz de alcanzar un nivel de pivotancia cuando la profundidad excede los 90 cm. Desde unos pocos centímetros del cuello, el cuello inicia un proceso ascendente. Además, se ramifican en las raíces secundarias y terciarias, donde emergen raicillas que también se ramifican nuevamente. Desarrollan diversas secciones y se ramifican en diversas partes, resultando en una división en múltiples secciones.

Tallo. León (2003) indica que el tallo presenta una configuración circular en las proximidades de la raíz, que se transforma en angular a la altura de donde emergen las ramas y hojas. La

corteza del tallo experimenta una fase de endurecimiento, mientras que la medula adquiere suavidad cuando las plantas son tiernas, y se seca con una textura suave al madurar.

Gandarillas (1974) destaca que en determinadas razas o ecotipos, las ramas presentan un desarrollo insuficiente; es decir, su mayoría son monopólicas y alcanzan una longitud de unos pocos centímetros, mientras que, en otras, presentan una longitud considerable y alcanzan la altura de la panoja principal, culminando en otras.

Hojas. Apaza y Delgado (2005) señalan que las hojas pueden presentar polimorfismo, alternancia, simplicidad, presentar bordes dentados, aserrados, marcados o ligeros. Las hojas de menor tamaño exhiben una configuración triangular o romboidal, mientras que las de mayor altura exhiben una forma lanceolada.

Inflorescencia. Tapia (2000) sostiene que la inflorescencia glomerulada se identifica como la forma inicial y, en conjunto con la amarantiforme, puede presentar laxitud o compactidad; esta característica está intrínsecamente vinculada con el rendimiento agrícola. Las inflorescencias de mayor densidad y longitud (70 cm) poseen la capacidad de generar 220 g de granos por cada panoja.

Flores. Apaza y Delgado (2005) señalan que son de tamaño reducido, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos. Estas flores pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles. Esto indica que podría albergar un comportamiento autógeno similar al alógamo. No obstante, resulta imprescindible determinar con precisión el porcentaje de alogamia en determinados genotipos cardiacos. Además, se ha establecido que la anthesis de las flores se produce comúnmente en las primeras horas del día, y consecutivamente, desde el ápice hasta la base de una rama florística.

Fruto. Quisocala (2000) indica que el fruto de la quinua se constituye de un aquenio revestido de perigonio, que alberga una única semilla que se despliega con facilidad al ser frotado cuando se halla seco. El perigonio dicta la tonalidad del fruto y establece una relación directa con la

planta, permitiendo que pueda ser verde, púrpura o rojo. La configuración estrellada del perigonio es atribuible a la quilla formada por los cinco sépalos. El pericarpio de la semilla se halla adherido a la semilla, produciendo alvéolos que se desintegran con facilidad. En determinadas variedades, la saponina, vinculada al pericarpio, genera el sabor amargo. Las semillas se encuentran resguardadas por la episperma a través de una membrana fina.

Semilla. APAZA y Delgado (2005) postulan que la semilla se define como el fruto que ha alcanzado la madurez sin la presencia de perigonio, con un diámetro aproximado de 1.8 a 2 mm. Se manifiesta en configuraciones de lente, elipse, cónica o esferoidal. Posee cuatro componentes delimitados claramente: pericarpio, episperma, embrión y perisperma. El pericarpio es el organismo que alberga la mayor concentración de saponina, dado que el embrión se enrolla en la parte central del embrión. Este tamaño puede fluctuar incluso dentro de la misma panoja, siendo frecuente observar la mayor dimensión en la región central del glomérulo.

Biología floral. Gandarillas (1967) establece que las flores de la quinua permanecen abiertas durante un período de 5 a 7 días, observándose la presencia de flores hermafroditas y pistiladas, cuya proporción fluctúa, existiendo escenarios en los que únicamente se perciben flores pistiladas. En una inflorescencia conjunta, el periodo de floración se extiende de 12 a 15 días, y de manera similar, las flores hermafroditas y pistiladas en una misma panoja se abren simultáneamente.

Genética y herencia. El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA 1979) sostiene que Cárdenas y Hawkes (1948) caracterizaron diez tipos de quinua en el altiplano boliviano, uno originario de Chile y otro silvestre de Bolivia, y reportaron que el número somático para todo el material se compone de números somáticos.

Se llevó a cabo una investigación con un total de $2n = 36$ cromosomas, conformado por cuatro genomios, con un número fundamental de 9 cromosomas ($4n = 4 \times 9 = 36$). En análisis

cromosómicos llevados a cabo en datos provenientes de Bolivia y Perú, Gandarillas y Luizaga (1967) corroboraron los números proporcionados por Cárdenas y Hawkes, identificando también 36 cromosomas.

2.2.9. Clasificación agroecológica de la quinua

Gómez y Eguiluz (2011) argumentan que la quinua exhibe una diversidad considerable de formas de planta e inflorescencia, y su clasificación se ha llevado a cabo en función de ecotipos reconocidos.

Quinua de los valles. Génesis de las regiones andinas. Principalmente tienen lugar en las regiones centrales y norte de Perú. Estas plantas presentan una altura que oscila entre 2 y 4 metros, la mayoría con ramas y un ciclo de vida de 7 meses. Existen fuentes de resistencia o sensibilidad al mildiu (*Peronospora farinae*).

Quinuas altiplánicas. De la región circundante al Lago Titicaca. Las plantas son cultivadas aproximadamente a los 4000 metros de altitud, frecuentemente carecen de ramas y presentan un ciclo vegetativo que abarca entre 4 y 7 meses. La resistencia o tolerancia al mildiu puede presentar variaciones. Habitualmente, se trata de quinuas de textura dura o con un alto contenido de saponina. Cultural Diversity:

Quinuas de los salares. Gómez y Eguiluz (2011) son de la región de los Salares en Bolivia, situada a una altitud de 4000 metros sobre el nivel del mar. Las plantas se desarrollan en un pH cercano al 8 y la mayoría exhiben granos de dimensiones considerables, con un alto contenido de saponina y bordes filosos notables. Las quinuas del altiplano se distinguen por otros atributos análogos. Atributos: Real y un progenitor de Sajama.

Quinuas al nivel del mar. Gómez y Eguiluz (2011) proceden de la región meridional de Chile. Se desarrollan hasta alcanzar los dos metros de altura, suelen carecer de ramas y florecen durante largos periodos de tiempo. La semilla es de tamaño reducido, presenta un color

amarillo transparente y contiene una elevada concentración de saponina. Atributos: El Quechuco de Cautín y el Picharán de Maule.

Quinuas subtropicales. Gómez y Eguiluz (2011) señalan la presencia de especies subtropicales en las Yungas, cuya pigmentación se transforma en naranja al alcanzar la madurez, produciendo semillas de tamaño reducido con una tonalidad naranja.

2.3 Bases conceptuales

2.3.1. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

León (2003) postula que tanto las condiciones climáticas como las características del suelo ejercen una influencia significativa en la producción y productividad de la quinua. El clima se caracteriza por una variedad de factores tales como la altitud, las precipitaciones, la temperatura, la latitud, las corrientes de viento y la iluminación. Dado que la quinua se produce en regiones remotas de los Andes altos, se enfrenta a riesgos ambientales considerables tales como heladas, sequías prolongadas, granizo, vientos intensos, suelos de calidad inferior y ácidos.

Temperatura. Mujica (1997) establece que la temperatura óptima para el cultivo de quinua se ubica entre los 15 y 20 °C. Sin embargo, se ha observado que el cultivo se desarrolla de manera óptima con temperaturas medias de 10°C. Asimismo, soportan temperaturas extremas de -1 °C hasta 38 °C, pero estas condiciones ocasionan el aborto de las flores y la muerte de los estigmas y estambres.

Sequias. Caqui (2015) señala que la quinua soporta periodos prolongados de sequía hasta 60 días, con la excepción de los estados fenológicos de:

- Germinación de cuatro hojas originales.
- Florecimiento.

Humedad. Caqui (2015) sostiene que el exceso de humedad resulta perjudicial durante los periodos de:

Floración, cuando el polen se torna inviable.

- *Grano palustre y madurez fisiológica (la quinua tiene la capacidad de germinarse en la panoja).*
- *Costos de secado elevados.*

A lo largo de todo el ciclo agrícola, se observó un exceso de humedad, particularmente en combinaciones de humedad. Con altas temperaturas, se favorece la proliferación de hongos.

Radiación. Caqui (2015) señala que la quinua resiste las intensas radiaciones provenientes de las regiones elevadas de los Andes. Sin embargo, estas radiaciones intensas contribuyen a la compensación de las horas de calor necesarias para cumplir con su ciclo vegetativo y productivo. Las regiones con una mayor exposición solar son las más favorables para la siembra de quinua, dado que estas zonas propician una actividad fotosintética más intensa.

Fotoperiodo. Mujica (1993) sostiene que, debido a su amplia diversidad genética y su notable plasticidad, la quinua manifiesta genotipos de días cortos, largos e incluso independientes del fotoperiodo, demostrando una adaptabilidad notable a dichas condiciones lumínicas. Este cultivo florece de manera adecuada con un promedio de 12 horas diarias en el hemisferio sur, predominantemente en los Andes de Sudamérica, mientras que, en el hemisferio norte y regiones australes, se registran días de hasta 146.3 horas anuales.

Agua. Mujica (1993) sostiene que, en relación con el agua, la quinua se caracteriza por su eficacia en su utilización, a pesar de ser una planta de clasificación C3. Esta circunstancia se atribuye a la presencia de mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar del déficit de humedad, sino también tolerar y resistir la

insuficiencia de humedad del terreno. Adicionalmente, la quinua experimenta un crecimiento sostenido y genera producciones satisfactorias con precipitaciones mínimas de 200-250 mm.

