



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMÍA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90
ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE
GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-
2025”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agrónomo

Autor:

Chillagana Pillo Hugo Rene

Tutora:

Marín Quevedo Karina Paola

Co-Tutora

López Guerrero Victoria Alicia

LATACUNGA – ECUADOR

MARZO 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chillagana Pillo Hugo Rene, con cédula de ciudadanía No. 0550270102, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-2025”**, siendo la Ingeniera Mg. Karina Paola Marín Quevedo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Chillagana Pillo Hugo Rene
C.C: 0550270102
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Chillagana Pillo Hugo Rene** identificado con cédula de ciudadanía 0550270102 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-2025”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 - Marzo 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo. Mg

Tema: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-2025”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de febrero del 2026.

Chillagana Pillo Hugo Rene
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-2025”, de Chillagana Pillo Hugo Rene, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.
C.C: 0502672934
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Chillagana Pillo Hugo Rene, con el título del Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-2025”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

C.C: 0501946263

LECTOR 1

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

C.C: 0502409725

LECTOR 2

Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph. D.

CC: 0502329238

LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a su Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por ser el espacio donde no solo recibí conocimientos, sino donde forjé mi identidad profesional. Cada aula y cada rincón de sus instalaciones fueron testigos de mi crecimiento.

De manera muy especial, quiero reconocer el apoyo invaluable del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), y en particular a la Ing. Victoria López del Programa de Cereales, cuya disposición para compartir su conocimiento, fue un pilar fundamental para el desarrollo de este trabajo.

A mi tutora, la Ing. Mg. Karina Marín, le expreso mi eterna gratitud. Su guía certera, su paciencia infinita y su dedicación excepcional no solo iluminaron el camino de esta investigación, sino que también me inspiraron a persistir hasta verla culminada con éxito.

Al Ing. Mg. Santiago Jiménez, responsable de mi proyecto vinculado, mi agradecimiento trasciende esta tesis. Su apoyo fue un faro constante, no solo para el éxito de este estudio, sino a lo largo de toda mi travesía universitaria, dejando una huella imborrable en mi formación integral.

A todos, les debo la concreción de este logro. Su respaldo, conocimientos y confianza han sido el combustible que impulsó cada página de esta investigación.

Hugo Rene Chillagana Pillo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación, fruto de mi esfuerzo y aprendizaje, a los pilares fundamentales de mi vida: Mi familia.

A mis padres, Chillagana Victoriano y María Pillo por su amor incondicional, su apoyo constante en cada etapa de mi formación y por ser el cimiento sobre el cual he construido cada uno de mis sueños. Este logro es, ante todo, un reflejo de su dedicación y fe en mí.

Y a todos mis herman@s por estar apoyándome en cada momento y no me han dejado solo en el transcurso de mis estudios.

Su guía, fortaleza y aliento han sido la luz que ha iluminado este camino. Con profunda gratitud, les dedico este triunfo.

Hugo Rene Chillagana Pillo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE 90 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA INIAP, EN EL CAMPUS SALACHE, PERIODO 2024-2025”

Autor:
Chillagana Pillo Hugo Rene

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, desarrollado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache, tuvo como finalidad la caracterización de 90 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) provenientes del banco de germoplasma del INIAP, con el objetivo de identificar genotipos promisorios bajo condiciones climáticas específicas (2800 m s.n.m., pH 7.65, temperatura promedio 14 °C, suelo franco arenoso). La problemática radica en la pérdida progresiva de diversidad genética y viabilidad en semillas almacenadas por largos periodos, sumado a la falta de caracterización sistemática de numerosas accesiones, lo cual limita su aprovechamiento en programas de mejoramiento. Para enfrentar esta situación, se implementó un ensayo en campo con un diseño experimental basado en el modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS), distribuido en 5 bloques sin repeticiones. Se evaluaron variables cuantitativas (altura de planta, días a la floración, rendimiento, etc.) y cualitativas (porcentaje de germinación, acame, color de panoja, saponinas, entre otras), aplicando análisis estadísticos como tablas de frecuencia, prueba de Chi-cuadrado, análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis) y análisis de clúster. Los resultados mostraron diferencias significativas entre accesiones, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y evidenciar la existencia de variabilidad genética aprovechable. El coeficiente de determinación del modelo GLS ($R^2 = 0.2253$) indicó una influencia moderada de las variables sobre el rendimiento, sugiriendo que otros factores también inciden. A través del análisis de clúster se conformaron grupos homogéneos que facilitaron la identificación de accesiones con alto potencial productivo y adaptabilidad local. Como resultado se caracterizó dos accesiones “ECU-329” y “ECU-353” presentaron características que resaltan entre las demás, debido a su altura (170-171 cm), rendimiento (213 - 238gr), baja incidencia como severidad de *Peronospera variabilis*, bajos niveles de acame y plantas caídas, ambos contienen quinuas amargas. Finalmente se recomienda sembrar estas dos accesiones anteriormente mencionadas, debido a su óptimo rendimiento y sanidad. Por otro lado, crear programas de fitomejoramiento con estas accesiones para poder evaluar más variables y a la larga obtener una nueva variedad.

Palabras clave: Caracterización, quinua, INIAP, accesiones, rendimiento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**THEME: "MORPHOLOGICAL AND PRODUCTIVE CHARACTERIZATION OF 90
QUINOA (*Chenopodium quinoa*) ACCESSIONS FROM THE INIAP GERMPLASM
BANK, AT SALACHE CAMPUS, IN 2024-2025"**

Author:

Chillagana Pillo Hugo Rene

ABSTRACT

This research project, conducted at the Technical University of Cotopaxi, Salache campus, aimed to characterize 90 quinoa (*Chenopodium quinoa*) accessions from the INIAP germplasm bank, in order to identify promising genotypes under specific climatic conditions (2800 m a.s.l., pH 7.65, average temperature 14 °C, sandy loam soil). The problem lies in the progressive loss of genetic diversity and viability in seeds stored for long periods, coupled with the lack of systematic characterization of numerous accessions, which limits their use in breeding programs. To address this situation, a field trial was implemented with an experimental design based on the Generalized Least Squares (GLS) model, distributed in 5 blocks without repetitions. Quantitative variables (plant height, days to flowering, yield, etc.) and qualitative variables (germination percentage, lodging, panicle color, saponins, among others) were evaluated, applying statistical analyses such as frequency tables, Chi-square test, non-parametric analysis of variance (Kruskal-Wallis), and cluster analysis. The results showed significant differences among accessions, which allowed rejecting the null hypothesis and evidencing the existence of usable genetic variability. The GLS model determination coefficient ($R^2 = 0.2253$) indicated a moderate influence of the variables on yield, suggesting that other factors also have an impact. Through cluster analysis, homogeneous groups were formed that facilitated the accessions identification with high productive potential and local adaptability. As a result, two accessions, "ECU-329" and "ECU-353," presented characteristics that stand out among the others, due to their height (170-171 cm), yield (213-238 g), low incidence and severity of *Peronospora variabilis*, lodging low levels and fallen plants; both contain bitter quinoa. Finally, will recommend to sow these two previously mentioned accessions, due to their optimal yield and health. On the other hand, creating plant breeding programs with these accessions is suggested to evaluate more variables and, in the long term, obtain a new variety.

Keywords: Characterization, quinoa, INIAP, accessions, yield.

Índice de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS.....	4
3.1. Beneficiarios directos	4
3.2. Beneficiarios indirectos.....	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS	5
5.1. General	5
5.2. Específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	10
7.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA QUINUA.....	10
7.1.1. Importancia de la quinua	11
7.1.2. Composición nutricional de la quinua.....	12
7.2. Clasificación taxonómica	13
7.3. Fitografía.....	13
7.3.1. Raíz	13
7.3.2. Tallo.....	14
7.3.3. Hojas.....	14
7.3.4. Inflorescencia.....	14

7.3.5.	Flores	14
7.3.6.	Fruto	14
7.3.7.	Grano.....	14
7.3.8.	Panoja.....	14
7.3.9.	Colores de panoja.....	15
7.3.10.	Episperma.....	15
7.3.11.	Colores de episperma.....	15
7.3.12.	Pericarpio.....	15
7.3.13.	Colores de pericarpio.....	15
7.4.	Etapas fenológicas	16
7.4.1.	Germinación	16
7.4.2.	Emergencia	16
7.4.3.	Dos hojas verdaderas	16
7.4.4.	Cuatro hojas verdaderas	16
7.4.5.	Seis hojas verdaderas	16
7.4.6.	Ramificación	17
7.4.7.	Inicio de panojamiento.....	17
7.4.8.	Panojamiento completo.....	17
7.4.9.	Inicio de floración.....	17
7.4.10.	Floración (antesis)	17
7.4.11.	Formación de grano lechoso.....	17
7.4.12.	Grano pastoso	18
7.4.13.	Madurez fisiológica	18
7.5.	Saponinas	18
7.5.1.	Caracterización.....	18
7.5.2.	Caracterización agronómica	18
7.5.3.	Caracterización morfológica	19
7.6.	Genética.....	19
7.7.1.	Accesiones	20
7.8.	Requerimientos agroclimáticos y edáficos del cultivo	21
7.9.	Manejo del cultivo de quinua	22
7.10.	Plagas y enfermedades que afectan severamente al cultivo de quinua	23

8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS E HIPÓTESIS	24
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
9.1.	Área de estudio	24
9.3.1.	Cualitativa.....	26
9.3.2.	Cuantitativa	26
9.3.3.	Especificaciones del campo experimental	26
9.3.4.	Diseño experimental	26
9.4.	Factores en estudio	29
9.4.1.	Accesiones de quinua	29
9.4.2.	Condiciones ambientales.....	29
9.5.	Bloques y tratamientos.....	29
9.6.	Distribución del ensayo en campo.....	30
9.8.1.	Observación visual	31
9.8.2.	Registro de datos	31
9.8.3.	Análisis estadístico.....	31
9.9.	Modelo de cuadrados mínimos.....	31
9.9.1.	Análisis de tablas de frecuencia	32
9.9.2.	Análisis de medidas de resumen.	32
9.9.3.	Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis.....	32
9.9.4.	Prueba Chi-cuadrado.....	32
9.9.5.	Prueba de Cluster.....	33
9.9.6.	Escala de selección.....	34
9.11.1.	Instalación del experimento.....	35
9.11.2.	Selección de la semilla	35
9.11.3.	Trazado	35
9.11.4.	Siembra	35
9.11.5.	Aporque.....	35
9.11.6.	Fertilización	35
9.11.7.	Control de maleza.....	36
9.11.8.	Colocación de capuchones	36
9.11.9.	Cosecha.....	36
9.12.1.	Trillar	36

9.12.2.	Rendimiento	36
9.12.3.	Almacenamiento	36
9.13.1.	Variables agronómicas.....	36
9.13.2.	Días a la germinación	36
9.13.3.	Porcentaje de germinación	37
9.13.4.	Porcentaje de incidencia de Mildiu.....	37
9.13.5.	Días a la floración	37
9.13.6.	Días a la formación de grano lechoso.	38
9.13.7.	Días a la formación de grano harinoso.....	38
9.13.8.	Días a la formación de grano duro	38
9.13.9.	Porcentaje plantas caídas	38
9.13.10.	Porcentaje de acame.....	39
9.13.11.	Severidad de Mildiu	39
9.13.12.	Rendimiento (g)	40
9.14.1.	Altura de planta (cm).....	40
9.14.2.	Hábito de crecimiento	40
9.14.3.	Color de panoja	41
9.14.4.	Color de pericarpio	41
9.14.5.	Color de episperma	41
9.14.6.	Contenido de saponinas	42
9.14.7.	Selección de cereales.....	43
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
10.1.1.	Variables cuantitativas	44
10.1.2.	Porcentaje de germinación	53
10.1.3.	Análisis de la varianza no paramétrica por el método de Kruskal-Wallis de la variable porcentaje de germinación	54
10.1.4.	Días a la floración.....	54
10.1.5.	Tablas de resumen de días a la floración	54
10.1.6.	Análisis de varianza no paramétrica con el método de Kruskal Wallis para la variable Días a la floración.....	55
10.1.7.	Días a la formación de grano lechoso	55
10.1.8.	Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano lechoso	55
10.1.9.	Días a la formación de grano harinoso.....	57

10.1.10.	Medidas de resumen para la variable días a la formación de grano harinoso	57
10.1.11.	Días a la formación de grano duro	59
10.1.12.	Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano duro.....	59
10.1.13.	Días a la cosecha	60
10.1.14.	Medidas de resumen de la variable Días a la cosecha.....	60
10.1.15.	Rendimiento en gramos	62
10.1.16.	Medidas de resumen de la variable Rendimiento en gramos.....	62
10.1.17.	Acame	64
10.1.18.	Análisis de frecuencias de la variable Porcentaje de acame.....	64
10.1.19.	Plantas caídas.....	66
10.1.20.	Análisis de frecuencia de la variable plantas caídas	66
10.1.21.	Incidencia de Mildiu.....	67
10.1.22.	Análisis de frecuencia de la variable incidencia de Mildiu.....	67
10.1.23.	Severidad de Mildiu	69
10.1.24.	Análisis de frecuencia de la variable severidad de Mildiu	69
10.2.	Variables morfológicas	70
10.2.1.	Altura de planta en centímetros.....	70
10.2.2.	Medidas de resumen de la variable altura de planta en centímetros	70
10.2.3.	Hábito de crecimiento	72
10.2.4.	Análisis de frecuencia de la variable Hábito de crecimiento.....	72
10.2.5.	Color de panoja	73
10.2.6.	Análisis de frecuencia de la variable color de panoja	73
10.2.7.	Color de pericarpio	74
10.2.8.	Análisis de frecuencia para la variable de color de pericarpio.	74
10.2.9.	Color de episperma	75
10.2.10.	Análisis de frecuencia de la variable color de episperma	75
10.2.11.	Contenido de saponinas	76
10.2.12.	Análisis de frecuencia de contenido de saponinas	76
10.3	Análisis Cluster.....	77
10.3.1	Variables cuantitativas.....	77
10.3.2.	Variables cualitativas	80
10.4	. Selección de accesiones.....	86

11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	87
12.	CONCLUSIONES.....	88
13.1	RECOMENDACIONES	88
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	89
14.	ANEXOS.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 2.	Composición nutricional de la quinua.....	12
Tabla 3.	Clasificación taxonómica del cultivo de quinua <i>Chenopodium quinoa</i>	13
Tabla 4.	Requerimientos agroclimáticos y edáficos del cultivo	21
Tabla 5.	Manejo del cultivo de quinua	22
Tabla 6.	Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de quinua.....	23
Tabla 7.	Características del área de estudio	25
Tabla 8.	Variables independientes y dependientes.....	27
Tabla 9.	Distribución de las variables por bloques y tratamientos	29
Tabla 10.	Distribución del ensayo experimental en campo	30
Tabla 11.	Variables y su análisis empleado.....	33
Tabla 12.	Escala de índice de selección	34
Tabla 13.	Escala de porcentaje de germinación del Manual del INIAP	37
Tabla 14.	Escala de porcentajes de incidencia de mildiu.....	37
Tabla 15.	Escala de porcentaje de plantas caídas	38
Tabla 16.	Escala de porcentaje de acame.....	39
Tabla 17.	Escala de severidad de Mildiu.....	39
Tabla 18.	Escala de hábito de crecimiento	40
Tabla 19.	Escala de colores de panoja	41
Tabla 20.	Escala de color de pericarpio	41
Tabla 21.	Escala de color de episperma	42
Tabla 22.	Escala de contenido de saponinas	43
Tabla 23.	Escala de índices de selección	43
Tabla 24.	Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 1) ..	44
Tabla 25.	Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 2) ..	45
Tabla 26.	Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 3) ..	47
Tabla 27.	Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 4) ..	48
Tabla 28.	Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 5) ..	50