Altitud. Mujica (1993) señala que el desarrollo y ajuste de la quinua se extiende desde el nivel del mar hasta aproximadamente 4,000 metros por encima del mismo. Las quinuas cultivadas a nivel marino prolongan su ciclo de vida a causa de la elevada humedad en comparación con la región andina. Se observa que el máximo potencial productivo se logra al nivel del mar, con una producción de hasta 6,000 kg/ha, bajo condiciones de riego y una fertilización apropiada.

Suelo. Mujica (1993) postula que la especie vegetal requiere terrenos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos, con inclinaciones moderadas, y que presenten elevados niveles de materia orgánica debido a su exigencia de nitrógeno y calcio, moderada en fósforo y escaso en potasio. Adicionalmente, puede adaptarse a terrenos con una variedad de características adversas, siempre que se le suministren nutrientes y no exista riesgo de encharcamiento hídrico, debido a su elevada susceptibilidad al exceso de humedad, particularmente en sus estados iniciales.

pH. León (2003) sostiene que la planta requiere un pH cercano al neutro; sin embargo, puede florecer de manera excepcional en suelos alcalinos de hasta 9, y también en suelos ácidos de hasta 4.5. No obstante, el pH óptimo se sitúa entre 6.5 y 8.0. Las investigaciones más recientes han demostrado que la quinua tiene la capacidad de germinar en terrenos con un pH de 4.5 a 9.0 y una densidad de 52 mmhos/cm. No obstante, en estas circunstancias extremas de concentración de sal, el periodo de germinación puede prolongarse hasta 25 días (Jacobsen et al., 1998; Quispe & Jacobsen, 1999).

2.3.2. Fases fenológicas de la quinua

Emergencia. Mujica (1997) alude a la circunstancia en la que los cotiledones, aún en estado de unión, emergen del suelo en forma de una cabeza de fosforo y solo pueden ser identificados cuando uno se ubica al nivel del suelo. Durante esta etapa, a causa de su succulencia y la

exposición de la semilla al talluelo, presentan una alta susceptibilidad a ser ingeridos por las aves. Este fenómeno ocurre entre 4 y 5 días subsecuentes a la siembra, bajo condiciones de humedad adecuadas.

Hojas cotiledonales. Mujica (1997) señala que los cotiledones en formación se separan y exhiben dos hojas extendidas de forma lanceolada y angosta, las cuales pueden ser observadas en el surco a través de un hilo nítido. En múltiples instancias, es posible discernir la tonalidad que adoptará la futura planta, particularmente las plantas pigmentadas en rojo o púrpura. En esta fase, también se encuentra susceptible al daño por parte de las aves, atribuible a la carnosidad de sus hojas. Este fenómeno se debe a la aparición de carnosidad en las hojas, un proceso que se produce entre los 7 y 10 días subsiguientes a la siembra.

Dos hojas verdaderas. Mujica (1997) alude a la manifestación de dos hojas cotiledonales extendidas, las cuales ya exhiben una morfología romboidal y manifiestan nervaduras palpables. Se distinguen y se sitúan en el botón foliar el siguiente par de hojas, un fenómeno que ocurre entre 15 y 20 días subsecuentes a la siembra, lo que evidencia un desarrollo acelerado del sistema radicular. En esta fase, puede manifestarse la incursión de gusanos cortadores de plantas tiernas, como la *Copitarsia turbata*.

Cuatro hojas verdaderas. Mujica (1997) identifica dos pares extendidos de hojas verdaderas, mientras que aún se pueden identificar las hojas cotiledonales de tonalidad verde. En el botón foliar, las hojas siguientes del ápice se localizan en el inicio de la formación de botones en la axila del primer par de hojas. Este proceso se produce en el periodo comprendido entre 25 y 30 días subsiguientes a la siembra, y durante este intervalo, la plántula manifiesta una notable resistencia tanto al frío como a la sequía.

Seis hojas verdaderas. Mujica (1997) identifica tres pares de hojas auténticas extendidas, con las hojas cotiledonales experimentando una coloración amarillenta y levemente flácida. Las

hojas axilares pueden ser identificadas desde la etapa de formación de botones hasta la etapa inicial de apertura de los botones del ápice hacia la base de la plántula. Esta fase se desarrolla entre 35 y 45 días subsiguientes a la siembra. Durante esta fase, se manifiesta de manera más patente la protección del ápice vegetal por las hojas más antiguas, particularmente en circunstancias de bajas temperaturas, condiciones de sequía y particularmente durante las horas nocturnas.

Ramificación. Mujica (1997) examina ocho hojas auténticas que se despliegan desde las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas presentes en el tallo. Las hojas cotiledonales experimentan una caída y dejan marcas perceptibles en el tallo. Además, es perceptible la presencia de la inflorescencia resguardada por las hojas, sin exponer la panoja al público. Esta circunstancia ocurre entre los 45 y 50 días subsiguientes a la siembra.

Inicio de panojamiento. Mujica (1997) señala que la inflorescencia se está manifestando desde el ápice de la planta, donde se pueden identificar agrupaciones de hojas diminutas repletas de numerosos cristales de oxalato de calcio, que se están cubriendo la panoja en sus tres cuartos. Este fenómeno se manifiesta entre los 55 y 60 días subsiguientes a la siembra, y es notable la amarilleación del primer par de hojas auténticas, así como una prolongación significativa del tallo, además de su engrosamiento.

Panojamiento. Mujica (1997) La inflorescencia sobresale significativamente por encima de las hojas superiores, resaltando los glomérulos presentes en la base de la panoja, junto con los botones florales personalizados, particularmente los apicales que serán los correspondientes a las flores pistiladas. Esta etapa se despliega entre los 65 y 70 días subsiguientes a la inseminación.

Inicio de floración. Mujica (1997) alude a la situación en la que las flores apicales hermafroditas de los glomérulos que conforman la inflorescencia se encuentran abiertas,

presentando estambres separados de una tonalidad amarilla, ocurriendo entre los 75 y 80 días de la siembra. En esta fase, la planta presenta una elevada susceptibilidad tanto a la sequía como a las heladas. Además, se observa amarillamiento y defoliación en las hojas inferiores, particularmente en aquellas con menor eficacia fotosintética.

Floración o antesis. Mujica (1997) alude al estado de apertura de las flores de la inflorescencia principal (o de las inflorescencias secundarias). Este fenómeno ocurre entre los 90 y 100 días del proceso de siembra. Esta fase presenta una elevada susceptibilidad a las heladas, siendo capaz de resistir únicamente hasta -2°C . Durante este período, es imperativo monitorear la floración durante las horas nocturnas.

Las flores mantienen su apertura matutina y vespertina, atribuible a su carácter heliófilo. De manera similar, la planta disminuye el número de hojas inferiores que son menos fotosintéticas, y presenta una abundancia de polen en los estambres que exhiben una tonalidad amarilla.

Grano lechoso. Mujica (1997) Cuando los frutos explotan y liberan un fluido transparente, este fenómeno ocurre entre 100 y 130 días subsecuentes a la siembra. En esta fase, la ausencia de agua resulta sumamente perjudicial para el rendimiento.

Grano pastoso Mujica (1997) alude a la fase en la que el fruto, al ser presionado, adquiere una textura pastosa de coloración blanca, un fenómeno que ocurre entre 130 y 160 días después de la siembra. Durante este período, se produce el ataque de la segunda generación de *Eurissacca* quínoae. "Kcona-Kcona" causa perjuicios considerables al cultivo, originando nidos y consumiendo el grano. De manera similar, la ausencia de humedad ejerce un impacto considerable en la producción.

Madurez fisiológica. Mujica (1997) alude a la fase durante la cual la planta alcanza su madurez y se caracteriza cuando los granos, al ser sometidos a presión por las uñas, manifiestan resistencia a la penetración. Se manifiesta en un periodo comprendido entre 160 y 180 días

posteriores a la siembra. En este intervalo temporal, la proporción de humedad en el grano oscila entre el 14 y el 16 %. El intervalo temporal que abarca desde la floración hasta la madurez fisiológica, se denomina periodo de llenado de grano.

Madurez de cosecha. Mujica (1997) sostiene que cuando los granos emergen del perigonio, exhibiendo una apariencia casi suelta y preparada para su descomposición, la humedad de la planta alcanza el 12%, lo que favorece la trilla.

2.3.3. Plagas y enfermedades

Mujica (1998) sostiene que el fenómeno conocido como "qhona qhona" posee la capacidad de aniquilar completamente la producción de granos, atribuible a su regularidad e intensidad en sus efectos adversos. La incidencia de esta plaga se intensifica durante períodos caracterizados por la ausencia de precipitaciones y las temperaturas elevadas características de los veranillos.

Mujica (1998) sostiene que la enfermedad más significativa y prevalente en el cultivo de quinua es el "mildiu" (*Peronospora* sp.), que provoca una defoliación considerable, que se manifiesta incluso bajo condiciones extremas de temperatura, humedad ambiental y precipitación, a pesar de que las condiciones ambientales de alta humedad favorecen el desarrollo del hongo.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.- Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general:

La utilización de fertirriego en la producción de tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho presenta una diferencia significativa en la eficiencia y la rentabilidad del cultivo

3.1.2. Hipótesis específicas:

- a. La utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo - Ayacucho, con respecto a la Costa presenta una diferencia significativa en la eficiencia productiva del cultivo.
- b. La utilización de fertirriego en la producción de tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo - Ayacucho, presenta una diferencia significativa la rentabilidad del cultivo.
- c. La utilización de fertirriego por goteo en la producción de quinua genera impactos ambientales positivos.

3.2. Variables

Variable dependiente:

Eficiencia y rentabilidad de la quinua

Variable independiente:

Uso de fertirriego por goteo

3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
USO DE FERTIRRIEGO POR GOTEO	EFICIENCIA DEL USO DE LA TECNOLOGÍA DE FERTIRRIEGO EN AHORRO DE AGUA E INSUMOS	- CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA - CANTIDAD DE INSUMOS	- 2000 m ³ a 3000 m ³ / Ha - COSTOS INSUMOS EN SOLES	NUMERAL DISCRETA
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DE LA QUINUA	EFICIENCIA PRODUCTIVA	RENDIMIENTO	Kg/Ha	NUMERAL DISCRETA
	RENTABILIDAD	INGRESOS TOTALES	SOLES	
	EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA E INSUMOS	- CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA - CANTIDAD DE INSUMOS	- 2000 m ³ a 3000 m ³ / Ha - COSTOS INSUMOS EN SOLES	NUMERAL DISCRETA

3.4. Tipo y diseño investigación

Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo-deductivo-comparativo, dado que se realizará la medición de la eficiencia y rentabilidad de la quinua con el uso de fertirriego por goteo y se elaborará un comparativo con la producción tradicional y la rentabilidad que conlleva la aplicación de esta tecnología en la producción del cultivo de quinua en el distrito de Chiara.

A su vez, la investigación tuvo un alcance correlacional en donde se relaciona una variable independiente (la aplicación de fertirriego por goteo), una variable dependiente (eficiencia y rentabilidad de la quinua).

Finalmente, el nivel de la investigación fue experimental-correlacional y a la vez es un estudio transversal ya que se llegaron a recopilar datos en un solo momento y correlacional debido a que se busca la relación entre una y otra variable.

Diseño de investigación

El proceso de investigación se distingue por la preocupación de una persona por solucionar problemas que le afectan a través de la utilización del método científico. En este escenario, bajo el enfoque positivista, surge la oportunidad de llevar a cabo investigación a través de procesos experimentales donde se manipula deliberadamente una variable independiente de la investigación. (C. 2021, Ramos-Galarza).

El enfoque del estudio fue experimental-comparativo, contando con una variable independiente (la implementación de fertirriego por goteo) y una variable dependiente (la eficiencia y lucratividad de la quinua). En un diseño experimental, la variable independiente se distingue por crear los grupos de intervención que se estructuran en la investigación. Tradicionalmente, una variable independiente es la causal que provoca un efecto en una variable dependiente (Fig. 1). En este contexto, los niveles de experimentación de la variable independiente producirán un efecto en la variable que se busca afectar. (C. 2021, Ramos-Galarza).

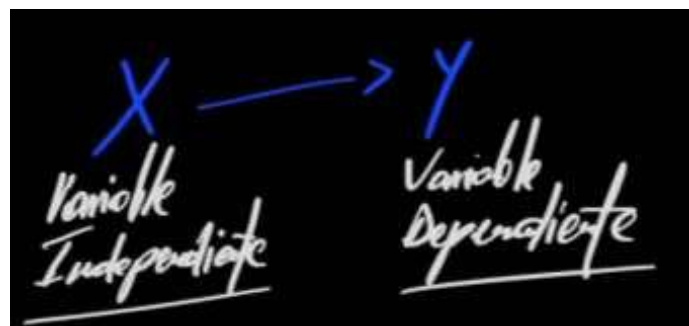


Figura 1. Relación entre la variable independiente y dependiente

3.5. Método de investigación

Muestreo no probabilístico de tipo intencional porque “nos permite la selección de los casos característicos de una población, sobre todo, se hace en uso de estadios donde la población es

3.5.1. Población

Producción de quinua en la comunidad de Llachoccmayo.

3.5.2. Unidad de Análisis

La unidad de análisis serán los datos obtenidos de la parcela de investigación instalada en la granja Montefino perteneciente al grupo empresarial Solid Perú, ubicada en la comunidad de Llachoccmayo a 3800 msnm, distrito de Chiara, provincia Huamanga y región Ayacucho; que serán comparados con una producción tradicional de la zona.

3.5.3. Muestra

La muestra vendría a ser el estudio de la producción de quinua bajo la aplicación de fertirriego por goteo instalada en la parcela de investigación de la granja Montefino perteneciente al grupo empresarial Solid Perú, ubicada en la comunidad de Llachoccmayo a 3800 msnm, distrito de Chiara, provincia Huamanga y región Ayacucho.

- **Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Técnicas

- Observación.
- Experimentación.

Instrumentos

- Diarios de campo
- Cuestionarios

Procedimiento de recolección de datos

Los datos se recopilaron en los diarios de campo y fueron sistematizados en matrices de Excel para su análisis, estos resultados básicamente se tomaron de la obtención de resultados de la parcela de investigación instalada en la granja Montefino en la comunidad de

Llachoccmayo y algunos productores de la comunidad.

Análisis de datos descriptivos.

A través de la implementación del software SPSS-25, se llevó a cabo el procesamiento de datos, resultando en la creación de tablas descriptivas que cumplen con el objetivo específico, en las cuales se reflejan las frecuencias y porcentajes.

Validez y confiabilidad de instrumentos

Hernández, et al. (2010) señalan que la validez de un instrumento de investigación se define como "un proceso que tiene como objetivo determinar el grado en que un instrumento mide lo que supone que está midiendo". En este contexto, la validez de los instrumentos se corroboró mediante la evaluación de expertos en el campo de estudio, quienes proporcionaron opiniones favorables acerca de la redacción y longitud de los ítems, así como acerca de la redacción personal y los objetivos planteados en el estudio.

La validación y fiabilidad del instrumento serán evaluadas por el asesor y la coordinación con la organización que ha acumulado una vasta experiencia en el trabajo de campo en la producción de quinua desde el 2008. Dado que esta investigación adopta un enfoque cuantitativo, no se enfrentarán obstáculos en la elaboración de encuestas y entrevistas para la recolección de datos.

Según Tamayo y Tamayo (2004), "la confiabilidad de un instrumento es la capacidad que posee el instrumento de registrar los mismos resultados en repetidas ocasiones, con una muestra y bajo unas mismas condiciones" (p.106).

En la presente investigación, para establecer la fiabilidad, se llevó a cabo una prueba a un grupo piloto que exhibía características análogas a la muestra objeto de estudio, aunque no se incluyó en la misma. Los resultados fueron procesados estadísticamente. Para evaluar la fiabilidad de cada uno de los cuestionarios, se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach mediante la

siguiente fórmula:

La fórmula referencial:
$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_x^2} \right)$$

Donde:

n: es el número de ítem

S_i^2 : es la varianza de cada ítem y

S_x^2 : es la varianza del puntaje total.

El coeficiente puede oscilar entre 0 y 1, donde 0 simboliza la ausencia de confiabilidad total, mientras que 1 simboliza la confiabilidad total.

Si el coeficiente supera o es igual a 0,60, se considera que el instrumento es de confianza.

La interpretación de los valores basados en la escala de alfa de Cronbach (1951), que señala que una mayor proximidad a su valor máximo 1 incrementa la fiabilidad de la escala. Adicionalmente, en contextos específicos y por convenio tácito, se postula que valores de alfa que superan 0,7 son suficientes para asegurar la fiabilidad de la escala.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE INVESTIGACIÓN

Los resultados y discusiones de la presente investigación fueron la de obtener mayor eficiencia y rentabilidad económica, reduciendo los costos de producción con la aplicación de fertirriego por goteo a 3800 msnm en Llachoccmayo (Montefino); con altos riesgos climáticos (sequías, heladas, granizadas, etc.) que se asemejan a la realidad de las zonas productoras en Ayacucho. la cual se presenta en las siguientes figuras y tablas.

Procedimiento descriptivo:

4.1. Producción de las parcelas de investigación de las tres variedades

Área total de la parcela de investigación: 0.75 Ha

Fecha de siembra: 04/10/2021

Quinoa Blanca, Roja y Negra cada uno con 0.25 Ha respectivamente

Fecha de cosecha:

Roja y Negra, inicio de corte: 22/04/2022, termino de cosecha 15/05/2022

Blanca, inicio de corte 20/05/2022 termino de cosecha 13/07/2022.

Hipótesis general

H₀: La utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho no presenta una diferencia significativa en la eficiencia y la rentabilidad del cultivo.

H₁: La utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho presenta una diferencia significativa en la eficiencia y la rentabilidad del cultivo.

- Se acepta la hipótesis del investigador H_1 , es decir que efectivamente, presenta una diferencia significativa en la eficiencia y la rentabilidad del cultivo de las tres variedades de cultivo, según la tabla 2, figura 1 y 2.

Tabla 2

Datos de la parcela de investigación

ANALISIS DE RENTABILIDAD	QUINUA BLANCA	QUINUA ROJA	QUINUA NEGRA
Costo Total de Producción (S/)	9,450.4	9,450.4	9,450.4
Producción total (Kg)	3,880.0	3,665.0	2,716.4
Costo Unitario (S/)	2.4	2.6	3.5
Precio de Venta (S/./kg)	4.3	4.0	5.5
Valor total de la producción (S/)	16,684.0	14,660.0	14940.2
Margen Neto (S/)	7,233.6	5,209.6	5489.8
Rentabilidad (%)	43.4	35.5	36.7

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 presenta un análisis comparativo de la rentabilidad de tres variedades de quinua: blanca, roja y negra. En la cual el costo de producción es el mismo para las tres variedades, lo que muestra que los insumos y procesos de cultivo son similares. Respecto a la producción total, la variedad blanca presenta la mayor producción, seguida de la roja y la negra, esto indica las diferencias de rendimiento en comparación con el promedio regional de Ayacucho esto es debido al uso de la tecnología, las condiciones climáticas y de suelo. Con respecto al costo unitario, la quinua negra tiene un costo mayor por factores de menor rendimiento, mayor requerimiento de mano de obra o mayores costos de procesamiento a la vez que es la genética de la misma variedad. El precio de venta de la quinua negra es mucho mayor, lo que refleja una mayor demanda ocasional del mercado o características especiales de esta variedad en el mercado. Referente al valor total de la producción, la variedad blanca genera el mayor valor total de producción, seguida de la negra y la roja. La quinua blanca presenta el mayor margen neto, seguido de la negra y la roja, esto indica que, a pesar del mayor costo unitario, la quinua negra genera un margen neto considerable debido a su precio de venta más elevado. La quinua blanca presenta mayor rentabilidad, seguida de la negra y la roja; esto sugiere que, bajo las condiciones de este estudio, la variedad blanca es la más rentable.