Tabla 29. Medidas de resumen de la variable días a la germinación de cinco bloques.....	52
Tabla 30. Tablas de frecuencia de porcentaje de germinación.....	53
Tabla 31. Análisis de la varianza no paramétrica por el método de Kruskal-Wallis de la variable porcentaje de germinación	54
Tabla 32. Análisis de resumen de días a la floración	54
Tabla 33. Análisis de varianza no paramétrica con el método de Kruskal Wallis para la variable Días a la floración.....	55
Tabla 34. Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano lechoso	55
Tabla 35. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis, en la variable días a la formación de grano lechoso.....	56
Tabla 36. Rangos entre bloques de la variable Días a la formación de grano lechoso.	56
Tabla 37. Medidas de resumen para la variable días a la formación de grano harinoso.....	57
Tabla 38. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis de la variable Días a la formación de grano harinoso.....	58
Tabla 39. Rangos entre bloques de la variable Días a la formación de grano harinoso.....	58
Tabla 40. Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano duro.....	59
Tabla 41. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis en la variable Días a grano duro.	59
Tabla 42. Rangos entre bloques de la variable Días a grano duro.	60
Tabla 43. Medidas de resumen de la variable Días a la cosecha.....	60
Tabla 44. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis en la variable días a la cosecha.....	61
Tabla 45. Rangos entre bloques de la variable días a la cosecha	61
Tabla 46. Medidas de resumen de la variable Rendimiento en gramos.....	62
Tabla 47. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis en la variable rendimiento en gramos	63
Tabla 48. Rangos entre bloques de la variable rendimiento en gramos.....	63
Tabla 49. Análisis de frecuencias de la variable Porcentaje de acame.....	64
Tabla 50. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable acame	65
Tabla 51. Rangos entre bloques de la variable acame	65
Tabla 52. Análisis de frecuencia de la variable plantas caídas	66
Tabla 53. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable plantas caídas.....	66
Tabla 54. Análisis de frecuencia de la variable incidencia de Mildiu.....	67
Tabla 55. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable plantas caídas.....	68
Tabla 56. Rangos entre bloques de la variable plantas caídas	68
Tabla 57. Análisis de frecuencia de la variable severidad de Mildiu	69
Tabla 58. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable Severidad de Mildiu	69
Tabla 59. Medidas de resumen de la variable altura de planta en centímetros	70

Tabla 60. Análisis de varianza no paramétrico por medio del método de Kruskal Wallis de la variable de altura en cm	71
Tabla 61. Rangos por bloques de la variable altura en cm	71
Tabla 62. Análisis de frecuencia de la variable Hábito de crecimiento.....	72
Tabla 63. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable Hábito de crecimiento.	72
Tabla 64. Análisis de frecuencia de la variable color de panoja	73
Tabla 65. Análisis de frecuencia por el método de Chi-cuadrado en la variable color de panoja	73
Tabla 66. Análisis de frecuencia para la variable de color de pericarpio	74
Tabla 67. Prueba Chi-cuadrado de la variable Color de pericarpio	75
Tabla 68. Análisis de frecuencia de la variable color de episperma	75
Tabla 69. Prueba Chi-cuadrado de la variable Color de episperma	76
Tabla 70. Análisis de frecuencia de contenido de saponinas	76
Tabla 71. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis en la variable de contenido de saponinas	77
Tabla 72. Grupos de accesiones y sus características.	82
Tabla 73. Selección de accesiones de acuerdo a la ponderación	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio, desde Google Earth.....	25
Figura 2. Tipos de hábitos de crecimiento de quinua	40
Figura 3. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 1	45
Figura 4. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 2	47
Figura 5. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 3	48
Figura 6. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 4	50
Figura 7. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 5	51
Figura 8. Dendrograma de agrupación de 90 accesiones de quinua a partir de 7 variables cuantitativas.....	79
Figura 9. Dendrograma de agrupación de 90 accesiones de quinua a partir de 7 variables cualitativas	81

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto:

“Caracterización morfológica y productiva de 90 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) del banco de germoplasma INIAP, en el campus Salache, periodo 2024-2025”

Fecha de inicio:

Abril 2024

Fecha de finalización:

Octubre 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache, vitrinas tecnológicas del INIAP

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- La Estación Experimental Santa Catalina.

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía.

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Cotutor: Ing. López Guerrero Victoria Alicia, Mg.

Lector 1: Ing. Jiménez Jácome Cristian Santiago, Mg.

Lector 2: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Mg.

Lector 3: Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD.

Responsable del Proyecto:

Nombre: Chillagana Pillo Hugo Rene

Teléfono: 0987916233

Correo electrónico: hugo.chillagana0102@utc.edu.ec

Área de conocimiento:

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca – Producción Agropecuarias

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sublínea de investigación:

Caracterización de la biodiversidad

Líneas de vinculación de la carrera:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología, y gestión para el desarrollo humano y social.

Convenio:

Fortalecimiento de las capacidades de áreas productivas de la zona 3 – Convenio interinstitucional INIAP (Vigente)

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Chenopodium quinoa Willd., conocido comúnmente como quinua, se erige como un cultivo de gran relevancia a nivel global debido a su excepcional calidad nutricional. Su perfil bioquímico, caracterizado por un elevado contenido proteico, una composición balanceada de aminoácidos esenciales, lípidos insaturados, vitaminas del complejo B y minerales, lo posiciona como un alimento fundamental para fortalecer la seguridad alimentaria (Jacobsen, 2017). Esta especie, además, manifiesta una notable resiliencia agroecológica, desarrollándose eficazmente en suelos de baja fertilidad y bajo condiciones de estrés abiótico, lo que la convierte en un recurso fitogenético estratégico para la adaptación agrícola al cambio climático (Salcedo Salomón, 2018)..

La conservación de la diversidad genética de la quinua es una tarea crítica que recae en los bancos de germoplasma. No obstante, la viabilidad de las semillas no es perpetua; estudios fisiológicos demuestran que, bajo almacenamiento convencional, los lotes de quinua pueden sufrir una merma significativa en su capacidad germinativa, superando el 50% en periodos que oscilan entre la primera y segunda década (Ellis, 2019). En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo central la actualización del banco de germoplasma de quinua del INIAP. Esta actividad es imprescindible para preservar la integridad genética y la viabilidad fisiológica de las accesiones, garantizando así su disponibilidad para futuros programas de fitomejoramiento. Como parte integral del proceso, las accesiones han sido establecidas en condiciones de campo en la localidad de Salache, caracterizada por una altitud de 2800 m.s.n.m., un pH de suelo de 7.65, una temperatura promedio de 14°C y una textura franco arenosa, lo que permitirá una evaluación primaria de su adaptabilidad.

La mera conservación de germoplasma, sin una caracterización exhaustiva, limita severamente su utilidad práctica. Como señala Maughan (2018), la valorización de las colecciones biológicas depende de la generación de datos fenotípicos y genotípicos robustos que permitan explorar la diversidad existente. Este proyecto evaluará 90 accesiones con el fin de identificar caracteres deseables de interés agronómico e industrial, tales como el rendimiento, la tolerancia a sequía y la calidad nutricional. La selección de genotipos superiores es una prioridad en un país como Ecuador,

donde el rendimiento promedio del cultivo (0.8 t/ha) dista considerablemente de su potencial genético, estimado entre 3 y 5 t/ha (Gómez-Pando, 2020).

La estrategia de regeneración o "refrescamiento" del germoplasma es un componente vital para la conservación a largo plazo. Realizar este proceso en un único ambiente edafoclimático puede inducir una deriva genética y una selección inadvertida, reduciendo la diversidad original de la colección. Por el contrario, la multiplicación en ambientes contrastantes, como el de Salache, permite una conservación más dinámica de los alelos de adaptación y facilita la identificación de genotipos con resistencia a bióticos y abióticos específicos (Bertero & Ruiz, 2018).

El resultado final de esta investigación se materializará en la conformación de un catálogo actualizado de accesiones de quinua, dirigido a investigadores, fitomejoradores y agricultores. Dicho instrumento permitirá la identificación y selección de materiales promisorios para zonas andinas con condiciones análogas a las de Salache. Asimismo, se pondrá a disposición de la comunidad científica una base de datos morfo-agronómica que servirá como cimiento para estudios genómicos, de asociación y de mapeo genético, impulsando el desarrollo de variedades mejoradas de quinua en la región.

3. BENEFICIARIOS

3.1. Beneficiarios directos

Los principales beneficiarios de la siguiente investigación son la Universidad Técnica de Cotopaxi y El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- Estación Experimental Santa Catalina.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la siguiente investigación son Agricultores, Instituciones públicas y asociaciones de productores agrícolas vinculadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- La Estación Experimental Santa Catalina.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel global, la quinua se consolida como un cultivo andino estratégico, liderado por Perú y Bolivia que concentran la mayor producción con el apoyo de sus institutos nacionales de innovación agraria (Fuentes et al., 2022). Frente a estos gigantes productivos, Ecuador emerge con

una escala más reducida, 1,000 toneladas anuales en 2,000 hectáreas, donde el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) actúa como eje articulador del sector (Sánchez, 2021). La producción nacional se concentra en provincias como Carchi, Cotopaxi y Chimborazo, mostrando un potencial real pero aún no explotado.

Entre 2004 y 2013, el "boom" de la quinua cuadruplicó su precio, impulsando una expansión agrícola que, paradójicamente, redujo la diversidad de 60 a apenas 20 variedades cultivadas (Rojas, 2020; Gómez, 2019). Esta homogenización genética incrementa la vulnerabilidad del cultivo ante plagas, enfermedades y eventos climáticos extremos, creando un escenario de riesgo fitosanitario y productivo.

Frente a este desafío, el INIAP responde con herramientas concretas pero limitadas: un portafolio de tres variedades liberadas ('Tunkahuan', 'Pata de Venado' e 'Excelencia') y un banco de germoplasma que preserva 180 accesiones (Paredes, 2023). Sin embargo, la mera conservación no basta, las colecciones genéticas requieren caracterización periódica para mantener su utilidad como fuente de resiliencia (Torres, 2021).

Aquí es donde la investigación adquiere relevancia crítica: la caracterización de 90 accesiones del banco de germoplasma representa el eslabón esencial entre la conservación y la innovación. Al evaluar sistemáticamente esta diversidad genética almacenada, se identifican genotipos con tolerancia a estrés hídrico, resistencia a plagas o adaptación a suelos degradados, atributos clave para el desarrollo de variedades resilientes que el sector agrícola ecuatoriano necesita urgentemente (Carrillo, 2022).

5. OBJETIVOS

5.1.General

- Caracterizar morfológica y productivamente 90 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*) del banco de germoplasma INIAP, en el campus Salache periodo 2024-2025.

5.2.Específicos

- Evaluar las características morfológicas y agronómicas de 90 accesiones de quinua en el campus Salache.
- Determinar el rendimiento en gramos en las accesiones de quinua bajo estudio.
- Identificar las accesiones con mejores características morfológicas y agronómicas

	para enfermedades de cultivos agrícolas.”.	
Severidad de Mildiu	En base a la escala de:1(Tolerante),2(poco susceptible),3(susceptible) y 4 (muy susceptible). Según (Stanschewski. C et al., 2021).	Severidad del Mildiu en las 90 accesiones, determinado por escalas
Aporque Fertilización	Se utilizó un azadón para levantar la tierra hacia el surco. Se aplicó 80g de urea edáfica por accesión	Aireación al suelo y aporte de nitrógeno a las plantas
Porcentaje de plantas caídas	Se estima una escala de: 1.Nulo (0%), 2.Muy bajo (1-10%), 3.Bajo (11-25%), 4. Moderado (26-50%), 5. Alto (51-75%) y 6. Muy alto (>75). Según el Manual del INIAP “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” (Ponce-Molina et al., 2019)	Porcentaje de plantas caídas de las 90 accesiones determinados en escala.
Control de maleza	Con ayuda de un azadón se limpió la maleza presente en cada accesión.	Área de estudio, limpia.
Días a la floración	Contabilizar los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas en la parcela presenten polen expuesto en las flores de la panoja principal. Según el Manual del INIAP “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” (Ponce-Molina et al., 2019).	Número de días a la floración de las 90 accesiones de quinua.
Colocación de capuchones	Se colocó fundas de papel sobre 5 plantas por accesión, para evitar la polinización cruzada de acuerdo a la metodología de (Souri Laki et al., 2026).	Se evitó la polinización cruzada en las 5 seleccionadas por accesión
Días a grano lechoso	Consiste en contabilizar los días desde la siembra, una vez que se desarrolló la panoja, se manipula un grano y sale una sustancia lechosa.	Número de días a grano lechoso de las 90

		Según el Manual del INIAP “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” (Ponce-Molina et al., 2019)	accesiones de quinua.
Días a grano harinoso		Consiste en contabilizar los días, una vez que se desarrolló la panoja, se manipula un grano y sale una sustancia polvosa. Según (Stanschewski. C et al., 2021)	Número de días a grano harinosos de 90 accesiones de quinua
Color de panoja	de	Durante etapa de grano harinoso, se observa la panoja, es decir su color, de acuerdo a la escala de: 1- Amarillo, 2,Rojo, 3. Rosado, 4. Púrpura, 5. Naranja, 6. Verde, 7. Verde/rojo. Según (Stanschewski. C et al., 2021)	Identificación de colores de cada una de las 90 accesiones
Días a grano duro		Consiste en contabilizar los días, una vez que se desarrolló la panoja, se manipula un grano y no se puede destruir . Según (Stanschewski. C et al., 2021).	Número de días a grano duro de 90 accesiones de quinua
Acame		Se estima una escala de: 1.Nulo (0%), 2.Muy bajo (1-10%), 3.Bajo (11-25%), 4. Moderado (26-50%), 5. Alto (51-75%) y 6. Muy alto (>75). Según el Manual del INIAP “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” (Ponce-Molina et al., 2019)	Porcentaje de acame de 90 accesiones de quinua
Altura de planta	de	Consiste en medir con un flexómetro desde la base inferior hasta el ápice de la planta. Según el Manual descriptor de quinua de (Bioersity International et al, 2013).	Altura de planta en cm, de 90 accesiones de quinua
Hábito de crecimiento	de	Consiste en observar la formación de la panoja en los días a grano lechoso, mediante la escala de 1) Sin ramificación, 2) Ramificación hasta el 2do tercio, 3) Ramificación, pero se ve la panoja	Hábito de crecimiento de 90 accesiones de quinua

Objetivo específico 2

Determinar parámetros de productividad (rendimiento en gramos) en 90 accesiones de quinua estudio

		4) Ramificación sin distinción de panoja. Según (Bioversity International et al, 2013).	
Días a la cosecha		Consiste en contabilizar los días desde la siembra hasta que presente senescencia en la parcela. Según el Manual del INIAP “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” (Ponce-Molina et al., 2019)	Número de días a la cosecha de 90 accesiones de quinua.
	Actividades	Metodología	Resultados
	Cosechar	Consiste en cortar con una os, desde inicio de la panoja	Cosecha de 10 plantas por accesión
	Secar	La cosecha se dejó en el invernadero del INIAP	Secado de la cosecha
	Trillar	Con una trilladora manual, se colocó la cosecha, para eliminar impurezas	Limpieza del grano
	Peso de la cosecha	Consiste en pesar una gramera la cosecha por accesión	Peso en gramos de la cosecha de 90 accesiones
	Evaluación y monitoreo de variables	Datos de variables a estudiar	
	Rendimiento (g)	Consiste en pesar una gramera la cosecha por accesión	Peso en gramos de la cosecha de 90 accesiones
	Contenido de saponinas	Consiste en utilizar tubos de ensayo, colocar 5ml de agua destilada y 0.5g de semilla, agitar durante 30 segundos y dejar reposar por 10 segundos, pasado ese tiempo aparecerá espuma (se mide) y se realiza esta operación: 0.441.cm/100. Mediante esta escala: 1) dulce, 2) amarga y 3) no hay saponinas. Según (Kozioł’ Latinreco, 1992).	Determinación de quinuas: dulces, amargas y sin saponinas de 90 accesiones de quinua
	Color de pericarpio	Consiste en observar el grano, en base a la escala: 1) blanco, 2) crema, 3) café, 4) negro, 5) amarillo	Determinación de color de pericarpio de 90

Objetivo específico 3

Identificar las accesiones con mejores características morfológicas y agronómicas.

	y 6) café rojizo. Propuesta por (Bioversity International et al, 2013).	accesiones de quinua
Color de episperma	Consiste en observar el grano, en base a la escala: 1) blanco, 2) crema, 3) café, 4) negro, 5) amarillo y 6) café rojizo. Según la escala propuesta por (Bioversity International et al, 2013).	Determinación de color de episperma de 90 accesiones de quinua
Almacenamiento	Consiste en guardar el grano en fundas de papel (etiquetando el número de accesión y peso) para evitar humedad en la semilla	Almacenamiento de semilla de 90 accesiones de quinua
Actividades	Metodología	Resultado
	<p>Cosiste en revisar fuentes bibliográficas, se revisó distintos proyectos, para poder aplicar un análisis al no tener repeticiones.</p> <p>Modelos de cuadrados generalizados</p> <p>Mediante el software INFOSTAT se procedió a realizar estos distintos “análisis”.</p>	Caracterización de 90 accesiones de quinua.
	<p>Análisis de frecuencias (variables cualitativas).</p> <p>Análisis de medidas de resumen</p>	
Revisión bibliográfica	<p>Análisis de varianza no paramétricas por el método de Kruskal Wallis</p>	
	<p>Pruebas de Chi- cuadrado</p>	
	<p>Dendrógramas de Cluster</p> <p>Ponderado para selección de accesiones</p>	

Elaborado por: (Hugo Rene Chillagana, 2026)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA QUINUA

Chenopodium quinoa Willd., comúnmente conocida como quinua, es un pseudocereal cuyo centro de origen y diversificación genética se localiza en la región andina de América del Sur. Su domesticación, llevada a cabo por poblaciones indígenas hace aproximadamente 5,000 a 7,000 años, la sitúa como uno de los cultivos más antiguos del continente (Hernández & Ponce, 2021). Su área de distribución ancestral abarca las tierras altas de Perú, Bolivia, Ecuador, Chile y el noroeste de Argentina, donde fue un pilar fundamental de los sistemas agrícolas prehispánicos. Durante el período del Imperio Inca, la quinua alcanzó un estatus que trascendía lo alimenticio, siendo considerada un grano sagrado y un elemento central en ritos ceremoniales y ciclos agrícolas (García & Mamani, 2022). Junto con otros tubérculos como la papa, constituyó la base nutricional y económica de las civilizaciones andinas, demostrando una adaptación excepcional a las condiciones agroecológicas extremas del Altiplano. Bolivia, y en particular su región del Altiplano Sur, es reconocida como un epicentro de diversidad y calidad para este cultivo. Departamentos como Oruro y Potosí, con altitudes que frecuentemente superan los 3,500 metros sobre el nivel del mar, albergan ecotipos de quinua de renombre mundial, destacándose por su grano de alto valor nutricional y su adaptación a suelos salinos y condiciones de sequía (Rojas, 2020). Esta larga historia de co-evolución entre el cultivo y las comunidades campesinas ha consolidado a la quinua no solo como un alimento, sino como un patrimonio biocultural vivo de invaluable importancia para la humanidad (Araujo. A, 2019).

7.1.1. Importancia de la quinua

Chenopodium quinoa Willd. sobresale por su excepcional perfil nutricional, destacándose como fuente completa de proteínas que contiene todos los aminoácidos esenciales en proporciones equilibradas, particularmente valiosa para regímenes vegetarianos y veganos (Graf et al., 2022). Su composición mineral incluye hierro, magnesio, zinc y potasio en concentraciones significativas, mientras que su alto contenido de fibra dietética contribuye a la salud digestiva y metabólica (Repo-Carrasco et al., 2023). La ausencia de gluten la convierte en alternativa segura para población celíaca, complementándose con su riqueza en compuestos bioactivos como flavonoides y tocoferoles que ejercen efectos antioxidantes (Nowak et al., 2024).

7.1.2. Composición nutricional de la quinua

Tabla 2. Composición nutricional de la quinua

<i>Componente</i>	<i>Cantidad (por 100 g)</i>	<i>Unidad</i>
<i>Energía</i>	368	kcal
<i>Agua</i>	13.3	g
<i>Proteína</i>	14.1	g
<i>Carbohidratos totales</i>	64.2	g
<i>Calcio (Ca)</i>	47	mg
<i>Hierro (Fe)</i>	4.6	mg
<i>Magnesio (Mg)</i>	197	mg
<i>Fósforo (P)</i>	457	mg
<i>Potasio (K)</i>	563	mg
<i>Zinc (Zn)</i>	3.1	mg
<i>Manganeso (Mn)</i>	2	mg
<i>Tiamina (B1)</i>	0.36	mg
<i>Vitamina E</i>	2.4	mg

Fuente: (Lietz. G, 2021).

El cultivo de quinua posee una significativa importancia como fuente natural de proteína vegetal de alta calidad nutricional, destacándose por su composición balanceada de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales. Su perfil nutricional único, caracterizado por elevados contenidos de calcio, fósforo y hierro, contribuye sustancialmente a mejorar la calidad de la dieta humana desde perspectivas tanto nutricionales como funcionales (Repo-Carrasco-Valencia, 2021). El valor nutricional de sus granos se ve potenciado por notables propiedades antioxidantes, atribuidas principalmente a la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales ejercen efectos beneficiosos para la salud y podrían reducir el riesgo de desarrollar diversas enfermedades crónicas (Graf et al., 2023). Esta combinación de características posiciona a la quinua como un alimento funcional con potencial para abordar desafíos contemporáneos de seguridad alimentaria y nutrición.

7.2. Clasificación taxonómica

Tabla 3. Clasificación taxonómica del cultivo de quinua *Chenopodium quinoa*

Reino	<i>Plantae</i>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>Chenopodium quinoa</i>
Nombre común:	Quinua

Fuente: (Graziano da Silva, 2018).

7.3. Fitografía

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una especie herbácea que posee un sistema radicular pivotante bien desarrollado, capaz de alcanzar profundidades superiores a los 1,8 metros en condiciones de sequía. Este tipo de raíz le permite aprovechar eficazmente las reservas hídricas de las capas profundas del suelo, garantizando su adaptación a ambientes con escasa disponibilidad de agua. Complementariamente, presenta raíces laterales fasciculadas que facilitan la absorción de nutrientes y humedad de las capas superficiales del suelo, contribuyendo a su resistencia a condiciones adversas (Murillo. A, 2023).

7.3.1. Raíz

La quinua desarrolla un sistema radicular pivotante profundo que puede alcanzar hasta 2.8 metros en condiciones de estrés hídrico, complementado con raíces laterales fasciculadas que optimizan la absorción de nutrientes y humedad tanto de capas profundas como superficiales del suelo (Jacobsen & Mujica, 2021). Esta arquitectura radical confiere a la especie notable tolerancia a sequía y eficiente aprovechamiento de recursos edáficos.

7.3.2. Tallo

Presenta tallos erectos con altura variable entre 0.5-3.0 metros, mostrando colores que varían desde verde hasta púrpura intenso debido a la acumulación de antocianinas. La variabilidad morfológica del tallo está influenciada por factores genéticos y ambientales (Bhargava et al., 2022).

7.3.3. Hojas

Las hojas son alternas y polimórficas, con formas que varían desde romboidales en la base hasta lanceoladas cerca de la inflorescencia. La coloración foliar oscila entre verde claro y tonalidades rojizas, determinada por la expresión de pigmentos fotosintéticos y protectores (Bertero et al., 2023).

7.3.4. Inflorescencia

La inflorescencia es una panícula compuesta con ramificación secundaria y terciaria, conteniendo flores densamente agrupadas. La estructura panicular muestra variabilidad genética significativa en tamaño, densidad y arquitectura (Gómez-Pando & Aguilar, 2022).

7.3.5. Flores

Las flores son pequeñas, apétalas y presentan tres tipos sexuales: hermafroditas, pistiladas y androestériles. Esta diversidad floral favorece un sistema reproductivo mixto con capacidad para autogamia y alogamia (Rojas et al., 2021).

7.3.6. Fruto

El fruto es un aquenio protegido por un perigonio membranáceo que envuelve la semilla. Esta estructura frutiva facilita la dispersión y protección del embrión (Repo-Carrasco et al., 2023).

7.3.7. Grano

El grano presenta diámetros entre 1.5-2.5 mm con forma lenticular u ovalada. El tamaño y forma del grano constituyen caracteres varietales de importancia comercial (Bazile et al., 2022).

7.3.8. Panoja.

La panícula alcanza longitudes de 30-80 cm con tasa de crecimiento variable durante el ciclo. La arquitectura panicular influye directamente en el potencial productivo (Bonifacio, 2021).

7.3.9. Colores de panoja.

La coloración panicular incluye amarillo, rojo, púrpura, naranja y verde, determinada por la expresión de antocianinas y otros pigmentos fenólicos. Los genotipos con colores intensos presentan mayor contenido de antioxidantes (Martínez et al., 2023).

7.3.10. Episperma.

El epispermo constituye una capa protectora rica en compuestos fenólicos que confiere resistencia al grano. El pericarpio delgado y fácilmente separable caracteriza a los genotipos de calidad comercial (Graf et al., 2022).

7.3.11. Colores de episperma.

La diversidad cromática del grano (blanco, rojo, negro, amarillo) resulta de la expresión diferencial de antocianinas, carotenoides y flavonoides, siendo indicativa de propiedades nutracéuticas específicas (Nowak et al., 2023).

7.3.12. Pericarpio

El pericarpio constituye la cubierta externa del fruto, derivada del desarrollo de la pared del ovario floral, conformando un aquenio como estructura frutiva característica. A diferencia de otros granos cerealeros, la quinua presenta un pericarpio delgado y quebradizo que se desprende con facilidad durante el procesamiento, cumpliendo funciones esenciales de protección del embrión durante el desarrollo (Adolf et al., 2022).

7.3.13. Colores de pericarpio

La diversidad cromática del pericarpio refleja variaciones en la composición fitoquímica entre genotipos. Los genotipos de color blanco-crema, generalmente con bajo contenido de saponinas, son preferidos para el consumo directo. Las accesiones con pigmentación roja, púrpura o negra presentan mayores concentraciones de compuestos fenólicos y antocianinas, confiriéndole propiedades antioxidantes superiores. Los ecotipos amarillos o dorados destacan por su valor comercial y aceptación en mercados especializados (Bhargava & Srivastava, 2023).

7.4.Etapas fenológicas

Las fases fenológicas representan las distintas etapas de desarrollo y crecimiento que experimenta una planta a lo largo de su ciclo de vida. Comprender estas etapas permite realizar intervenciones oportunas y adecuadas para optimizar el manejo del cultivo (Nieto. C, 2018).

7.4.1. Germinación

Proceso inicial donde la semilla hidratada activa su metabolismo, emergiendo la radícula en 24-48 horas seguida por los cotiledones. La planta depende exclusivamente de reservas endospermáticas durante este período (Bazile & Pulvento, 2022).

7.4.2. Emergencia

La plántula alcanza la superficie entre 5-10 días después de la siembra (DDS), expandiendo sus cotiledones fotosintéticos. Esta fase marca el establecimiento del stand de plantas (Hirich & Choukr-Allah, 2023).

7.4.3. Dos hojas verdaderas

Se observa la emergencia del primer par de hojas verdaderas de forma romboidal, mientras los cotiledones permanecen funcionales. Esta fase, que ocurre entre los 15 y 20 días después de la siembra (DDS), coincide con un desarrollo significativo del sistema radicular, esencial para la absorción de nutrientes y agua (Mujica & Jacobsen, 2021).

7.4.4. Cuatro hojas verdaderas

La planta presenta dos pares de hojas verdaderas, conservando aún los cotiledones. En este periodo (25-30 DDS), se inicia la formación de yemas axilares y se evidencia la activación de mecanismos de adaptación al estrés abiótico, como la síntesis de compuestos osmoprotectores (Hirich et al., 2022).

7.4.5. Seis hojas verdaderas

Con tres pares de hojas verdaderas (35-45 DDS), los cotiledones inician su senescencia, manifestándose mediante amarillamiento. Esta etapa refleja una transición hacia la independencia nutricional de la planta, con un mayor desarrollo fotosintético (Bazile et al., 2023).

7.4.6. Ramificación

Entre los 45 y 50 DDS, se activan las yemas axilares, formándose ramas laterales, mientras se inicia internamente la diferenciación de la inflorescencia. La caída de los cotiledones marca el final de la dependencia de las reservas seminales (Gómez-Pando & Aguilar, 2022).

7.4.7. Inicio de panojamiento

La inflorescencia emerge parcialmente desde el ápice (55-60 DDS), acompañada de un crecimiento acelerado en altura y diámetro del tallo. Las hojas basales inician su senescencia, redistribuyendo recursos hacia la estructura reproductiva (Bertero et al., 2023).

7.4.8. Panojamiento completo

La panícula se distingue claramente por encima del follaje (65-70 DDS), con los glomérulos florales diferenciados. Esta fase determina en gran medida la arquitectura reproductiva y el potencial de rendimiento (Bonifacio, 2021).

7.4.9. Inicio de floración

La apertura de las primeras flores (75-80 DDS) marca una fase crítica, donde factores como heladas o sequía pueden afectar severamente el desarrollo del grano (Rojas et al., 2023).

7.4.10. Floración (antesis)

El 50% de las flores abiertas (90-100 DDS) indica el punto máximo de floración. La viabilidad del polen puede verse comprometida con temperaturas inferiores a -2°C , afectando el cuajado de granos (Angelo et al., 2022).

7.4.11. Formación de grano lechoso

El grano acumula almidones y proteínas, exudando un líquido lechoso al presionarlo (100-130 DDS). La planta mantiene un alto contenido de humedad (~50%) y coloración verde intensa (González et al., 2021).

7.4.12. Grano pastoso

Entre 130 y 160 DDS, el grano adquiere una consistencia firme y coloración blanquecina. La planta inicia una senescencia progresiva, optimizando la cosecha manual pero incrementando la susceptibilidad a plagas (Repo-Carrasco et al., 2023).

7.4.13. Madurez fisiológica

La planta alcanza madurez completa (160-180 DDS) con granos firmes y humedad entre 14-16%. La senescencia total de la planta facilita la cosecha mecánica y asegura la máxima calidad del grano (Bhargava & Srivastava, 2023).

7.5.Saponinas

Estos compuestos amargos localizados en el pericarpio actúan como mecanismo de defensa contra herbívoros. Por su sabor desagradable y potencial efecto anti nutricional, requieren eliminación mediante lavado o procesamiento mecánico previo al consumo. Su contenido varía genéticamente, constituyendo criterio clave en programas de mejoramiento (Nowak et al., 2022).

7.5.1. Caracterización

La caracterización representa un proceso sistemático de descripción de materiales vegetales mediante el uso de descriptores morfológicos estandarizados. Este procedimiento permite identificar y discriminar la variabilidad genética disponible, utilizando como referencia tanto los datos de pasaporte de las accesiones como listas de descriptores validadas por expertos (Bioversity International, 2020). Como señala Coyne et al. (2022), la caracterización se concentra en atributos botánicos altamente heredables que se expresan consistentemente across diferentes ambientes, facilitando la valoración preliminar del germoplasma conservado.

7.5.2. Caracterización agronómica

La evaluación agronómica constituye una fase posterior a la caracterización morfológica y se desarrolla en etapas progresivas. Esta actividad se orienta a la recolección de datos fundamentales sobre atributos productivos como altura de planta, ciclo fenológico y componentes de rendimiento, información esencial para la utilización del germoplasma en programas de fitomejoramiento (Prohens et al., 2022). Como enfatiza Dwivedi et al. (2023), la mera conservación de recursos

genéticos resulta insuficiente; su valor real se materializa mediante la evaluación sistemática que revela su potencial para el desarrollo varietal.

7.5.3. Caracterización morfológica

La gestión integral de recursos fitogenéticos comprende etapas interconectadas que incluyen recolección, conservación, multiplicación, caracterización, evaluación y documentación. Según van Hintum et al. (2021), un manejo eficiente de estas colecciones permite responder ágilmente a nuevos desafíos agrícolas, como el desarrollo de resistencia a enfermedades o la mejora de calidad nutricional. La evaluación morfológica del germoplasma precede a los programas de mejoramiento genético e implica el análisis detallado de caracteres vegetativos y reproductivos mediante metodologías estandarizadas (UPOV, 2023).

7.6. Genética

La quinua posee 36 cromosomas resultantes de una hibridación ancestral y posterior duplicación genómica. Su sistema reproductivo es predominantemente autógamo (1-10% de alogamia natural) (Bazile et al., 2023). La caracterización molecular de germoplasma ecuatoriano en 2019 identificó al país como subcentro de diversificación con ecotipos únicos del Valle, destacando por alta biomasa, ciclo tardío y rendimiento elevado (Rojas et al., 2021). El INIAP liberó en 2023 la variedad 'INIAP EXCELENCIA', genotipo precoz con altura <180 cm, alto rendimiento, excelente sanidad y grano dulce, validado participativamente con agricultores (Gómez-Pando et al., 2023).