Respondiendo a la hipótesis planteada se concluye que:

- Variedad Blanca: Se destaca por su mayor producción y rentabilidad, lo que la convierte en una opción atractiva para los productores.
- Variedad Negra: A pesar de tener el costo unitario más alto, su precio de venta compensa esta diferencia, generando un buen margen neto y rentabilidad.
- Variedad Roja: Presenta un desempeño intermedio entre la blanca y la negra, con una rentabilidad aceptable.

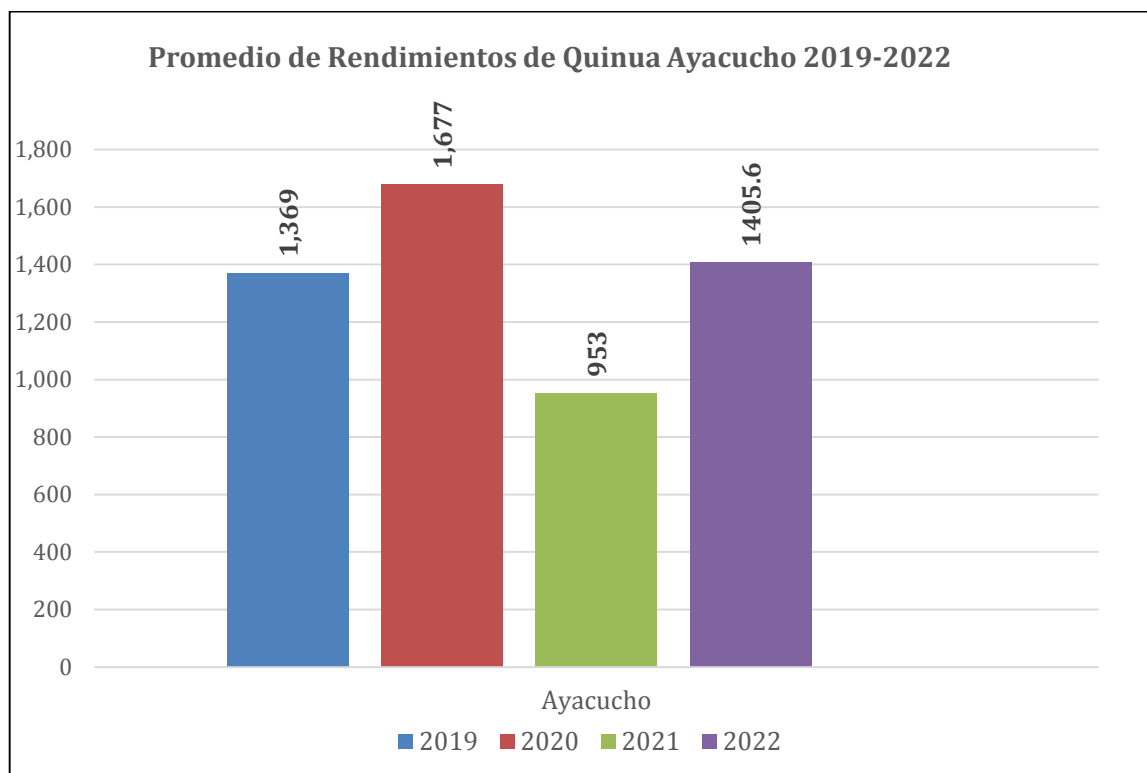


Figura 1: Rendimiento promedio de quinua en la región Ayacucho 2019-2022

Fuente: <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/informacion-regional/huancayo/ayacucho.html>
<http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>

Comparativo de costos de producción, rendimiento y margen neto

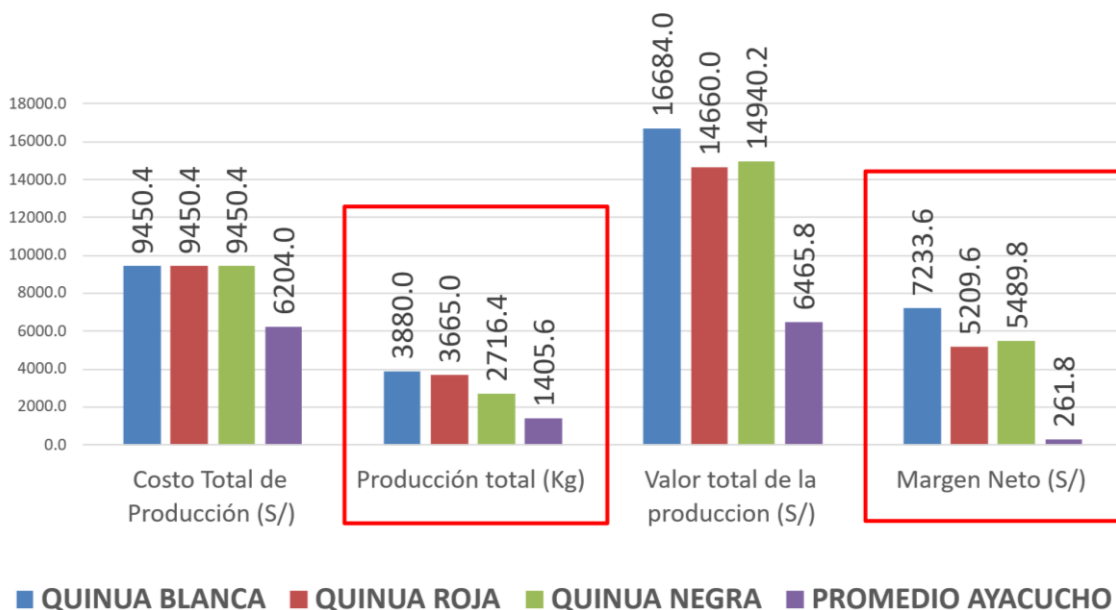


Figura 2: Comparativo de costos, rendimiento y margen neto con el uso de la tecnología y producción promedio regional, en la producción de quinua 2022 (elaboración propia).

4.2. Resultados de la eficiencia productiva del cultivo.

Las parcelas de investigación sirvieron para validar los datos de rentabilidad y costos de producción utilizando el fertirriego por goteo en las condiciones climáticas de Llachoccmayo a 3800 msnm y la costa en donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Hipótesis específica 1

H₀: La utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo - Ayacucho, con respecto a la costa, no presenta una diferencia significativa en la eficiencia productiva del cultivo.

H₁: La utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo - Ayacucho, con respecto a la Costa presenta una diferencia significativa en la eficiencia productiva del cultivo.

Se acepta la hipótesis del investigador (H₁), es decir que efectivamente presenta una diferencia significativa en la eficiencia productiva del cultivo de la quinua blanca, según la tabla 3 y 4, figura 3 y 4.

4.2.1. Eficiencia productiva, costos unitarios en la Costa y Ayacucho 2019-2021

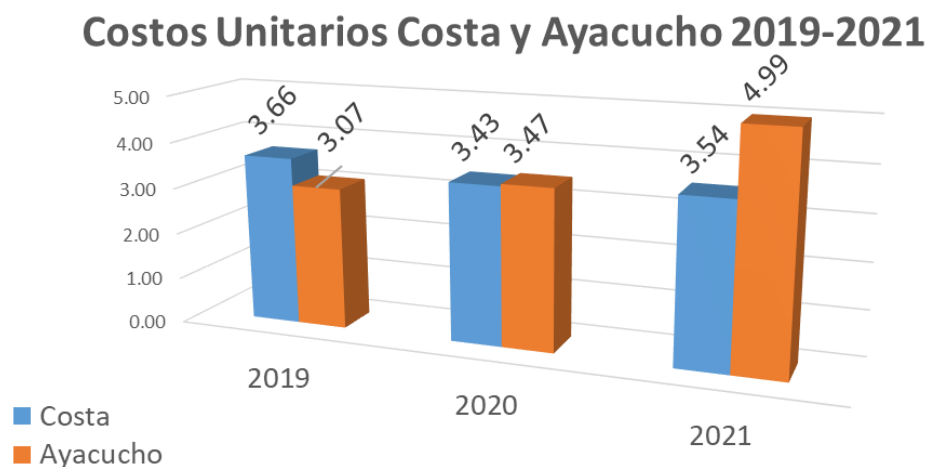


Figura 3: costos unitarios por año.

Tabla 3

Datos de rendimiento en la eficiencia productiva de la quinua blanca

Rendimiento Costa	2019	2020	2021
kg/Ha	3500	4000	4200
Costo de producción (s/)	12800	13700	14870

Fuente: Datos del investigador Paul Diaz (Productor y Asesor Técnico en San Pedro de Lloc – Pacasmayo – La Libertad)

Tabla 4

Datos de rendimiento en la eficiencia productiva de la quinua blanca

Rendimiento Ayacucho	2019	2020	2021
kg/Ha	2210	2071	1456
Costo de producción (s/)	6826	7011	7629

Fuente: Datos del investigador

En la tabla 4 se muestra los costos unitarios de la quinua blanca (cero pesticidas) en la costa no están alejados de los costos de Ayacucho en 2019 y 2020, pero el año 2021 se observa una diferencia significativa en la producción de quinua blanca debido inusuales factores climáticos extremos.

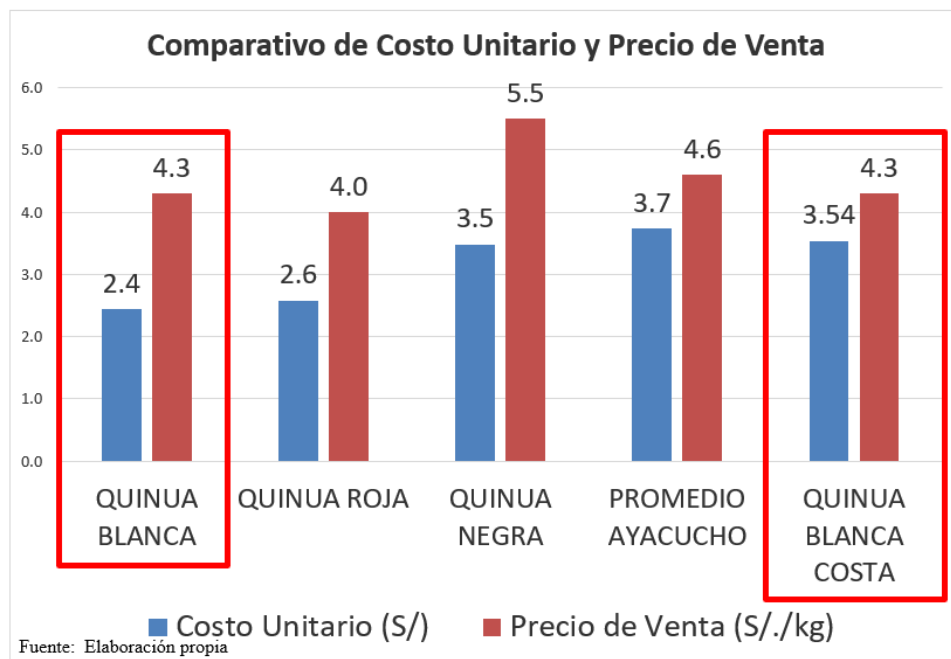


Figura 4: Comparativo de costos unitarios y precio de venta con la aplicación de la tecnología en la parcela de Llachoccmayo en el año 2022 (Granja Montefino) con respecto a la costa y promedio regional de Ayacucho.

En la figura 4 se muestra los costos unitarios de la quinua blanca (cero pesticidas) en la costa con respecto a los resultados obtenidos en la parcela de investigación en Llachoccmayo y el promedio regional de Ayacucho; podemos observar que el costo unitario de la parcela de investigación en cuanto a la quinua blanca, es mucho menor que el costo unitario de la costa; es decir producir un kilogramo de quinua blanca con esta tecnología en Ayacucho cuesta S/1.14 nuevos soles menos que con la misma tecnología en la costa, esto debido a los altos costos de alquiler de terreno, insumos y otros que implica el cultivo en la costa.

4.2.2. Comparativo económico de parcela de investigación Montefino.

Hipótesis específica 2

H₀: La utilización de fertirriego en la producción de tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo-Ayacucho, no presenta una diferencia significativa la rentabilidad del cultivo.

H₁: La utilización de fertirriego en la producción de tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo-Ayacucho, presenta una diferencia significativa la rentabilidad del cultivo.

Se acepta la hipótesis del investigador (H_1), es decir que efectivamente se incrementó la rentabilidad del cultivo de quinua, según la figura 5, 2, 6 y 7.

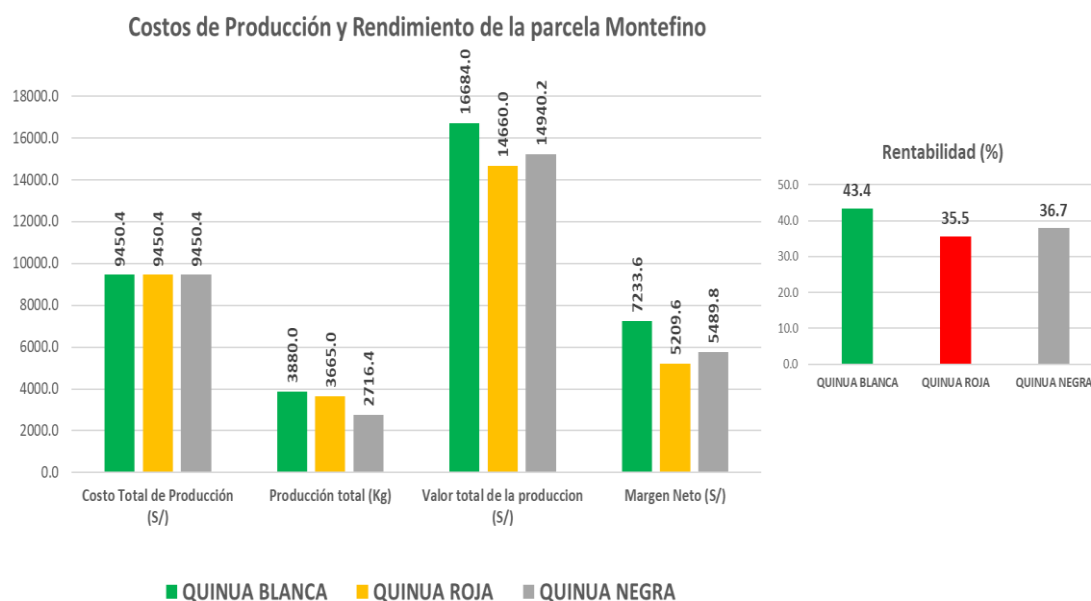


Figura 5: Comparativo económico de parcelas.

La figura 5 presenta un comparativo de los costos de producción, rendimiento y rentabilidad de tres variedades de quinua cultivadas en la parcela Montefino: blanca, roja y negra. El costo total de producción es prácticamente idéntico para las tres variedades, esta similitud indica que el factor determinante de la rentabilidad no es el costo inicial, sino otros factores como el rendimiento y el precio de venta. La producción total varía significativamente entre las variedades. La quinua blanca presenta el mayor rendimiento, seguida de la roja y luego la negra, esta variabilidad indica que existen diferencias intrínsecas (genéticas) en el potencial productivo de cada variedad. Esto confirma que el rendimiento es un factor clave para determinar el valor total de la producción.

Comparativo de costos de producción, rendimiento y margen neto

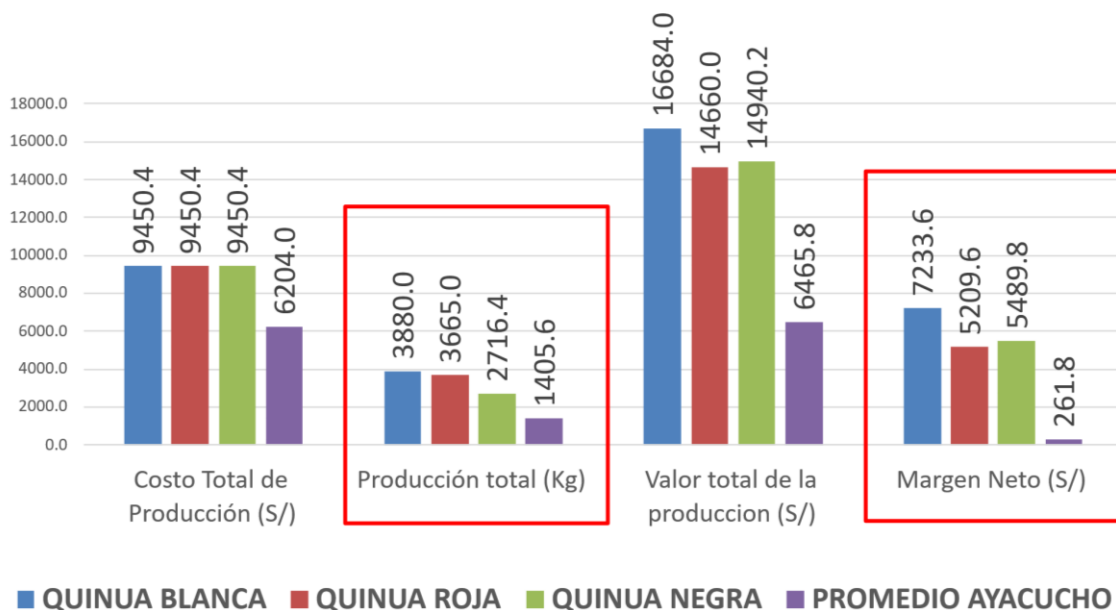


Figura 2: Comparativo de costos, rendimiento y margen neto con el uso de la tecnología y producción promedio regional, en la producción de quinua 2022 (elaboración propia).

La figura 2 presenta un comparativo de la producción total, valor de la venta total de la producción y el margen neto obtenido de tres variedades comerciales de quinua cultivadas en la parcela de Llachoccmayo (granja Montefino): blanca, roja y negra. La mayor producción y margen neto la obtuvieron la quinua blanca y negra y seguidamente la roja comparación el promedio regional de Ayacucho que esta por muy debajo de los resultados, lo que indica un claro incremento en la rentabilidad con el uso del fertirriego, el precio de venta de la quinua negra contribuyo a su rentabilidad.