7.7. Germoplasma

El término germoplasma, aplicado a una especie vegetal cultivada, engloba un espectro diverso de materiales genéticos. Entre estos se incluyen: a) las variedades locales o criollas, resultado de la selección tradicional; b) las variedades mejoradas, desarrolladas mediante programas formales de fitomejoramiento; c) las poblaciones avanzadas en proceso de selección; d) las especies silvestres afines, portadoras de genes de resistencia; y e) otras especies cultivadas taxonómicamente relacionadas. Esta clasificación ha servido como un pilar conceptual para la organización sistemática de las colecciones conservadas en bancos de germoplasma y bancos de genes, facilitando su utilización estratégica en el desarrollo de nuevas variedades (Harlan, 2019).

Desde una perspectiva etimológica, el vocablo germoplasma se compone de la raíz latina "*germen*", que significa brote o embrión, y la griega "*plasma*", que denota algo moldeado o formado. En su conjunto, el término alude a la sustancia biológica fundamental que da origen a un nuevo organismo (Zeven & de Wet, 2020). La imperiosa necesidad de conservar la diversidad genética de las plantas nativas con valor alimenticio, medicinal o industrial fue reconocida globalmente hace ya varias décadas. Estos acervos genéticos, colectivamente conocidos como recursos fitogenéticos, constituyen un patrimonio natural invaluable y no renovable. Su conservación es crucial, ya que representan la materia prima indispensable para el fitomejoramiento, sirviendo como fuente de genes para el desarrollo de variedades mejoradas que respondan a los desafíos agrícolas contemporáneos, tanto a nivel nacional como global (Frankel & Bennett, 2021).

7.7.1. Acciones

Una accesión constituye una muestra representativa de material genético vegetal, que puede consistir en semillas o tejidos, procedente de un cultivar específico o población silvestre, la cual se incorpora a un banco de germoplasma para su preservación y uso futuro. Complementariamente, el término designa ejemplares botánicos recolectados para su posterior procesamiento, análisis y conservación. De acuerdo con Galluzzi et al. (2021), los bancos de genes albergan diversos tipos de germoplasma organizados en tres colecciones principales según su función: la colección base (preservación a largo plazo), la colección activa (distribución e intercambio) y la colección de trabajo (mejoramiento genético).

7.8.Requerimientos agroclimáticos y edáficos del cultivo

Tabla 4. Requerimientos agroclimáticos y edáficos del cultivo

Requerimientos Edafoclimáticos de la Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)

<i>Suelo</i> <i>(Textura)</i>	Textura franca a franco-arenosa, con alto contenido de materia orgánica.	Hirich & Choukr-Allah (2021)
<i>pH</i>	Rango amplio (4.5 - 9.0). Óptimo: 6.5 - 8.0 (neutro a ligeramente alcalino).	Jacobsen & Mujica (2022)
<i>Temperatura</i>	Rango óptimo: 5°C - 15°C.	Bertero et al. (2023)
<i>Heladas</i>	La tolerancia depende del ecotipo y la etapa fenológica.	Gómez-Pando et al. (2022)
<i>Altitud</i>	Amplio rango de adaptación: 0 - 4,000 msnm.	Bazile et al. (2021)
<i>Precipitación</i>	Requerimiento óptimo: 300 - 500 mm/ciclo.	Rojas et al. (2023)

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

7.9. Manejo del cultivo de quinua

Tabla 5. Manejo del cultivo de quinua

Manejo Agronómico del Cultivo de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.)

<i>Etapa de Manejo</i>	Descripción
<i>Preparación del suelo</i>	Crear condiciones óptimas de estructura edáfica para la germinación y desarrollo radicular mediante labranza primaria (Bonifacio, 2022).
<i>Siembra</i>	Establecer una población adecuada mediante densidad de 5-15 kg/ha, ajustando según tamaño seminal y sistema de establecimiento (Angelo et al., 2023).
<i>Abonamiento y Fertilización</i>	Reponer nutrientes extraídos, considerando para 5 t/ha: 65 kg N, 15 kg P ₂ O ₅ , 126 kg K ₂ O, 11 kg Ca y 11 kg Mg por hectárea (Repo-Carrasco et al., 2022).
<i>Riego</i>	Asegurar establecimiento homogéneo y desarrollo vegetativo mediante riego complementario, evitando excesos hídricos (Martínez et al., 2023).
<i>Control Fitosanitario</i>	Manejar integralmente plagas y enfermedades mediante combinación de selección varietal, prácticas culturales y control biológico (Danielsen et al., 2023).
<i>Deshierbe</i>	Reducir competencia con malezas mediante dos deshierbes estratégicos a los 30 días post-emergencia y previo a floración (Rojas et al., 2023).
<i>Aporque</i>	Mejorar estabilidad estructural mediante amontonamiento de suelo en la base del tallo para reducir acame y airear raíces (Gómez-Pando et al., 2022).
<i>Raleo</i>	Optimizar densidad poblacional manteniendo 10-15 plantas/metro lineal mediante eliminación selectiva durante fase de ramificación (Bonifacio, 2023).

<i>Cosecha</i>	Recolectar granos en madurez fisiológica con 14-16% de humedad, consistencia pétrea y senescencia completa del follaje (Bonifacio & Rojas, 2022).
<i>Presecado</i>	Reducir humedad granular mediante disposición en tarimas elevadas hasta 15 días, evitando condensación y desarrollo de hongos (Martínez et al., 2023).
<i>Trilla o Golpeo</i>	Separar granos de panículas maximizando obtención de granos enteros mediante métodos manuales o trilladoras estacionarias (Repo-Carrasco et al., 2022).
<i>Venteadado</i>	Realizar limpieza primaria eliminando impurezas mediante sistemas de aireación que aprovechan diferencias de densidad (Bonifacio & Rojas, 2023).
<i>Selección y Clasificación</i>	Asegurar pureza del grano mediante criterios de tamaño, color e integridad con tecnologías de zarandeo y selección óptica (Nowak et al., 2023).
<i>Almacenamiento</i>	Conservar calidad mediante control de humedad ($\leq 12\%$), temperatura (10-15°C) y protección contra plagas de almacén (Ellis & Hong, 2022; Gómez-Pando et al., 2023).

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

7.10. Plagas y enfermedades que afectan severamente al cultivo de quinua

Tabla 6. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de quinua

<i>Tipo</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Afección</i>	<i>Síntomas</i>
<i>Plaga</i>	Áfidos	<i>Aphis spp.</i>	Brotes	Deformación de hojas, retraso del crecimiento, secreción melosa
<i>Plaga</i>	Trips	<i>Thrips tabaci</i>	Hojas	Punteaduras, plateado y deformación de hojas
<i>Plaga</i>	Gusano cortador	<i>Agrotis spp.</i>	Plántulas	Corte de plántulas al ras del suelo, marchitez
<i>Enfermedad</i>	Mildiu	<i>Peronospora variabilis</i>	Hojas	Manchas amarillas en el haz, moho grisáceo en el envés

Enfermedad	Oídio	<i>Erysiphe polygoni</i>	Hojas	Polvillo blanco en superficie foliar, reducción fotosintética
Enfermedad	Mancha foliar	<i>Alternaria alternata</i>	Hojas	Manchas necróticas oscuras con halo amarillo
Enfermedad	Damping off	<i>Pythium spp.</i> / <i>Rhizoctonia spp.</i>	Plántulas	Pudrición de raíces y base del tallo, muerte de plántulas

Fuente: (Beltrán R., 2019)

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS E HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

No hay variaciones entre las accesiones de quinua en las variables morfológicas y productivas analizadas en el Campus Salache.

Hipótesis Alternativa

Si hay variaciones entre las accesiones de quinua en las variables morfológicas y productivas analizadas en el Campus Salache.

Existen diferencias notables entre las accesiones de quinua en las variables de morfología y productividad, lo que facilita la identificación de genotipos con atributos agronómicos más destacados o prometedores.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache (Vitrinas tecnológicas del INIAP), ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro. A una altitud de 2800 m.s.n.m, pH de 7.65, temperatura de 14°C y suelo arenoso.

Tabla 7. Características del área de estudio***UBICACIÓN DESCRIPCIÓN***

<i>PROVINCIA</i>	Cotopaxi
<i>CANTÓN</i>	Latacunga
<i>PARROQUIA</i>	Eloy Alfaro
<i>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</i>	
<i>ALTITUD</i>	2800 m.s.n.m
<i>LONGITUD</i>	-78.6167° (78° 37' 0" O)
<i>LATITUD</i>	-0.983333° (0° 59' 0" S)

Fuente: (Pozo. S, 2021).

Figura 1. Ubicación del área de estudio, desde Google Earth

Fuente: (Google Earth)

9.2. Condiciones edafoclimáticas de Salache metodología

La localidad de Salache, Cotopaxi, presenta un clima templado-frío y húmedo con temperatura promedio de 14°C y una altitud entre 2,700-2,800 msnm. La zona registra baja probabilidad de tormentas eléctricas y nubosidad variable. Los suelos se caracterizan por buena estructura, drenaje adecuado y pH de 7.65, condiciones que favorecen el desarrollo radical (Angelo et al., 2022)

9.3. Tipo de investigación

Es un tipo de investigación mixta (cualitativa - cuantitativa), en la cual se va a caracterizar distintas variables en 90 accesiones, para determinar características que favorezcan su adaptabilidad y productividad.

Es un enfoque metodológico que combina técnicas cuantitativas y cualitativas dentro de un mismo estudio, permitiendo una comprensión más completa de un fenómeno. Integra datos numéricos con interpretaciones contextuales para fortalecer la validez de los resultados. Este tipo de investigación es útil cuando se busca explorar y explicar un problema desde múltiples perspectivas (Woodman. J, 2019).

9.3.1. Cualitativa

Las variables cualitativas describen características o cualidades de los elementos, y no pueden expresarse mediante valores numéricos específicos (Escudero et al., 2020).

9.3.2. Cuantitativa

Es un atributo que se mide numéricamente, permitiendo aplicar operaciones matemáticas y análisis estadísticos (Moreira. M, 2021).

9.3.3. Especificaciones del campo experimental

9.3.4. Diseño experimental

Se utilizó un modelo de mínimos cuadrados generalizados debido a que en los bloques no se tiene repeticiones, es decir está distribuido en 5 bloques, de las cuales cada uno tiene 18 tratamientos (accesiones)

Tabla 8. Variables independientes y dependientes

<i>Variables</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Índice (unidad de medida)</i>	<i>Técnica</i>	<i>Instrumentos</i>
<i>Variable independiente</i> <i>Variables dependientes</i>	Todas las 90 accesiones de quinua				
	Características agronómicas	Porcentaje de germinación	%	Evaluación visual	Escala del Manual del INIAP
		Días a la floración	Días	Conteo y visual	Observación directa
		Días a la formación de grano lechoso	Días	Conteo y Observación	y Observación directa
		Días a la formación de grano harinoso	Días	Conteo y observación	y Observación directa
		Porcentaje de incidencia de Mildiu	%	Conteo y observación	y Manual de evaluación para enfermedades agrícolas
		Días a la formación de grano duro	Días	Conteo y observación	y Observación directa
		Porcentaje de plantas caídas	%	Observación	Escala del Manual del INIAP
		Porcentaje de acame	%	Observación	Escala del Manual del INIAP
		Días a la cosecha	Días	Conteo y observación	y Observación directa
		Severidad de Mildiu	Escala	Observación	Escala de Stanschewski
		Rendimiento	Gramos	Pesaje	Balanza
		Características morfológicas	Altura de planta en centímetros	Centímetros	Evaluación visual
	Hábito de crecimiento		Escala (1,2,3,4)	Evaluación visual	Escala de (Bioversity,2013)

Color de panoja	Colores	Observación	Escala (Bioversity,2013)	de
Color de pericarpio	Colores	Observación	Escala (Bioversity,2013)	de
Color de episperma	Colores	Observación	Escala (Bioversity,2013)	de
Contenido de saponinas	Escalas (0,1,2)	Observación	Escala de Elias Kosio (1990)	

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

9.4. Factores en estudio

9.4.1. Accesiones de quinua

Las semillas de quinua utilizadas en la presente investigación fueron proporcionadas por el Banco de germoplasma de quinua del Instituto de Investigación Agropecuarias (INIAP).

9.4.2. Condiciones ambientales

Cultivo implementado en una sola localidad: Campus Salache. Ambiente constante (no factorial).

9.5. Bloques y tratamientos

Está constituido por 5 bloques, cada uno con 18 accesiones de quinua provenientes del banco de germoplasma del INIAP liberadas por el INIAP (Programa de cereales).

Tabla 9. Distribución de las variables por bloques y tratamientos

<i>Accesión</i>	<i>Bloque</i>	<i>Días a la floración</i>	<i>Días a grano lechoso</i>	<i>Días a grano harinoso</i>	<i>Días a grano duro</i>	<i>Altura de planta (cm)</i>
<i>ECU-226</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-249</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-254</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-293</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-294</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-324</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-326</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-329</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-330</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-334</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-337</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-341</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-343</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-344</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-348</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-353</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-357</i>	<i>1</i>					
<i>ECU-361</i>	<i>1</i>					

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

9.6. Distribución del ensayo en campo

Tabla 10. Distribución del ensayo experimental en campo

DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO																		
B 1	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ECU-361	ECU-357	ECU-353	ECU-348	ECU-344	ECU-343	ECU-341	ECU-337	ECU-334	ECU-330	ECU-329	ECU-326	ECU-324	ECU-294	ECU-293	ECU-254	ECU-249	ECU-226
B 2	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	ECU-362	ECU-364	ECU-365	ECU-366	ECU-368	ECU-369	ECU-370	ECU-372	ECU-374	ECU-378	ECU-379	ECU-380	ECU-382	ECU-384	ECU-385	ECU-388	ECU-391	ECU-392
B 3	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
	ECU-423	ECU-422	ECU-421	ECU-419	ECU-417	ECU-416	ECU-412	ECU-411	ECU-410	ECU-406	ECU-405	ECU-404	ECU-403	ECU-402	ECU-398	ECU-397	ECU-396	ECU-393
B 4	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	ECU-425	ECU-426	ECU-428	ECU-429	ECU-430	ECU-431	ECU-432	ECU-437	ECU-439	ECU-441	ECU-443	ECU-447	ECU-448	ECU-450	ECU-452	ECU-456	ECU-460	ECU-461
B 5	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73
	ECU-483	ECU-482	ECU-481	ECU-480	ECU-479	ECU-478	ECU-477	ECU-476	ECU-475	ECU-472	ECU-470	ECU-469	ECU-468	ECU-467	ECU-466	ECU-465	ECU-463	ECU-462

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

9.7. Especificaciones del campo experimental

- **Bloques:** 5
- **Tratamientos:** 18 por bloque
- **Total, de tratamientos:** 90
- **Largo del surco:** 2m
- **Distancia entre surcos:** 0.8m
- **Densidad de siembra (kg/ha):** 7kg
- **Peso de semilla por surco:** 1.2g
- **Número de plantas/m²:** 250
- **Unidad experimental:** 1.6 m²
- **Área total del ensayo:** 418 m

9.8. Materiales y métodos de recolección de datos

9.8.1. Observación visual

La visualización en las diferentes etapas del cultivo es importante ya que de esta manera se puede evaluar sus diversas características tanto agronómicas como morfológicas que a simple vista se pueden percibir.

9.8.2. Registro de datos

Los datos tomados en campo se registraron en un libro de campo para luego pasarlos a una matriz en Excel para de esta manera guardar y ordenar datos de las diferentes variables y con ello llevar a cabo la obtención de resultados.

9.8.3. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico con los datos obtenidos y registrados en campo de los diferentes tratamientos, después los datos se registran en Excel y con la ayuda del programa de InfoStat el cual permitió que sea más fácil realizar el análisis estadístico se obtiene resultados de manera organizada y precisa para la interpretación de resultados.

Es un programa informático para el análisis estadístico de aplicaciones generales, creado bajo la plataforma Windows. Satisface tanto los requerimientos básicos para la adquisición de estadísticas descriptivas y diagramas para el análisis exploratorio, como los procedimientos sofisticados de modelación estadística y análisis multivariado (Balzarini. M et al., 2018).