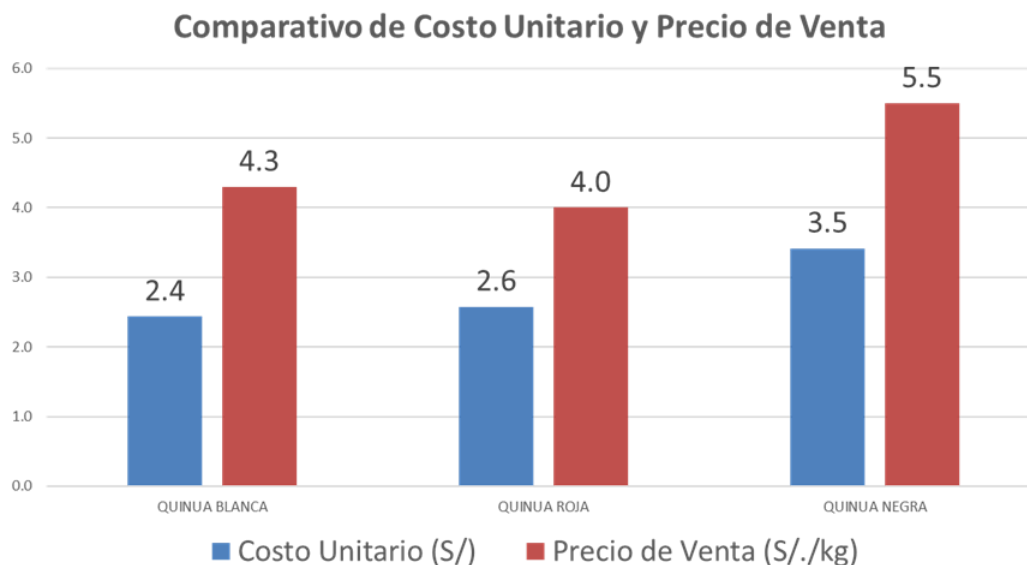
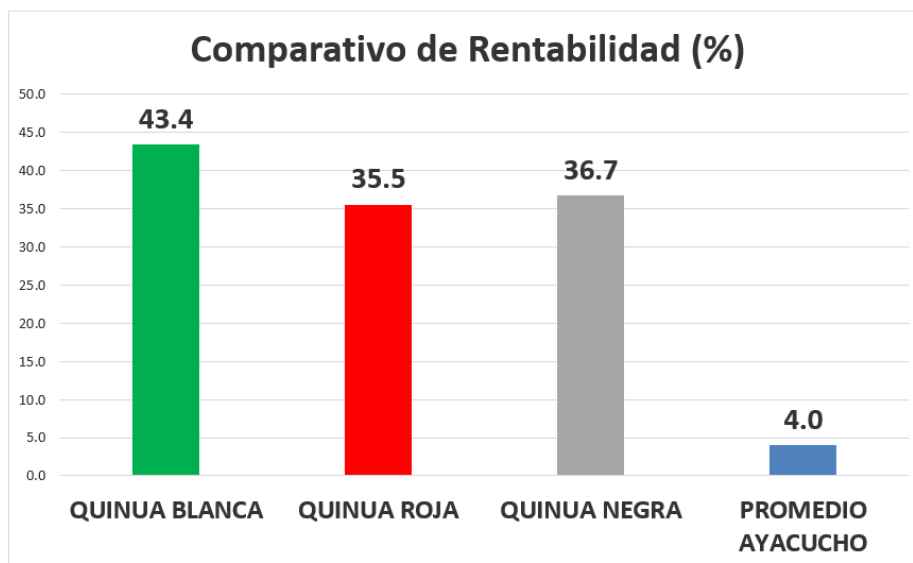


Figura 6: Comparativo económico de costo unitario y precio de venta por variedad.

La figura 6 muestra una comparación del costo de producción por kilogramo (costo unitario) y el precio de venta por kilogramo de tres variedades de quinua: blanca, roja y negra. El costo unitario de la quinua negra es más alto. Esto indica que su cultivo requiere mayores insumos o condiciones especiales que encarecen su producción y la propia genética de la variedad, aunque tiene el costo unitario más alto, el precio de venta más elevado sugiere una mayor rentabilidad por kilogramo. Las tres variedades de quinua presentan diferencias significativas en sus costos unitarios y precios de venta, lo que indica que factores como la variedad del cultivo, la demanda del mercado y las características propias de cada variedad influyen en su rentabilidad.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Comparativo de rentabilidad de la parcela de investigación frente al promedio regional.

La figura 7 muestra una comparación de la rentabilidad de las tres variedades comerciales sembradas en la investigación frente al promedio regional de Ayacucho, obteniendo mayor rentabilidad la quinua blanca, seguida por la quinua negra y por último la quinua roja, esto nos muestra que rentabilizamos la producción de estas tres variedades con el uso de esta tecnología en la producción de quinua.

4.2.3. Dificultades presentadas

La parcela en general tuvo tres incidencias de granizo los cuales mermaron el rendimiento (fechas de caía de granizos en la parcela de investigación: 10/12/21, 25/12/21 y 19/01/22).

La incidencia por ataque de aves en la zona en general es altísima básicamente por dos factores, presencia de árboles en donde posan las aves y otro es porque en la zona hay poca siembra de quinua y al ser nuestro cultivo uno de los pocos tuvimos mucha incidencia del ataque de aves, una dificultad severa, pero se trataron de solucionar con estrategias utilizadas en otras regiones y cuidado de personal, pero ante todas estas dificultades nuestro cultivo respondió bastante bien, recuperándose rápidamente.



Figura 8: La parcela de investigación tuvo incidencia de 3 eventos de granizo los días 10/12/21, 25/12/21 y 19/01/02, que afectaron los rendimientos.



Figura 9: ataque de aves que también afectaron el rendimiento

Si bien es cierto que los costos de instalación del fertirriego son caros en un principio, pero la vida útil que son 10 años rentabiliza la tecnología, uno de los aspectos favorables del fertirriego es la eficiencia de riego que esta entre 85 a 90 %, por lo que se suministra una buena nutrición al cultivo, lo cual crea en las plantas una resistencia natural y su propia defensa frente a las plagas y enfermedades, de igual forma que las plantas responden mejor a los fenómenos climáticos adversos como los granizos, heladas, etc., lo cual se pudo observar en campo. De igual manera al ser un riego localizado suministra humedad solo la parte de suelo donde están las plantas de quinoa lo que contribuye a su rápido establecimiento y desarrollo superando a

las malezas que son un punto crítico en la producción de quinua. En contraste con la producción tradicional con las lluvias el agua llega a todas partes de la parcela ocasionando el arrastre de los fertilizantes hacia las partes bajas de la parcela y generando una mala distribución de los nutrientes para el cultivo generando plantas débiles susceptibles a plagas y enfermedades y esto a veces conlleva al uso indiscriminado de pesticidas que ocasionan daños al ambiente y la salud humana, las lluvias en una producción tradicional hacen que emerjan rápidamente las malezas venciendo muchas veces a la quinua y ocasionando su pérdida si no se realizan los deshierbes oportunamente y muchas veces incurren al uso de herbicidas químicos prohibidos dañinos para el suelo y el ambiente.



Figura 10: La parcela de investigación después de los incidentes de granizo y el ataque de aves con excelente respuesta al efecto adverso del clima, sin problema de enfermedades y sin uso de pesticidas que dañan el ambiente.



Figura 11: Producción tradicional de cultivo de quinua muchas veces incurren al uso de insumos dañinos al ambiente y la salud humana.

Otro factor importante es el uso de la cantidad de agua, con esta tecnología se hace uso eficiente del agua porque se utilizó menos cantidad frente a la producción tradicional y frente a

investigaciones realizadas en la costa, además esta tecnología hace uso de eficiente de los insumos fertilizantes ya que al ser focalizado el fertirriego la planta provecha al máximo la disponibilidad de nutrientes con esta tecnología, caso contrario ocurre en la producción tradicional donde a veces hay arrastre o lavado de los fertilizantes por la lluvia y esto ocasiona mayores costos en la compra de insumos en donde se tienen que reinvertir. En la parcela de investigación se aplicó la fórmula de fertilización por hectárea de: N - P₂O₅ - K₂O - CaO - MgO - S - Zn: 80 - 60 - 120 - 20 - 6 -18 -2 y 1520 kg/ha de guano de corral descompuesto, considerando el análisis de suelo.

Tabla 5

Comparativo de consumo de agua en la producción de quinua por hectárea

Cantidad de agua	Fertirriego por goteo Llachoccmayo	Riego por goteo FAO - La Molina	Riego por gravedad
Cantidad total de agua usada (m³)	2700	3500 - 7000	5000 - 10000

Fuente: FAO – La Molina y datos obtenidos de la parcela de investigación.

Tabla 6

Comparativo de costo de insumos fertilizantes en la producción de quinua por hectárea

Cantidad de insumos	Fertirriego por goteo Llachoccmayo	Riego por gravedad
Costo total de insumos fertilizantes (S/)	991.5	1870

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis específica 3

H₀: La aplicación de fertirriego por goteo en la producción de quinua, genera impactos ambientales negativos.

H₁: La aplicación de fertirriego por goteo en la producción de quinua, genera impactos ambientales positivos.

Se acepta la hipótesis del investigador, es decir que la producción de quinua, genera impactos ambientales positivos, según la figura 6, 9, 10, 11 y tabla 5 y 6.

Según las figuras 8, 9, 10 y 11 la producción de quinua, especialmente cuando se hace uso eficiente de los recursos como el agua y los insumos fertilizantes, genera una serie de impactos

ambientales positivos. Muchas variedades de quinua son tolerantes a efectos climáticos adversos como las heladas, granizadas, sequías, etc. Además de ser resistentes a plagas y enfermedades lo que hace de la quinua un cultivo bastante amigable con el ambiente, en este sentido la aplicación del fertirriego fortaleció la resistencia natural del cultivo es decir pese a los efectos adversos del clima las plantas de quinua se recuperaron fácilmente al igual que no tuvimos dificultades con la incidencia de plagas y enfermedades; además al ser focalizado el riego no se tuvo problemas con las malezas; por todo ello en el desarrollo de la parcela de investigación no fue necesario el uso de pesticidas incluyendo los herbicidas químicos que dañan el ambiente como se practica muchas veces en la producción tradicional; es decir que una planta bien nutrida no necesita de insumos químicos sintéticos para su buen desarrollo y la obtención de buenos rendimientos.