9.9. Modelo de cuadrados mínimos

Este modelo de regresión lineal se emplea para corregir problemas de heterocedasticidad (varianzas desiguales) o autocorrelación en los residuales. Según (Piepho & Edmondson, 2021), su aplicación en agronomía es apropiada para diseños en bloques o franjas con variables cuantitativas, permitiendo comparar tratamientos cuando se viola el supuesto de homogeneidad de varianzas y con datos no balanceados o estructuras experimentales incompletas.

9.9.1. *Análisis de tablas de frecuencia*

En este caso se utilizó este método de análisis debido a que se tiene variables cualitativas en base a rangos y códigos, de tal forma que reúne las categorías, las enumera y presenta el porcentaje, en este caso 90 accesiones.

El análisis de frecuencia es un método estadístico que permite registrar cuántas veces aparece cada valor o categoría dentro de un grupo de datos. Esta técnica ayuda a estructurar y simplificar la información, lo que contribuye a detectar regularidades, tendencias o comportamientos más comunes en el conjunto analizado (Vargas. P, 2021).

9.9.2. *Análisis de medidas de resumen.*

Se aplicó para variables cuantitativas que presentan valores tanto homogéneos como heterogéneos en el estudio. (Riesco. J, 2020) recomienda debido a que en variables cuantitativas permite describir la variabilidad entre tratamientos. Son valores numéricos que se utilizan en estadística para resumir y describir de forma general el comportamiento de un conjunto de datos

9.9.3. *Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis.*

Se utilizó este método de análisis en las variables tanto cuantitativas como cualitativas (Numéricas), para determinar sus diferencias significativas, $p: <0.05$ presenta diferencias significativas, >0.05 no presenta diferencias significativas. En el caso de haber diferencias, presenta rangos con sus distintos promedios y desviación estándar.

Es una alternativa no paramétrica al análisis de varianza tradicional, empleada cuando se desea comparar más de dos grupos independientes sin asumir que los datos siguen una distribución normal. Este procedimiento ordena todos los valores del conjunto de datos y examina las posiciones medias asignadas a cada grupo. A partir de ello, se evalúa si las diferencias observadas entre los grupos podrían deberse al azar o si son lo suficientemente grandes como para considerarlas estadísticamente significativas (Núñez, 2019).

(Núñez. C, 2019) recomienda el uso de estadística no paramétrica cuando los diseños experimentales no tienen replicación, lo que permite comparar medianas de diferentes grupos (por ejemplo, grupos de accesiones) usando variables cuantitativas y cualitativas.

9.9.4. *Prueba Chi-cuadrado*

Se utilizó este método de análisis para las variables cualitativas (nominales) en las que se tuvo que agrupar por su categoría, de tal forma que presenta las categorías presentes en cada bloque. Por lo tanto, presenta un valor de p : <0.05 presenta diferencias significativas, >0.05 no presenta diferencias significativas. (Romero. M, 2019) recomienda porque permite determinar si existen diferencias significativas entre frecuencias observadas y esperadas en las categorías.

Es un procedimiento estadístico que permite analizar si existe una relación significativa entre dos variables categóricas. Se basa en comparar las frecuencias observadas en una tabla de contingencia con las frecuencias que se esperarían si no existiera relación entre las variables. Al medir la discrepancia entre estos valores, la prueba indica si las diferencias se deben al azar o si reflejan una asociación real (Romero. M, 2019).

9.9.5. Prueba de Cluster

(Pereira. Z, 2019) recomienda aplicar esta prueba debido a que existen demasiadas variables y sin repeticiones, esta técnica posibilita la agrupación de todos los datos según sus características similares, tanto cuantitativas como cualitativas.

Es una técnica estadística utilizada para agrupar un conjunto de objetos o individuos en grupos homogéneos, llamados clústeres, de manera que los elementos dentro de cada grupo sean lo más parecidos posible entre sí y, a la vez, sean distintos a los elementos de otros grupos. Este método es especialmente útil para identificar patrones o estructuras ocultas en los datos cuando no se conoce de antemano la clasificación (Castro. L, 2018).

Tabla 11. Variables y su análisis empleado.

<i>Variable</i>	<i>Variables morfológicas – agronómicas</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Pruebas estadísticas</i>
<i>Días a la germinación</i>	Agronómica	Cuantitativa	Medidas de resumen
	Porcentaje de germinación	Cualitativa numérica	Tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Días a la floración</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Días a la formación de grano lechoso</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Días a la formación de grano harinoso</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis

<i>Días a la formación de grano duro</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Días a la cosecha</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Altura de planta (cm)</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Rendimiento (g)</i>	Agronómica	Cuantitativa	Modelo de cuadrados mínimos, tablas de frecuencia y Kruskal Wallis
<i>Porcentaje de acame</i>	Agronómica	Cualitativa	Tablas de frecuencia – Kruskal Wallis
<i>Porcentaje de Plantas caídas</i>	Agronómica	Cualitativa	Tablas de frecuencia – Kruskal Wallis
<i>Incidencia de Mildiu</i>	Agronómica	Cualitativa	Tablas de frecuencia – Kruskal Wallis
<i>Severidad de Mildiu</i>	Agronómica	Cualitativa	Tablas de frecuencia – Kruskal Wallis
<i>Color de panoja</i>	Morfológica	Cualitativa nominal	Tablas de frecuencia – Chi cuadrado
<i>Color de pericarpio</i>	Morfológica	Cualitativa nominal	Tablas de frecuencia – Chi cuadrado
<i>Color de episperma</i>	Morfológica	Cualitativa nominal	Tablas de frecuencia – Chi cuadrado
<i>Hábito de crecimiento</i>	Morfológica	Cualitativa	Tablas de frecuencia – Kruskal Wallis
<i>Contenido de saponinas</i>	Agronómica	Cualitativa	Tablas de frecuencia – Kruskal Wallis

Prueba de Cluster

Variables cualitativas y cuantitativas

Elaborado por: (Hugo Cillagana,2026)

9.9.6. Escala de selección

De acuerdo a esta escala se selecciona las accesiones con las mejores características.

Tabla 12. Escala de índice de selección

Escala de índices de selección

<i>Calificación</i>	<i>Descripción</i>	<i>Total</i>
1	Deficiente	<20
2	Regular	<=25
3	Óptimo	>25

Fuente: (Gómez. L, 2021)

Al sumar las calificaciones postpuestas referente a las características, se tiene que la calificación menor a 20 puntos significa deficiente, menor o igual a 25 puntos es regular y mayor a 25 es óptimo.

9.10. Variables y Métodos de Evaluación

De acuerdo al protocolo de evaluación del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, se determinarán las variables en base a los objetivos

9.11. Labores en campo

9.11.1. Instalación del experimento

Con ayuda de la topografía del área de estudio (no presenta pendiente) y tiene una gran extensión.

9.11.2. Selección de la semilla

Las semillas fueron adquiridas del banco de germoplasma del INIAP Santa Catalina, salieron por primera vez a campo

9.11.3. Trazado

En esta actividad se empleó el método de trazado recto en la cual se mantuvo una distancia entre surco de 80 centímetros y longitud del surco de 2 metros, ideal para riego por gravedad y mejor drenaje para cada accesión.

9.11.4. Siembra

Se sembró en base al método a chorro continuo, teniendo en cuenta 1.2g de semilla por accesión

9.11.5. Aporque

Con ayuda de un azadón se levantó la tierra hacia cada accesión, manteniendo un soporte en la planta, seguido de la finalidad de evitar compactación del suelo. Esta labor se hacía cada 15 días debido a que algunas accesiones tenían un gran tamaño y su inadaptabilidad provocaba que se caigan.

9.11.6. Fertilización

Una vez realizado el aporque se aplicó urea edáfica, suministrando nitrógeno a la parcela, la cantidad era 80g por accesión. Cada aporque se aplicó este producto para promover el crecimiento y vigorosidad de la planta.

9.11.7. Control de maleza

Para ello se utilizó azadones y rastrillos para limpiar los caminos con presencia de plantas arvenses, por otro lado, se limpiaba cada surco evitando que quede algún tipo de maleza debido a que atraían a diversos insectos.

9.11.8. Colocación de capuchones

Al iniciar la etapa de floración, se seleccionó 5 plantas destinadas para “autopolinizadas” es por ello que antes de que pase la temporada de floración se colocó fundas de papel que envuelven a la panoja y evitan polinización cruzada.

9.11.9. Cosecha

Con ayuda de una os se cosechó 10 plantas de cada accesión (teniendo en cuenta la etapa de maduración), 5 plantas autopolinizadas, seguido de ello se guardó en lonas, teniendo en cuenta las etiquetas de cada accesión.

9.12. Labores en Postcosecha

9.12.1. Trillar

Con ayuda de una trilladora mecanizada se retiró los excedentes de rastrojo presentes en el grano, seguido de ello se utilizó un tamiz para dejar completamente limpio el grano.

9.12.2. Rendimiento

Con ayuda de una gramera se pesó la cantidad de grano presente por accesión, de igual forma con las 5 plantas autopolinizadas previamente para su almacenamiento

9.12.3. Almacenamiento

Una vez pesado el rendimiento por accesión, se guardó las semillas en fundas de papel, etiquetando el nombre de accesión y color.

9.13. Variables

9.13.1. Variables agronómicas

9.13.2. Días a la germinación

Una vez sembrada la semilla, se contabilizó los días a la emergencia (Bioversity International et al, 2013).

9.13.3. Porcentaje de germinación

Una vez emergida la semilla, se contabilizó el número de plantas (por accesión se estimó 250 plantas) de acuerdo a ese dato se evaluó en la escala propuesta por el Manual del INIAP “Parámetros de evaluación y selección de cereales” (Ponce-Molina et al., 2019).

Tabla 13. Escala de porcentaje de germinación del Manual del INIAP

<i>Escala</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Descripción</i>
<i>1</i>	Buena	90-100%
<i>2</i>	Regular	70 a 80%
<i>3</i>	Mala	< 70%

Fuente: (Ponce-Molina et al., 2019)

9.13.4. Porcentaje de incidencia de Mildiu

Se observó las plantas afectadas por esta enfermedad, se tomó el registro de las plantas en estudio (10 plantas por tratamiento) seguido de ello, se hizo este cálculo: Incidencia % = Número de plantas infectadas / Número de plantas totales * 100 (Campbell & Neher, 2019). En base a esta escala.

Tabla 14. Escala de porcentajes de incidencia de mildiu

<i>Código</i>	<i>Grado de incidencia</i>	<i>Rango %</i>	<i>Interpretación</i>
<i>0</i>	Nula	0%	Sin síntomas
<i>1</i>	Muy baja	1-5%	Pocas plantas afectadas
<i>2</i>	Baja	6-15%	Daño leve en el cultivo
<i>3</i>	Moderada	16-30%	Infección leve
<i>4</i>	Alta	31-60%	Daño extendido en el cultivo
<i>5</i>	Muy alta	61-100%	Infección severa

Fuente: (Castro. C, 2017).

9.13.5. Días a la floración

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas en la parcela presenten polen expuesto en las flores de la panoja principal. Al empezar la etapa de floración se colocó capuchones en las panojas de 5 plantas seleccionadas, teniendo en cuenta 10 plantas (Stanschewski et al., 2021).

9.13.6. Días a la formación de grano lechoso.

Se contabilizaron los días desde la siembra, se tomó muestras de grano de la mitad superior de la panoja principal y aplastarlas entre las uñas, se puede observar un líquido con apariencia de leche. Se registró el número de días en el que más del 50% de las plantas presenten grano con este líquido al ser aplastado (Stanschewski et al., 2021).

9.13.7. Días a la formación de grano harinoso

Se contabilizaron los días desde la siembra, se manipuló el grano de la panoja y se le destruyó entre las uñas, no presenta líquido sino “harina”, el 50% de la accesión lo presente (Stanschewski et al., 2021).

9.13.8. Días a la formación de grano duro

Se contabilizaron los días desde la siembra hasta esta fase, el grano de la panoja al ser aplastado es muy resistente, previo a su cosecha, para que el dato sea registrado el 50% de la accesión debe estar en esta fase (Stanschewski et al., 2021).

9.13.9. Porcentaje plantas caídas

Por accesión se tuvo 10 plantas en estudio, las cuales se observó esta coyuntura en su desarrollo, es decir se aplicó reglas de tres y se evaluó según la escala propuesta por el Manual del INIAP “Parámetros de evaluación y selección de cereales” (Ponce-Molina et al., 2019).

Tabla 15. Escala de porcentaje de plantas caídas

<i>Escala</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Descripción</i>
<i>1</i>	Nulo	0%
<i>2</i>	Muy bajo	1-10%
<i>3</i>	Bajo	11-25%
<i>4</i>	Moderado	26-50%
<i>5</i>	Alto	51-75%
<i>6</i>	Muy alto	>75%

Fuente: (Ponce-Molina et al., 2019).

9.13.10. *Porcentaje de acame*

Mediante la observación de cada accesión, las cuales se evalúan 10 plantas, para ello se llevó un registro mediante la relación número de plantas caídas/ número de plantas totales * 100. Seguido de ello se puede ver la escala en el Manual del INIAP “Parámetros de evaluación y selección de cereales” (Ponce-Molina et al., 2019).

Tabla 16. Escala de porcentaje de acame

<i>Escala</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Descripción</i>
1	Nulo	0%
2	Muy bajo	1-10%
3	Bajo	11-25%
4	Moderado	26-50%
5	Alto	51-75%
6	Muy alto	>75%

Fuente: (Ponce-Molina et al., 2019).

9.13.11. *Severidad de Mildiu*

Se observó la enfermedad en la planta (al final de floración) de tal manera ascendía hacia la parte superior de la planta, en base a la fórmula: Severidad % = Número de plantas afectadas / Número de plantas totales * 100. De acuerdo a los porcentajes, se estableció esta escala propuesta por (Stanschewski et al., 2021).

Tabla 17. Escala de severidad de Mildiu

<i>Escala</i>	<i>Descripción</i>	<i>Observaciones</i>
1	Tolerante	No hay infección o muy pequeña, menos del 10% del área foliar
2	Poco susceptible	Se observan lesiones, pero exclusivamente en las hojas inferiores de la planta, no más del 25% del área foliar afectado por mildiu
3	Susceptible	Lesiones distribuidas en toda la planta, menos del 50% del área foliar afectada
4	Muy susceptible	Lesiones afectan severamente a la parcela, más del 60% del área foliar afectada

Fuente: (Stanschewski et al., 2021).

9.13.12. Rendimiento (g)

Registro del peso de la semilla cosechada y trillada, en gramos por parcela, posteriormente se realizará la transformación a gramos por planta, de acuerdo a lo propuesto por (Bioversity International et al, 2013).

9.14. Variables morfológicas

9.14.1. Altura de planta (cm)

Se tomó la medida en el estado de madurez fisiológica, desde la base inferior del tallo, hasta la punta de la panoja, utilizando un promedio obtenido a partir de 10 plantas (Bioversity International et al, 2013).

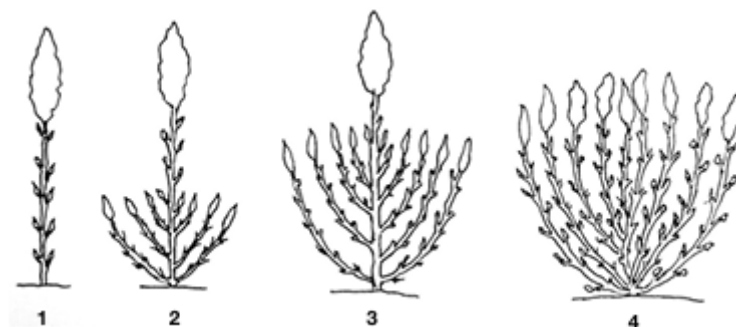
9.14.2. Hábito de crecimiento

Se evaluó la distribución de las panojas en la planta y se registró cuando los granos de la panoja principal se encuentren en estado lechoso o harinoso, utilizando la siguiente escala propuesta por (Bioversity International et al, 2013)

Tabla 18. Escala de hábito de crecimiento

<i>Código</i>	<i>Observación</i>
1	Sin ramificación
2	Ramificación, pero clara distinción de panoja
3	Ramificación hasta el segundo tercio
4	No es posible distinguir la panoja principal

Figura 2. Tipos de hábitos de crecimiento de quinua



Fuente: (Bioversity International et al, 2013).