Según la tabla 5 y 6, otro tema bastante importante es el uso eficiente del agua, con la aplicación del fertirriego se tuvo un ahorro de agua bastante significativo en comparación a datos de la FAO – La Molina y la siembra tradicional de la quinua que generalmente se hace por gravedad, esto hace que este sistema sea amigable con el ambiente en el uso del agua, con el tiempo será bastante relevante su uso para la producción de cultivos. De igual manera se observa la eficiencia del uso de insumos fertilizantes en donde los costos son menores frente a la producción tradicional en donde hay pérdida de los fertilizantes.

4.3. Discusiones de resultados

La presente investigación tuvo como objetivo describir la eficiencia y la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho, que permitió la triangulación de los antecedentes, marco teórico y los resultados presentados en la parte descriptiva, tabla 2 y figura 1 y 2.

- A nivel descriptivo en la tabla 3 y 4 y figura 3 y 4 se describe la eficiencia productiva mediante la utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca donde se determinó una diferencia significativa de la sierra y la costa con el cual se cumple con el objetivo 1 planteado.
- A nivel descriptivo en la figura 5, 2, 6 y 7 se describe la diferencia en la rentabilidad del cultivo de las tres variedades de quinua. En conclusión, se cumple con el objetivo 2 planteado.
- A nivel descriptivo en la figura 8, 9, 10 y 11 y tabla 5 y 6 se describe el impacto ambiental positivo del cultivo de quinua en la zona a en estudio. En conclusión, se cumple con el objetivo 3 planteado.

Estos resultados son corroborados por los resultados obtenidos por Urbano (2019), Instalación de un sistema de fertirriego por goteo y efecto del ácido húmico en el rendimiento de quinua negra (*Chenopodium quinoa W.*) en Canaán, 2735 msnm - Ayacucho, quien logró en base a los resultados obtenidos el rendimiento obtenido por efecto del ácido húmico se le atribuyó a la dosis (100 kg/ha) con 7992.67 kg/ha y el rendimiento más bajo obtuvo con el testigo (0 kg/ha) con 5085.67 kg/ha..

Los resultados positivos hallados brindan un aporte valioso de la relación directa entre la eficiencia y rentabilidad en la producción de quinua, lo cual permitió tener un mejor conocimiento de estas variables y a la vez poder mejorar la calidad de vida de las familias de la comunidad de Llachoccmayo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron arribar a las siguientes conclusiones:

1. Las variedades de quinua blanca Junín, roja Pasankalla y negra Ccoito tuvieron un rendimiento por hectárea de; 3880, 3665 y 2716.4 kilogramos respectivamente, en donde se observa que las tres variedades superaron el promedio regional de Ayacucho que alcanza los 1405.6 kilogramos por hectárea y además alcanzaron una rentabilidad de 43.4, 35.5, 36.7 % en quinua blanca, roja y negra respectivamente, frente al 4.0 % de rentabilidad del promedio regional que se reporta, estos resultados se obtuvieron pese a las dificultades del clima y el ataque de aves, se puede concluir que esta tecnología es recomendable para estas variedades en alturas y condiciones climáticas como Llachoccmayo (3800msnm).
2. La variedad blanca Junín tuvo el mayor rendimiento alcanzando los 3880 kilogramos por hectárea con la utilización del fertirriego, con respecto a la producción de quinua blanca en la costa que alcanza los 4200 kilogramos por hectárea existe una diferencia significativa en la eficiencia productiva del cultivo de quinua blanca, debido a que los costos de producción son más altos, lo que hace menos eficiente la producción de quinua blanca en esta zona del país, el costo unitario de quinua blanca obtenido en la parcela fue de S/ 2.40 nuevos soles frente al S/ 3.54 nuevos soles que tiene la costa; es decir producir un kilogramo de quinua blanca con esta tecnología en Ayacucho cuesta S/1.14 nuevos soles menos que con la misma tecnología en la costa, lo cual tiene una diferencia bastante significativa en la eficiencia del cultivo.
3. La rentabilidad obtenida de las variedades de quinua blanca Junín, roja Pasankalla y negra Ccoito fueron de 43.4, 35.5, 36.7 % respectivamente, frente al 4.0 % de rentabilidad del promedio regional que se reporta, demostrando que esta tecnología de fertirriego por goteo incrementa la rentabilidad de la producción de quinua bajo las condiciones de

Llachoccmayo a 3800 msnm, incluso en quinua blanca alcanza mayor rentabilidad frente a otras zonas del país como la costa utilizando la misma tecnología.

4. La aplicación de fertirriego en la producción de quinua genera impactos ambientales positivos, la quinua es un cultivo tolerante a efectos climáticos adversos como las heladas, granizadas, sequías, etc. Además es resistente a distintas plagas y enfermedades lo que hace de la quinua un cultivo bastante amigable con el ambiente, con el uso del fertirriego se fortaleció estas características intrínsecas de la quinua; por lo que no fue necesario el uso de pesticidas incluyendo los herbicidas químicos que dañan el ambiente como se practica muchas veces en la producción tradicional, al ser focalizado el riego no se tuvo problemas con las malezas; es decir que una planta bien nutrida no necesita de insumos químicos sintéticos para su buen desarrollo y la obtención de buenos rendimientos. Otro punto relevante es la eficiencia de uso de agua para todo el proceso se utilizaron 2700 m³ de agua frente a los 5000 a 7000 m³ que se utilizan en una producción tradicional, existiendo un ahorro de agua bastante significativo; además de ello la eficiencia en el uso de insumos fertilizantes es bastante significativo logrando un ahorro de S/ 878.5 nuevos soles por hectárea en el costo de insumos fertilizantes.
5. El cultivo de quinua roja Pasankalla no es recomendable sembrar ya que no responde a alturas mayores de 3500 msnm y en suelos con pH ácidos, pero si es recomendable suelos con pH entre 5 a 6 o cercanos al pH neutro y zonas entre 2800 a 3500 msnm.

RECOMENDACIONES

1. La tecnología Fertirriego, es recomendable para la zona de Ayacucho por los siguientes motivos:
 - ✓ Producción planificada en función a la época de producción de quinua (octubre a abril), se puede adelantar o retrasar la fenología del cultivo.
 - ✓ Reducción de malezas con riego focalizado.
 - ✓ Mayor rendimiento por ha en comparación a la producción tradicional.
 - ✓ Reducir riesgo de helada, adelantando la época de siembra.
 - ✓ Menor costo de producción.
2. Una limitante de la tecnología es que se requiere de un alto costo inversión en la instalación del sistema fertirriego por goteo que tiene una vida útil de 10 años, excepto las cintas de riego (se renuevan cada 3 años), pero el tiempo de vida compensa la inversión y la otra limitante es la disponibilidad de agua que muchas veces no se dispone de una fuente permanente, por lo que se tiene que construir reservorio de almacenamiento que involucra un costo adicional más.
3. El aprendizaje de nuevas técnicas para el control de aves surgió con la necesidad de la presencia masiva de aves y el daño que ocasionaban, por lo que se realizó la búsqueda de experiencias en otras regiones de donde surgió una experiencia de Puno que consistía en el tendido de banderillas de papel aluminio que resulto funcional debido a la sensibilidad de la vista de las aves con el reflejo del sol que generaban las banderillas, lo cual se replicó con otros productores cercanos a Llachoccmayo.
4. Replicar este trabajo en diferentes lugares de producción utilizando otras variedades comerciales de quinua, para constatar los resultados, ya que esto permitirá optimizar agua, fertilizantes con la obtención de altos rendimientos.

Referencias bibliograficas

- Apaza, V. 2005. Manejo y Mejoramiento de quinua orgánica. Perú. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria.
- Ataucusi, Y., Mercado, W., Ponce, R., Orihuela, C., Luna, H., Ortiz, H., & Mogollon, R. (2023). La Eficiencia de la producción de quinua en zonas altoandinas: el caso de Puno-Perú. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, (27), 1-21.
- Avidan, A. 1994. Determinación del régimen de riego de los cultivos. Fascículo N° 1: Factores que influyen sobre el régimen de riego. Estado de Israel Ministerio de Agricultura. Centro de cooperaciones internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO).
- Avidan, A. 1994. Determinación del régimen de riego de los cultivos. Fascículo N° 2: Estado de Israel Ministerio de Agricultura. Centro de cooperaciones internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO)
- Caqui Gonzáles, J. (2015). Factores asociados a la prevalencia de fasciola hepática en bovinos de la comunidad campesina de Huandobamba, 2015.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- De la Cruz Quispe, E. (2023). Análisis de tendencias de producción y exportación de la Quinua Peruana (Qp), periodo 2012-2022.
- De La Vega Peña, S. (2022). Evaluación de la fenología, morfología y rendimiento de seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en condiciones agroecológicas de Vilcabamba-Grau-Apurímac.

- Gandarillas, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) La Paz, Bolivia.
- Gomez- Pando, L. (2015). Quinoa breeding. Quinoa: Improvement and sustainable production, 87-108.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. (2014)
- Hernández, R. (2010). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.
- León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. IICA. Lima-Perú. Boletín Técnico.
- Manterola, C., Hernández-Leal, M. J., Otzen, T., Espinosa, M. E., & Grande, L. (2023). Estudios de Corte Transversal. Un Diseño de Investigación a Considerar en Ciencias Morfológicas. *International Journal of Morphology*, 41(1), 146-155.
- Mujica, A 1997. Cultivo de quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima-Perú. Serie Manual RI N° 1-97.
- Pizarro Cabello, F. 1990. Riego localizado de alta frecuencia (RLARF) goteo, microaspersión, exudación. 2° edición. Madrid – España: Ediciones Mundi- Prensa.
- Pulgar Vidal, J. 1954. La quinua o suba en Colombia. Publicación. N° 03. Fichero Científico Agropecuario. Bogotá, Colombia. Ministerio de Agricultura.
- Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gomez Pando Pedro Leon-Lobos, L. G., Alercia, A., Diulgheroff, S., ... & Bazile, D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua.
- Rosas Tomás, G. (2019). Rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)(Amaranthaceae), desarrollado en cuatro densidades de siembra bajo condiciones de suelo arenoso.