9.14.3. Color de panoja

Para ello se esperó la etapa de formación de grano harinoso, mediante la observación se determinó el color de las accesiones, teniendo en cuenta la gama de colores, propuesta por (Bioversity International et al, 2013).

Tabla 19. Escala de colores de panoja

<i>Número de identificación</i>	<i>Color</i>
<i>1</i>	Amarillo
<i>2</i>	Rojo
<i>3</i>	Rosado
<i>4</i>	Púrpura
<i>5</i>	Verde
<i>6</i>	Verde/rojo

Fuente: (Bioversity International et al, 2013).

9.14.4. Color de pericarpio

Una vez limpio el grano, se procede a observar su color, mediante la escala propuesta por (Bioversity International et al, 2013).

Tabla 20. Escala de color de pericarpio

<i>Número de identificación</i>	<i>Color</i>
<i>1</i>	Blanco
<i>2</i>	Crema
<i>3</i>	Café
<i>4</i>	Negro
<i>5</i>	Amarillo
<i>6</i>	Café/rojo

Fuente: (Bioversity International et al, 2013).

9.14.5. Color de episperma

Una vez terminado la limpieza del grano, se observó las tonalidades de colores. Mediante la escala propuesta por (Bioversity International et al, 2013).

Tabla 21. Escala de color de episperma

<i>Número de identificación</i>	<i>Color</i>
<i>1</i>	Transparente
<i>2</i>	Blanco
<i>3</i>	Crema
<i>4</i>	Café claro
<i>5</i>	Café
<i>6</i>	Café oscuro
<i>7</i>	Café rojizo
<i>8</i>	Negro

Fuente: (Bioversity International et al, 2013).

9.14.6. Contenido de saponinas

Para determinar la cantidad de saponina se empleó el siguiente método: Se colocó 0.5 g de grano de quinua (de cada línea) en un tubo de ensayo, luego se añadió 5 ml de agua destilada, se cerró el tubo y se procedió a agitar vigorosamente durante 30 segundos, luego se dejó reposar durante 10 segundos para que se establezca la espuma, finalmente se midió la altura de la espuma desplegada en el tubo. Una quinua dulce se considerará si la altura de la espuma es menor o igual a 1.2 cm (Koziol' Latinreco, 1992).

Una vez obtenidas las medidas del nivel de espuma (en cm) en el tubo de ensayo, se procede a realizar esta operación: Cantidad de saponinas= $0.441 \cdot \text{cm} \cdot 10 = ??$

Donde

0.441: Coeficiente empírico obtenido por Koziol basado en estudios de correlación entre el tamaño de la semilla y su peso.

Cm: Son los centímetros de nivel de espuma

10: Masa estimada correspondiente a 100 semillas.

(Koziol' Latinreco, 1992) menciona que el resultado de la operación es menor o igual a 0.11% es quinua dulce y si es mayor o igual a 0.11% es una quinua amarga, estableciendo una escala.

Tabla 22. Escala de contenido de saponinas

<i>Escala</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Descripción</i>
0	No hay saponinas	Valor de 0%.
1	Dulce	Nivel de saponinas menor o igual a 0.11%.
2	Amarga	Nivel de saponinas mayor a 0.11%.

Fuente: (Koziol' Latinreco, 1992)

9.14.7. Selección de cereales

La selección de cereales se realiza de acuerdo a la tabla de ponderaciones propuesta por (Gómez. L, 2021). La cual menciona que deben existir puntajes de acuerdo a la eficiencia o grado óptimo frente a características deseadas.

Tabla 23. Escala de índices de selección

Escala de índices de selección

<i>Calificación</i>	<i>Descripción</i>	<i>Total</i>
1	Deficiente	<20
2	Regular	<=25
3	Óptimo	>25

Fuente: (Gómez. L, 2021).

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Variables agronómicas

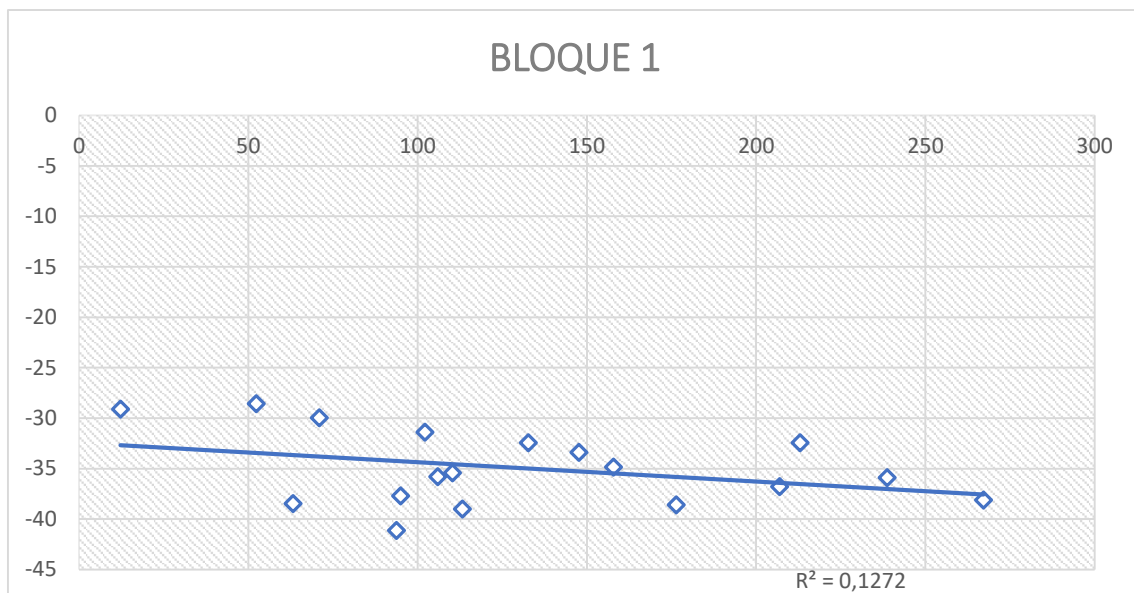
10.1.1. Variables cuantitativas

Tabla 24. Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 1).

<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Y modelo</i>	<i>Error</i>
1	176.420	-38.601	215.021
2	52.300	-28.584	80.884
3	95.000	-37.721	132.721
4	93.720	-41.145	134.865
5	71.000	-29.974	100.974
6	132.690	-32.448	165.138
7	106.000	-35.793	141.793
8	267.190	-38.117	305.307
9	12.250	-29.129	41.379
10	113.220	-39.006	152.226
11	110.350	-35.424	145.774
12	157.860	-34.851	192.711
13	102.160	-31.409	133.569
14	207.000	-36.797	243.797
15	63.240	-38.487	101.727
16	238.760	-35.916	274.676
17	213.000	-32.439	245.439
18	147.640	-33.390	181.030
		PROM	166.057437
		R²	-0.041410077

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 24, se observa la variable Y “rendimiento” en 6 variables presenta un promedio 166.05 lo que significa que tiene un promedio muy bajo respecto a su significancia.

Figura 3. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 1

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la Figura 3, se evidencia un R^2 de 0.1272, lo que indica que aproximadamente un tercio de la variabilidad en el rendimiento es explicado por el modelo. Dado que no se identificaron predictores significativos y el error se mantiene cercano a cero, se concluye que, para este bloque específico, no se detectan diferencias ni influencias determinantes.

Si bien ninguna variable resultó significativa, la escasa multicolinealidad y la adecuada distribución de los residuos confieren validez estadística al modelo, aunque con un poder predictivo limitado (L. Paz, 2017). Este escenario puede atribuirse a factores como una elevada variabilidad genética o a la presencia de interacciones ambientales no controladas.

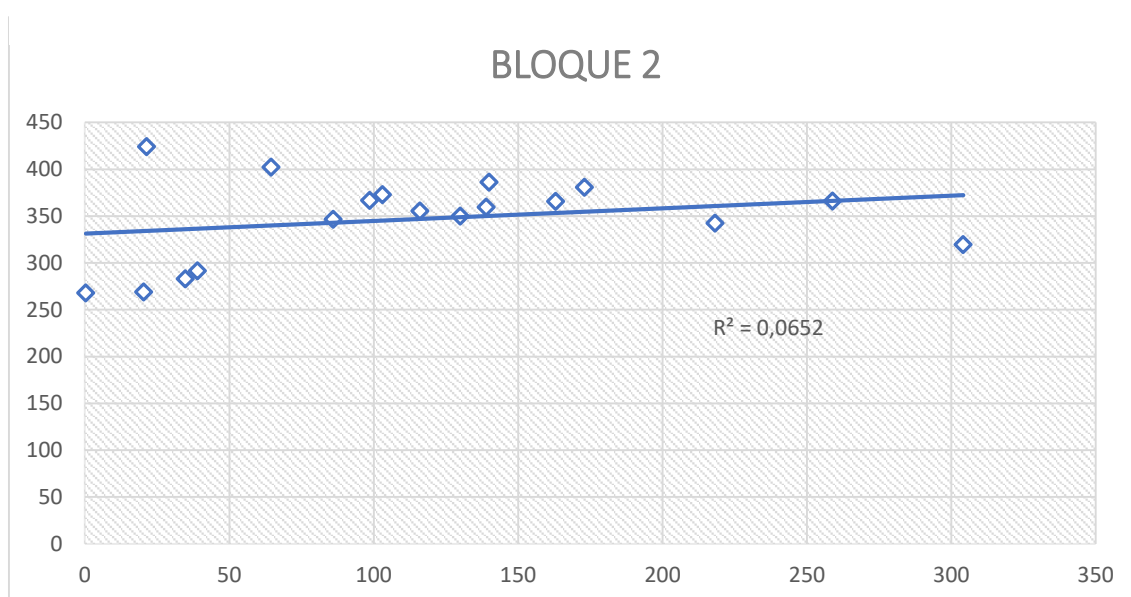
Tabla 25. Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 2).

<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Y modelo</i>	<i>error</i>
1	304.18	319.4578819	- 15.27788188
2	139	359.3789033	- 220.3789033
3	258.85	365.9277451	- 107.0777451
4	163	365.5689044	- 202.5689044

5	103	372.7457173	-	269.7457173
6	173	380.8196317	-	207.8196317
7	130	349.8696263	-	219.8696263
8	218.17	342.2442627	-	124.0742627
9	140	386.2022414	-	246.2022414
10	98.61	366.6454264	-	268.0354264
11	21.32	424.1496393	-	402.8296393
12	116	355.252236	-	-239.252236
13	86	346.4606402	-	260.4606402
14	0.28	267.9642497	-	267.6842497
15	20.33	268.8613513	-	248.5313513
16	34.73	283.0355567	-	248.3055567
17	39	291.3786016	-	252.3786016
18	64.5	402.3500703	-	337.8500703
		PROM	-	-229.907927
		R^2	-	0.010113987

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 25, se observa la variable Y “rendimiento” en 6 variables presenta un promedio -229.90 lo que significa que tiene un promedio muy alto respecto a su significancia.

Figura 4. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 2

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la Figura 4 se observa R^2 : 0.065 no presenta influencias ni diferencias significativas entre variables dependientes e independientes, lo que hace referencia a que la altura de planta no define el rendimiento.

La altura de planta no es un predictor del rendimiento en este bloque. Esto coincide con el estudio de (Bazile, 2016) donde el estado fenológico intermedio (altura) no influye fuertemente en la acumulación de grano en la panoja.

Tabla 26. Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 3).

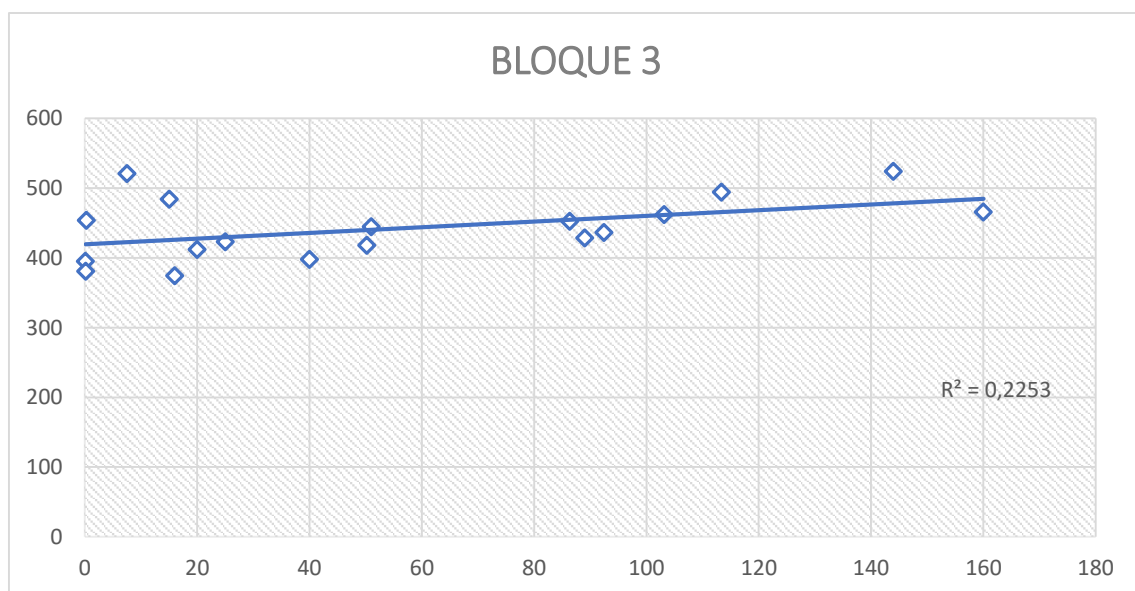
<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Y modelo</i>	<i>error</i>
1	40	397.5023985	-357.5023985
2	16	374.1570195	-358.1570195
3	25	422.9930285	-397.9930285
4	0.24	453.6574992	-453.4174992
5	144	523.6936361	-379.6936361
6	50.2	417.945379	-367.745379
7	20	412.0143908	-392.0143908
8	89	428.545443	-339.545443
9	0.1	394.9785738	-394.8785738
10	92.45	436.1169172	-343.6669172
11	51	444.4455389	-393.4455389
12	0.12	380.8451551	-380.7251551

13	86.37	452.3955869	-366.0255869
14	103.16	461.9861209	-358.8261209
15	113.37	493.912504	-380.542504
16	7.47	520.5388552	-513.0688552
17	160	465.6456668	-305.6456668
18	15	483.9433963	-468.9433963
	PROM		-386.2131728
	R²		0.078506296

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 26, se observa la variable Y “rendimiento” en 6 variables presenta un promedio -386.21 lo que errores altos indican posibles valores atípicos.

Figura 5. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 3



Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la Figura 5 se observa $R^2=0.2253$ lo que indica un poder explicativo moderado, al ser muy bajo no expresa diferencias significativas.