SOLID PERÚ, Solid OPD. La Quinoa El Grano De Oro. Guía para la producción de quinua en Ayacucho. Ayacucho Perú 2010.

SOLID PERÚ. Perfil y resumen del Proyecto Integral Quinoa. Ayacucho - Perú 2009.

Suarez Sanchez, D. E., & Riaño Fernández, L. C. (2021). Exportación de productos transformados de la quinua de origen cundinamarqués a la Unión Europea.

Tamayo, M. (2006). Diccionario de la investigación científica. DO NOT USE.

Tapia, M. & Gandarillas, H. 1979. La quinua y la kañihua. Bogotá Colombia. Edit IICA.

Tapia, M. 1993. Semillas andinas. Lima-Perú. CONCYTEC.

Tapia, M.1990. Cultivos Andinos Subexplotadas y aporte a la alimentación. 2da Edic. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Santiago-Chile. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Tapia, M1979. La quinua y la kañihua, cultivos andinos. Bogotá CIID.

Urbano Huicho, R. (2019). Instalación de un sistema de fertirriego por goteo y efecto del ácido húmico en el rendimiento de quinua negra (*Chenopodium quinoa* W.) en Canaán, 2735 msnm-Ayacucho.

Vásquez, Absalón. 2,000. Manejo de Cuencas Altoandinas. Tomos I, II. Lima – Perú. Editorial FIRMART - S.A.C

Vázquez Fernández, E., & Gracia Sánchez, J. (1998). Calibración de parámetros de infiltración y rugosidad con un modelo numérico para riego con surcos cerrados. *Ingeniería del agua*, 5(3), 11-16.

Villafuerte, J. A. F., & Leo, L. H. (2019). Regímenes de riego en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo sistema de goteo.

In *Anales Científicos* (Vol. 80, No. 1, pp. 205-224). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Zanabria, E. y Banegas, M. 1997. Entomología económica sostenible. Puno-Perú

ANEXO

Anexo 1

VI. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) CON LA UTILIZACIÓN DE FERTIRRIEGO EN LA COMUNIDAD DE LLACHOCCMAYO – AYACUCHO

PROBLEMA	OBJETIVO	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES E IND	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la eficiencia y rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS a. ¿Cuál es la eficiencia productiva mediante la utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho? b. ¿Cuál es la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho? c. ¿Cuál es el impacto ambiental que genera la utilización de fertirriego por goteo en la producción de quinua?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Describir la eficiencia y la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS a. Describir la eficiencia productiva mediante la utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho. b. Determinar la rentabilidad mediante la utilización de fertirriego en la producción de las tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho. c. Determinar el impacto ambiental que genera la utilización de fertirriego por goteo en la producción de quinua.</p>	<p>El presente trabajo se justifica en la problemática la producción de quinua de forma tradicional que trae como consecuencia la obtención de bajos rendimientos y un producto de mala calidad y como consecuencia la pérdida gradual de la sostenibilidad del negocio. A la vez la mayoría de los productores en el distrito de Chiara, continúan con la forma tradicional de la producción del cultivo dependiendo de las lluvias para la emergencia y desarrollo del cultivo y que justamente coincide con la incidencia de las malezas, las cuales generan mucha competencia al cultivo que en algunos casos llegan a ganar a la quinua. Además de ello el hecho de esperar las aguas de las lluvias que en muchos casos se dan en el mes de noviembre hace que la incidencia de las heladas en el mes de enero o febrero coincida con las etapas críticas del cultivo, es decir justamente las heladas caen cuando el cultivo está en inicios de floración en donde las bajas temperaturas causan las pérdidas del grano, lo cual resulta muy perjudicial en la obtención de rendimientos del grano. Con la propuesta se pretende brindar una nueva alternativa de producción de la quinua aplicando el fertirriego por goteo garantizando su inocuidad en cuanto a pesticidas. Por ello, el estudio se justifica porque contribuirá con la obtención de mayor información sobre la aplicación de nuevas tecnologías para la obtención de mejores rendimientos y por ende mayor rentabilidad del cultivo, además de obtener el grano de quinua sin residuos de pesticidas para su fácil comercialización, ya que la producción contará con los estándares de calidad exigidas por la empresas exportadoras; por todo ello es necesario dar nuevas herramientas y alternativas de producción a nuestros agricultores para mantener la sostenibilidad del cultivo.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL La utilización de fertirriego en la producción de tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho presenta una diferencia significativa en la eficiencia y la rentabilidad del cultivo</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICO a. La utilización de fertirriego en la producción de la quinua blanca en la comunidad de Llachoccmayo- Ayacucho, con respecto a la Costa presenta una diferencia significativa en la eficiencia productiva del cultivo. b. La utilización de fertirriego en la producción de tres variedades de quinua en la comunidad de Llachoccmayo- Ayacucho, presenta una diferencia significativa la rentabilidad del cultivo. c. La utilización de fertirriego por goteo en la producción de quinua genera impactos ambientales positivos.</p>	<p>INDEPENDIENTE Uso de fertirriego por goteo</p> <p>INDICADOR Cantidad de agua utilizada. Cantidad de insumos.</p> <p>DEPENDIENTE Eficiencia de riego y rentabilidad de la quinua.</p> <p>INDICADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento • Ingresos totales • Cantidad de agua utilizada • Cantidad de insumos 	<p>1. NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimental - correlacional • Experimental - comparativo <p>2. METODO Muestreo no probabilístico de tipo intencional</p> <p>3. POBLACION Producción de quinua en Llachoccmayo.</p> <p>4. MUESTRA Parcela demostrativa de producción bajo fertirriego en Llachoccmayo.</p> <p>5. TÉCNICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación • Experimentación <p>6. INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diarios de campo • Cuestionarios

Anexo 2: Fotos



“LA UNIÓN HACE LA FUERZA”



COSECHA

“LA UNIÓN HACE LA FUERZA”



COSECHA

TRILLA**“LA UNIÓN HACE LA FUERZA”**



Instalación del sistema de fertirriego por goteo







Juan Víctor Flores Martínez











CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N°081-2025-UNSCH-EPG/OGH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado – UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución De Consejo Directivo N°109-2024-UNSCH-EPG/CD, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNSCH, otorga lo siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

AUTOR	Bach. Juan Victor FLORES MARTINEZ
DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS	MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA	MAESTRO
DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO	MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
TÍTULO DE TESIS	Evaluación de la eficiencia y rentabilidad de quinua (Chenopodium quinoa) con la utilización de fertirriego en la comunidad de Llachoccmayo - Ayacucho
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD	23% de similitud
N° DE TRABAJO	2739734456
FECHA	01 de setiembre de 2025

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

01 de setiembre de 2025.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Escuela de Posgrado

Dr. Oscar Gutiérrez Huamani

Evaluación de la eficiencia y rentabilidad de quinua (Chenopodium quinoa) con la utilización de fertirriego en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho

por Juan Victor FLORES MARTINEZ

Fecha de entrega: 01-sept-2025 04:50p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2739734456

Nombre del archivo: TESIS_FLORES_MARTINEZ.docx (33.56M)

Total de palabras: 15462

Total de caracteres: 84549

Evaluación de la eficiencia y rentabilidad de quinua (Chenopodium quinoa) con la utilización de fertirriego en la comunidad de Llachoccmayo – Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	15%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	gestionparticipativa.pe.ica.int Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upeu.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
11	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad para el Desarrollo Andino- AMT Account ID Trabajo del estudiante	<1 %
14	Mendoza Coari, Paul Pascual. "Influencia de cepas de Trichoderma endófito y microorganismos eficaces (EM) en la incidencia de "Kcona Kcona" (Eurysacca sp.) y rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE
PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°0083-2025-UNSCH-EPG/D.**

Siendo las 11:00 a.m. del 17 de marzo de 2025 se reunieron en el auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis, presidido por el **Dr. OSCAR GUTIERREZ HUAMANI** Director (e) de la Escuela de Posgrado, el **Mg. EDMUNDO CANCHARI GUTIERREZ** Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, e integrado por los siguientes miembros: **Dr. ANDRES PORTUGAL PAZ** y el **Mtro. CARLOS AUBERTO PRADO PRADO**; para la sustentación oral y pública de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA) CON LA UTILIZACIÓN DE FERTIRRIEGO EN LA COMUNIDAD DE LLACHOCCMAYO - AYACUCHO**, presentado por el **Bach. JUAN VICTOR FLORES MARTINEZ**. Teniendo como asesor al **Msc. JAIME LEONARDO BENDEZU PRADO**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis procedió a la votación, la que dio como resultado el siguiente calificativo: DIECISEIS (16).

CALIFICACION (x)

Aprobado(a) por Unanimidad.	X
Aprobado(a) por Mayoría.	—
Desaprobado(a) por Unanimidad.	—
Desaprobado(a) por Mayoría.	—

(x) Marcar con aspa.

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue al **Bach. JUAN VICTOR FLORES MARTINEZ**, el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Siendo las.....12:49.....hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las.....12:49.....hrs. del 17 de marzo de 2025.

.....
Dr. OSCAR GUTIERREZ HUAMANI
Director(e) de la Escuela de Posgrado.

.....
Mg. EDMUNDO CANCHARI GUTIERREZ
Director de la UPG-FIMGC

.....
Dr. ANDRES PORTUGAL PAZ
Miembro.

.....
Mtro. CARLOS AUBERTO PRADO PRADO
Miembro.

.....
Dr. JOSE ALARCON GUERRERO
Secretario Docente.

Observaciones:

.....

.....

.....