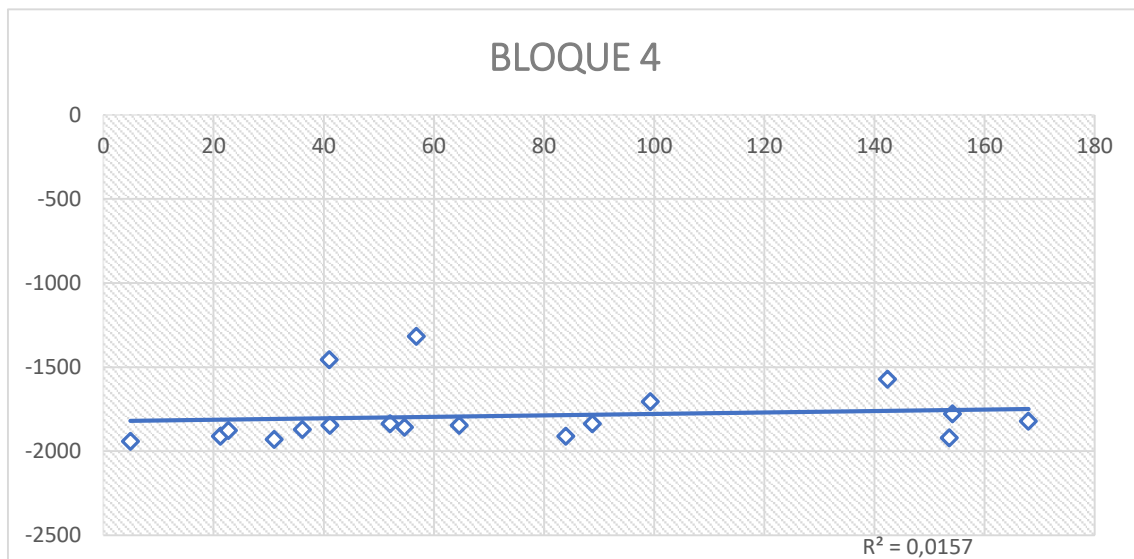
Tabla 27. Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 4)

<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Y modelo</i>	<i>error</i>
<i>1</i>	31	- 1929.726701	1960.726701

2	4.91	-	1945.262949
		1940.352949	
3	153.61	-	2072.710452
		1919.100452	
4	54.7	-	1912.593262
		1857.893262	
5	36.11	-1870.21971	1906.32971
6	41	-	1496.796024
		1455.796024	
7	168	-	1989.338967
		1821.338967	
8	99.31	-	1804.610335
		1705.300335	
9	52.07	-	1887.435615
		1835.365615	
10	21.25	-	1931.849454
		1910.599454	
11	84	-	1994.599454
		1910.599454	
12	88.81	-	1925.025715
		1836.215715	
13	64.61	-	1909.326714
		1844.716714	
14	22.68	-	1899.275459
		1876.595459	
15	41.16	-	1885.876714
		1844.716714	
16	142.39	-	1712.949506
		1570.559506	
17	154.2	-	1930.908724
		1776.708724	
18	56.85	-	1372.379546
		1315.529546	
		PROM	1863.221961
		R^2	-10.70851119

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 27, se observa la variable Y “rendimiento” en 6 variables presenta un promedio 1863.22 lo que indica que el ajuste fue muy alto y existe error promedio.

Figura 6. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 4

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En Figura 6 se observa $R^2=0.0157$ lo que significa que es un modelo fuertemente explicativo, es decir no presenta diferencias significativas ni influencias en las diferentes variables. (León, 2020).

Tabla 28. Modelo de cuadrados mínimos en base a las variables cuantitativas (días a la floración, días a grano lechoso, harinoso, duro, altura de planta y rendimiento bloque 5).

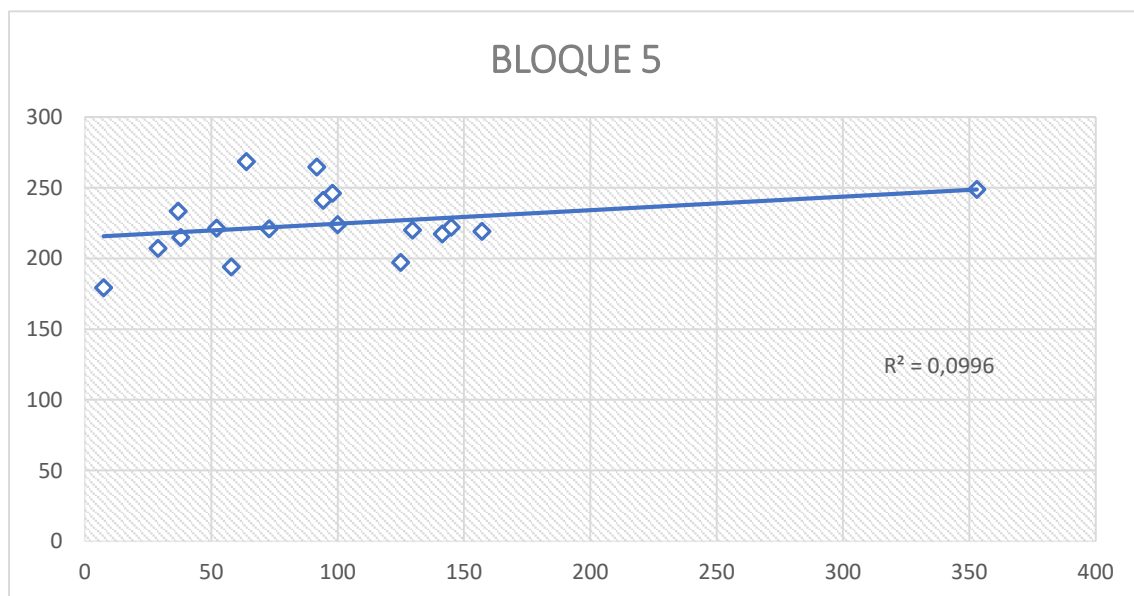
<i>Tratamientos</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Y modelo</i>	<i>error</i>
1	141.5	217.3128078	- 75.81280777
2	129.73	220.1473227	- 90.41732266
3	73	220.9661825	- 147.9661825
4	353.05	248.8074176	104.2425824
5	38	214.793239	-176.793239
6	157.2	219.2024844	- 62.00248436
7	58	194.0067965	- 136.0067965
8	29	207.1085542	- 178.1085542
9	7.44	179.2043299	- 171.7643299
10	52.16	221.3441178	- 169.1841178

11	94.41	240.9967544	-	146.5867544
12	91.77	264.5547225	-	172.7847225
13	64	268.4600541	-	204.4600541
14	37	233.3750588	-	196.3750588
15	98	245.9729027	-	147.9729027
16	100	223.9266758	-	123.9266758
17	145	222.0369992	-	77.03699925
18	125	197.1562575	-	72.15625749
		PROM	-	124.7284821
		R²	-	0.099411484

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 28, se observa la variable Y “rendimiento” en 6 variables presenta un promedio -124.72 lo que indica que existe un valor alto de error.

Figura 7. Modelo de cuadrado mínimos en el bloque 5



Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la Figura 7 se observa que el valor de $R^2 = 0.0996$ no presenta variación del rendimiento, es decir ninguna variable es significativa. Lo que significa que no se apega a la realidad.

10.1.1 Días a la germinación

Tabla 26. *Medidas de resumen de la variable días a la germinación de cinco bloques.*

Tabla 29. *Medidas de resumen de la variable días a la germinación de cinco bloques.*

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Días a la germinación	18	4,00	0,00
2	Días a la germinación	18	4,00	0,00
3	Días a la germinación	18	4,00	0,00
4	Días a la germinación	18	4,00	0,00
5	Días a la germinación	18	4,00	0,00

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 29, los cinco bloques analizados registraron una media de 4 días para la germinación, con una desviación estándar de 0. Esto indica la ausencia de variabilidad entre los bloques, respaldada por un coeficiente de variación del 0%, lo que confirma una homogeneidad total en el tiempo de germinación.

Este hallazgo es consistente con investigaciones previas. Por ejemplo, Uquillas (2019) observó una germinación uniforme a los 4 días en accesiones de quinua estudiadas en condiciones controladas del altiplano peruano. Asimismo, Murillo (2023) señala que la emergencia de la plántula ocurre típicamente entre los 4 y 6 días, fase en la que despliega sus cotiledones y se hace visible en el surco.

Por lo tanto, el resultado de 4 días obtenido en este estudio se encuentra dentro del rango óptimo reportado en la literatura, concretamente en el límite inferior del intervalo mencionado por Murillo (2023), lo que refuerza su validez biológica.

10.1.2. Porcentaje de germinación

Tabla 27. Tablas de frecuencia de porcentaje de germinación.

Tabla 30. Tablas de frecuencia de porcentaje de germinación.

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Porcentaje de germinación</i>	1	Buena (90-100%)	52	57%
<i>Porcentaje de germinación</i>	2	Mala (<70)	14	16%
<i>Porcentaje de germinación</i>	3	Regular (70-80%)	24	27%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 30, se observa en base a las escalas de porcentaje de germinación: Buena (90-100%) tiene una frecuencia absoluta de 52 accesiones equivalente al 57% de las accesiones, la categoría regular (70-80%) de 24 accesiones, equivalente al 27% de la parcela y finalmente la categoría Mala (<70) presentan 14 accesiones, es decir equivale

La importancia de una alta viabilidad germinativa es respaldada por investigaciones recientes. Escobar (2022) reportó en su estudio sobre el vigor de semillas de accesiones ecuatorianas que un 90% de los lotes evaluados mostró una germinación satisfactoria, resultado que atribuyó a prácticas adecuadas de almacenamiento y a una cuidadosa selección del material genético.

Esta noción se alinea con los criterios establecidos para la selección de material parental. Como señala Minga (2022) en una investigación sobre caracterización de quinua, para que una accesión sea considerada apta para programas de mejoramiento genético, debe presentar una viabilidad de germinación excepcional, situándose idealmente dentro de un rango del 90% al 95%.

10.1.3. Análisis de la varianza no paramétrica por el método de Kruskal-Wallis de la variable porcentaje de germinación

Tabla 31. Análisis de la varianza no paramétrica por el método de Kruskal-Wallis de la variable porcentaje de germinación

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Porcentaje de germinación</i>	1	18	1,67	0,59	6,05	0,1025
<i>Porcentaje de germinación</i>	2	18	1,83	0,79		
<i>Porcentaje de germinación</i>	3	18	1,50	0,86		
<i>Porcentaje de germinación</i>	4	18	1,22	0,43		
<i>Porcentaje de germinación</i>	5	18	1,67	0,91		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 31, se observa que en los 5 bloques existe una media de 1 (Buena 90-100%), por lo que no existen diferencias significativas entre bloques.

En base a la categoría “Buena” la mayoría de bloques la presentan, por lo que concuerda con (Minga. D, 2022) que manifiesta que para que una accesión sea clasificada o apta como para futuro.

10.1.4. Días a la floración

10.1.5. Tablas de resumen de días a la floración

Tabla 32. Análisis de resumen de días a la floración

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Días a la floración	18	82,17	6,97
2	Días a la floración	18	83,67	9,61
3	Días a la floración	18	70,33	8,44
4	Días a la floración	18	83,33	8,43
5	Días a la floración	18	72,28	11,64

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 32, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 82.17 días, bloque 2 83.67 días, bloque 3 cuenta con 70.33 días, bloque 4 con 83.33 días y bloque 5 con 72,28 días, de igual forma una desviación estándar de 6.97 a 11.64.

(Gavilanes. C, 2023) menciona que valores de DE 11,64 mayores a 12% en caracteres fenológicos sugieren alta dispersión y posibles problemas en la uniformidad experimental.

10.1.6. Análisis de varianza no paramétrica con el método de Krustal Wallis para la variable Días a la floración

Tabla 33. Análisis de varianza no paramétrica con el método de Krustal Wallis para la variable Días a la floración

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Días a la floración</i>	1	18	82,17	6,97	27,15	<0,0001
<i>Días a la floración</i>	2	18	83,67	9,61		
<i>Días a la floración</i>	3	18	70,33	8,44		
<i>Días a la floración</i>	4	18	83,33	8,43		
<i>Días a la floración</i>	5	18	72,28	11,64		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 33, se observa que los 5 bloques presentan un promedio entre 70 a 83 días, lo que significa que no existe diferencias significativas entre si.

(Bonifacio. A, 2018) menciona que una quinua se considera precoz en cuanto a su número de días a floración es de entre 35 a 50 días y tardía cuando oscila entre 65 a 80 días.

10.1.7. Días a la formación de grano lechoso

10.1.8. Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano lechoso

Tabla 34. Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano lechoso

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Días a grano lechoso	18	123,94	18,59
2	Días a grano lechoso	18	117,78	19,85
3	Días a grano lechoso	18	105,89	17,27
4	Días a grano lechoso	18	131,17	15,32
5	Días a grano lechoso	18	110,00	13,53

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 34, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 123.94 días, bloque 2 con 117.78 días, bloque 3 cuenta con 105.89 días, bloque 4 con 131.17 días y bloque 5 con 110 días, de igual forma una desviación estándar de 13.53 a 18.59 lo que significa que no existe diferencia entre los bloques.

(Gavilanes. C, 2023) menciona que un CV menor al 20% es considerado adecuado para ensayos de campo con cultivos andinos como la quinua, lo que indica buena homogeneidad experimental.

(Danial. D, 2017) destaca que la etapa de grano lechoso puede fluctuar entre 90 y 120 días después de la siembra dependiendo de la altitud, disponibilidad hídrica y temperatura.

Tabla 35. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Krustal Wallis, en la variable días a la formación de grano lechoso.

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Días a grano lechoso</i>	1	18	123,94	18,59	21,47	0,0002
<i>Días a grano lechoso</i>	2	18	117,78	19,85		
<i>Días a grano lechoso</i>	3	18	105,89	17,27		
<i>Días a grano lechoso</i>	4	18	131,17	15,32		
<i>Días a grano lechoso</i>	5	18	110,00	13,53		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 35, se observa el bloque 1 con un promedio de 123.94 días, seguido del bloque 2 con 117.78 días, bloque 3 con 105.89 días, bloque 4 con 131.17 días y bloque 5 con 110 días, presentando un valor de p: 0.0002 lo que significa que existe diferencias significativas entre bloques.

Tabla 36. Rangos entre bloques de la variable Días a la formación de grano lechoso.

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>		
3	105,89	A	
5	110,00	A	
2	117,78	A	B
1	123,94	B	C
4	131,17		C

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 36, se observan los rangos de días por bloque, por lo que el bloque 3 presenta diferencia significativa entre los demás bloques porque tiene un rango menor alcanzando al bloque 5, los bloques 2,1,4 con su rango entre “105 Días”, por lo que es el mejor bloque “B” no presentan diferencias significativas entre ellos por tener valores más altos.

Bazile et al. (2016) menciona que una quinua precoz está en un rango menor a 75 días a grano lechoso, mientras que una quinua tardía tiene un rango mayor a 90 días.

En base al resultado obtenido, el bloque 3 presenta un rango mayor a (90 días), conforme a la variable “Días a la formación de grano lechoso” presentando diferencias en los demás bloques, de acuerdo a (Bazile et al., 2016) estas accesiones se consideran tardías.

10.1.9. Días a la formación de grano harinoso

10.1.10. Medidas de resumen para la variable días a la formación de grano harinoso

Tabla 37. Medidas de resumen para la variable días a la formación de grano harinoso

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Días a grano harinoso	18	135,33	18,50
2	Días a grano harinoso	18	131,22	18,31
3	Días a grano harinoso	18	124,44	14,34
4	Días a grano harinoso	18	141,28	13,80
5	Días a grano harinoso	18	122,28	14,46

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 37, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 135.33 días, bloque 2 con 131.22 días, bloque 3 cuenta con 124.44 días, bloque 4 con 141.28 días y bloque 5 con 122.28 días, de igual forma una desviación estándar de entre 13.80 a 18.50.

(Mazón N, 2019) menciona que el estado harinoso en quinua se presenta generalmente entre los 110 y 135 días después de la siembra, dependiendo del genotipo y la altitud.

En cambio (Vicuña. J, 2018) señala que obtuvo este dato en un rango de 125–135 días en variedades altiplánicas.

Graziano da Silva (2018) menciona que si el D.E. se mantiene en un porcentaje entre 10-20% presenta variación moderada, mientras que si es mayor de 20% existe alta variación.

Tabla 38. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Krustal Wallis de la variable Días a la formación de grano harinoso

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Días a grano harinoso</i>	1	18	135,33	18,50	18,85	0,0008
<i>Días a grano harinoso</i>	2	18	131,22	18,31		
<i>Días a grano harinoso</i>	3	18	124,44	14,34		
<i>Días a grano harinoso</i>	4	18	141,28	13,80		
<i>Días a grano harinoso</i>	5	18	122,28	14,46		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 38, se observa el bloque 1 con un promedio de 135.33 días, seguido del bloque 2 con 131.22 días, bloque 3 con 124.44 días, bloque 4 con 141.28 días y bloque 5 con 122.28 días, presentando un valor de p: 0.0008 lo que significa que existe diferencias significativas entre bloques.

Tabla 39. Rangos entre bloques de la variable Días a la formación de grano harinoso

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>	
5	122,28	A
3	124,44	A B
2	131,22	A B
1	135,33	B C
4	141,28	C

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 39, se observa que el bloque 5 presenta significancia con respecto a los bloques 3, 2, 1, 4 por lo que tiene un rango de 122 días (menor).

(Murillo. A, 2019) en sus investigaciones, menciona que una quinua precoz se encuentra a menor 115 días, mientras que una quinua tardía sobre pasa los 125 días.

En base al resultado obtenido del bloque 5, rango menor (125 días) en referencia a los demás bloques, de acuerdo a (Murillo. A, 2019) considera tardíos a todos los bloques.

10.1.11. *Días a la formación de grano duro*

10.1.12. *Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano duro*

Tabla 40. Medidas de resumen de la variable días a la formación de grano duro

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Días a grano duro	18	150,00	13,89
2	Días a grano duro	18	144,28	16,87
3	Días a grano duro	18	140,33	11,94
4	Días a grano duro	18	153,83	10,95
5	Días a grano duro	18	139,50	13,40

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 40, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 150 días, bloque 2 con 144.28 días, bloque 3 cuenta con 140.33 días, bloque 4 con 153.83 días y bloque 5 con 139.50 días, de igual forma una desviación estándar de entre 10.95 a 16.87.

(Gómez. L, 2021) menciona que, en quinua, esta fase ocurre típicamente entre 140 y 155 días después de la siembra en zonas altoandinas.

Tabla 41. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Krustal Wallis en la variable Días a grano duro.

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Días a grano duro</i>	1	18	150,00	13,89	13,48	0,0086
<i>Días a grano duro</i>	2	18	144,28	16,87		
<i>Días a grano duro</i>	3	18	140,33	11,94		
<i>Días a grano duro</i>	4	18	153,83	10,95		
<i>Días a grano duro</i>	5	18	139,50	13,40		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 41, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 150 días, bloque 2 con 144.44 días, bloque 3 cuenta con 140.33 días, bloque 4 con 153.83 días y bloque 5 con 139 días, presentando un valor de p: 0.0086 lo que significa que no existe diferencias significativas entre bloques.

(Lema. D, 2020) en su investigación, menciona que una quinua en estado de grano duro, para considerarse precoz debe ser menor o igual a 135 días, mientras que una quinua se considera tardía al sobrepasar los 145 días.

Al no presentar diferencias significativas entre bloques, el bloque 2 presenta un valor menor (137 días) en referencia a los demás bloques, de acuerdo a (Lema. D, 2020) se consideran tardíos todos los bloques.

Tabla 42. Rangos entre bloques de la variable Días a grano duro.

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>
3	140,33 A
5	139,50 A B
2	144,28 A B C
1	150,00 B C
4	153,83 C

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 42 se observa que el bloque 3 presenta diferencia significativa entre los bloques 5,1,2,4 con un rango de 140 días.

De acuerdo a (Lema. D, 2020) un valor mayor a 145 días se considera una quinua tardía, por lo que todos los bloques son tardíos en esta etapa de grano,

10.1.13. *Días a la cosecha*

10.1.14. *Medidas de resumen de la variable Días a la cosecha*

Tabla 43. Medidas de resumen de la variable Días a la cosecha

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Días a la cosecha	18	169,17	18,28
2	Días a la cosecha	18	162,44	18,61
3	Días a la cosecha	18	157,67	13,87
4	Días a la cosecha	18	179,28	13,18
5	Días a la cosecha	18	154,33	13,74

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 43, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 169.17 días, bloque 2 con 162.44 días, bloque 3 cuenta con 157.67 días, bloque 4 con 179.28 días y bloque 5 con 154.33 días, de igual forma una desviación estándar de entre 13.18 a 18.61.

(González. O, 2020) menciona que la cosecha en quinua se realiza al alcanzar la madurez fisiológica completa (grano duro y planta seca), lo que típicamente ocurre entre 150 y 180 días después de la siembra.

(Mujica. A, 2019) menciona que estadísticamente si existe un porcentaje de D.E. < 15% es aceptable en ensayos de campo. De tal manera que los bloques no presentan alta variación.

Tabla 44. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Krustal Wallis en la variable días a la cosecha

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Días a la cosecha</i>	1	18	169,17	18,28	22,55	0,0001
<i>Días a la cosecha</i>	2	18	162,44	18,61		
<i>Días a la cosecha</i>	3	18	157,67	13,87		
<i>Días a la cosecha</i>	4	18	179,28	13,18		
<i>Días a la cosecha</i>	5	18	154,33	13,74		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 44, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 169.17 días, bloque 2 con 162.44 días, bloque 3 cuenta con 157.67 días, bloque 4 con 179.28 días y bloque 5 con 154.33 días, p: 0.0001, lo que significa que existe diferencia significativa entre bloques.

Tabla 45. Rangos entre bloques de la variable días a la cosecha

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>		
5	154,33	A	
3	157,67	A	B
2	162,44	A	B
1	169,17	B	C
4	179,28		C

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 45 se observa que el bloque 5 presenta diferencia significativa frente a los demás bloques, debido a que tiene un rango menor al resto (154 días), de tal forma que los bloques 3,2,1 y 4 si presentan variación entre sí. Esto significa que el bloque 5 presenta accesiones “tardías”.

(Bauman. B, 2018) menciona que una quinua se considera precoz si tiene 150 días a la cosecha, mientras que una quinua tardía presenta más de 160 días.

En base a la tabla de rangos el bloque 5 presenta un rango menor (154 días) en referencia a los demás bloques, de acuerdo con (Bauman. B, 2018) el bloque 5 se considera tardío.

10.1.15. *Rendimiento en gramos*

10.1.16. *Medidas de resumen de la variable Rendimiento en gramos*

Tabla 46. Medidas de resumen de la variable Rendimiento en gramos

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Rendimiento (g)	18	131,10	68,21
2	Rendimiento (g)	18	117,22	84,39
3	Rendimiento (g)	18	56,30	51,44
4	Rendimiento (g)	18	73,15	50,94
5	Rendimiento (g)	18	99,68	76,76

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 46, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 131.10 gramos, bloque 2 con 117.22 gramos, bloque 3 cuenta con 56.3, bloque 4 con 73.15 gramos y bloque 5 con 99.68 gramos, de igual forma una desviación estándar de entre 50.94 a 84.39. Lo que significa que el bloque 5 presenta mayor rendimiento frente a los demás bloques.

(Murillo. A, 2023) menciona que al existir un CV muy alto (>90) hay una alta variación entre accesiones, mientras que un nivel óptimo es de <20% significa que existe homogeneidad entre accesiones.

(Alulema. V, 2016) en su estudio, presenta rendimiento en gramos de 50-110, con un coeficiente de variación de 15-45% quiere decir influyó las condiciones climáticas (18°C) a las cuales fue sometido el cultivo.

Tabla 47. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis en la variable rendimiento en gramos

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Rendimiento (g)</i>	1	18	131,10	68,21	14,57	0,0057
<i>Rendimiento (g)</i>	2	18	117,22	84,39		
<i>Rendimiento (g)</i>	3	18	56,30	51,44		
<i>Rendimiento (g)</i>	4	18	73,15	50,94		
<i>Rendimiento (g)</i>	5	18	99,68	76,76		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 47, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 50.65 gramos, bloque 2 con 49.87 gramos, bloque 3 cuenta con 59.29, bloque 4 con 46.16 gramos y bloque 5 con 61.18 gramos, con un valor en p: 0.3511 lo que significa que no existe diferencias significativas entre bloques. En base a la literatura todos los bloques presentan un rendimiento intermedio

(Peralta. E, 2019) menciona que se considera un rendimiento bajo cuando es menor a 30 gramos por planta, se considera óptimo cuando es mayor a 70 gramos.

(Caiza. A, 2024) menciona que para transformar de g/m² a kg/ha, se debe aplicar esta fórmula: $1\text{g/m}^2 = 1\text{kg}/1000\text{g} * 10000\text{m}^2$.

En base a los resultados obtenidos por bloques, oscilan entre 46 a 59g, de acuerdo con (Peralta. E, 2019) estos valores se considerarían intermedios.

Tabla 48. Rangos entre bloques de la variable rendimiento en gramos

Trat. Medias Ranks

3	56,30	30,00	A
4	73,15	38,39	A B
5	99,68	46,67	A B C
2	117,22	52,33	B C
1	131,10	60,11	C

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 48, se observa que existe diferencias significativas entre bloques, señalando el bloque 1 con un rango de 131.10 g a diferencia del resto de bloques.

De acuerdo al valor obtenido de 131.10 g en base a (Peralta. E, 2019) menciona que presenta un rendimiento óptimo.

10.1.17. *Acame*

10.1.18. *Análisis de frecuencias de la variable Porcentaje de acame*

Tabla 49. Análisis de frecuencias de la variable Porcentaje de acame

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Acame</i>	1	Nulo (0%)	53	59%
<i>Acame</i>	2	Muy bajo (1-10%)	14	15%
<i>Acame</i>	3	Bajo (11-25%)	5	5%
<i>Acame</i>	4	Moderado (26-50%)	2	2%
<i>Acame</i>	5	Alto (51-75%)	8	8%
<i>Acame</i>	6	Muy alto (>75%)	8	8%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 49, se observa que la categoría “nulo” de (0%) está compuesta por 53 accesiones, lo que representa el 59% de las accesiones, la categoría “muy bajo” de (1-10%) tiene 14 accesiones con un 15%, la categoría “bajo” de (11-25%) compuesta por 5 accesiones con un 5%, la categoría “moderado” de (26-50%) con 2 accesiones tiene 2%, la categoría “alto” de (51-75%) tiene 8 accesiones, lo que representa el 8% de las accesiones y finalmente, la categoría “muy alto” (>75%) con 8 accesiones siendo el 8% de las accesiones. Es decir, en base a esta tabla se determina el número de accesiones que presentan distintas categorías de acame, puede ser nulo o a su vez alto. La escala que predomina en todos los bloques es de muy bajo.

(Tomalo. L, 2017) indica que accesiones con tallos más robustos y menor altura tienden a tener menos problemas de acame, lo cual coincide con la alta frecuencia observada en las clases “nulo” y “muy bajo” en tu estudio.

(Duchitanga. S, 2017) señala que si los niveles de acame están influenciados por vientos fuertes, exceso de riego, o mala preparación del terreno.

Tabla 50. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable acame

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Acame</i>	1	18	1,89	1,53	20,13	<0,0001
<i>Acame</i>	2	18	2,28	1,90		
<i>Acame</i>	3	18	3,72	1,99		
<i>Acame</i>	4	18	1,06	0,24		
<i>Acame</i>	5	18	1,72	1,18		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 50, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 1.89, el bloque 2 con un promedio de 2.28, el bloque 3 con un promedio de 3.72, el bloque 4 con un promedio de 1.06 y el bloque 5 con un promedio de 1.72. Seguido de una desviación estándar de entre 0.24 a 1.99 y un valor de p: 0.001, lo que significa que no existe diferencia significativa. Presentan valores homogéneos para los 5 bloques, de tal forma que el bloque 1,2,5 presentan promedios de 2.44 a 2.72 que se consideran “muy bajos” (1-10%), mientras que los bloques 3 y 4, presentan medias de 3.06 a 3.28 que se consideran “bajos” (11-25%).

Según estudios de (Nieto. C, 2018) menciona que un porcentaje de acame de hasta el 10% se considera aceptable o "sin impacto significativo" en quinua.

Tabla 51. Rangos entre bloques de la variable acame

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>		
4	1,06	A	
5	1,72	A	B
1	1,89	A	B
2	2,28		B
3	3,72		C

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 51, se observa que el bloque 4 presenta diferencias significativas entre el bloque 5,1,2, y 3 con un rango de 1, lo que significa que su porcentaje de acame es nulo

En base a que existen diferencias significativas entre bloques, se observa que la mayoría de bloques presenta un rango de 2 “bajo – 11-25%” lo que concuerda con (Nieto. C, 2018) es aceptable debido a que no existe impacto significativo.

10.1.19. Plantas caídas

10.1.20. Análisis de frecuencia de la variable plantas caídas

Tabla 52. Análisis de frecuencia de la variable plantas caídas

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	1	Nulo (0%)	80	89%
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	2	Muy bajo (1-10%)	6	6%
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	3	Bajo (11-25%)	4	4%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 52, se observa que la categoría “nulo” con (0%) está constituido por 80 accesiones que representan 89% de las accesiones, la categoría “muy bajo” con (1-10%) está constituido por 6 accesiones que representan 6% de las accesiones y finalmente la categoría “bajo” con (11-25%) está constituido por 4 accesiones que representan 4% de las accesiones. De acuerdo a este análisis se puede clasificar las categorías y a la vez el número de accesiones que presentan, existe mayor número de accesiones que no tienen plantas caídas y valores intermedios que presentan un bajo porcentaje de plantas caídas.

(Bonifacio. A, 2018) menciona que un acame del 0% refleja adaptación morfofisiológica favorable (tallos resistentes, arquitectura compacta y buen anclaje radicular).

(Tomalo. L, 2017) indica que accesiones con tallos más robustos y menor altura tienden a tener menos problemas de plantas caídas, lo cual coincide con la alta frecuencia observada en las clases “nulo” y “muy bajo”

Tabla 53. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable plantas caídas

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	1	18	1,28	0,57	2,55	0,0722
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	2	18	1,00	0,00		
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	3	18	1,00	0,00		
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	4	18	1,22	0,65		
<i>Porcentaje de plantas caíd..</i>	5	18	1,28	0,57		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026)

En la tabla 53, se observa que todos los bloques presentan un promedio de 1 (nulo 0%) es decir no existe porcentaje de acame, por lo tanto no presenta diferencias significativas entre sí.

(Bonifacio. A, 2018) menciona que un porcentaje de plantas caídas del 0% refleja adaptación morfofisiológica favorable (tallos resistentes, arquitectura compacta y buen anclaje radicular).

En base a los resultados obtenidos la mayoría de los bloques presentan 1 “Nulo 0%” de acuerdo a (Bonifacio. A, 2018) esto refleja una adaptación morfofisiológica favorable.

10.1.21. *Incidencia de Mildiu*

10.1.22. *Análisis de frecuencia de la variable incidencia de Mildiu*

Tabla 54. Análisis de frecuencia de la variable incidencia de Mildiu

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Incidencia de M</i>	2	Baja (6-15%)	2	2%
<i>Incidencia de M</i>	4	alta (31-60%)	77	85%
<i>Incidencia de M</i>	5	Muy alta(61%-100%)	11	12%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 54, se observa la categoría “baja” con (6-15%) con respecto a la incidencia de mildiu, presenta 2 accesiones, es decir el 2% de las accesiones, la categoría “alta” con (31-60%) presenta 77 accesiones, representando el 85% de la parcela. Esto significa que existe mayor número de accesiones que tienen un nivel alto con respecto a la incidencia de Mildiu en la parcela.

(Araujo. A, 2019) menciona que el mildiu y otras enfermedades foliares en quinua son favorecidas por condiciones de alta humedad relativa, rocío prolongado, lluvias frecuentes.

(Gandarillas. E, 2015) señala que una incidencia de enfermedad menor al 15% se considera manejable, especialmente si el daño en el rendimiento es mínimo.

Tabla 55. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable plantas caídas

Variable	Bloque	N	Medias	D.E.	H	p
Incidencia de mildiu	1	18	4,00	0,59	6,39	0,0175
Incidencia de mildiu	2	18	4,11	0,32		
Incidencia de mildiu	3	18	4,11	0,68		
Incidencia de mildiu	4	1	5,00	0,00		
Incidencia de mildiu	5	2	5,00	0,00		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 55, se observa que los bloques 1,2,3 presentan un promedio de 4 (alto 31%-60%) mientras que el bloque 4 y 5 presentan un promedio (muy alto 61%-100%) identificando diferencias significativas entre bloque.

Tabla 56. Rangos entre bloques de la variable plantas caídas

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>	<i>Ranks</i>	
1	4,00	26,28	A
2	4,11	27,56	A
3	4,11	29,33	A B
4	5,00	52,00	A B
5	5,00	52,00	B

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 56, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 4 lo que significa que la incidencia de mildiu es alta

En base a los resultados obtenidos, existen diferencias significativas entre bloques, se observa que todos los bloques presentan 4 “alto 61-100%” lo que concuerda con (Gandarillas. E, 2015) lo que significa que no se considera manejable, especialmente si el daño en el rendimiento es severo.

10.1.23. Severidad de Mildiu

10.1.24. Análisis de frecuencia de la variable severidad de Mildiu

Tabla 57. Análisis de frecuencia de la variable severidad de Mildiu

Variable	Clase	Categoría	FA	FR
Severidad de Mildiu	2	Poco Susceptible	2	2%
Severidad de Mildiu	3	susceptible	77	77%
Severidad de Mildiu	4	Muy susceptible	11	11%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 57, se observa que la categoría “susceptible” tiene 77 accesiones, la cual representa el 77% de la parcela, mientras que la categoría “muy susceptible” presenta 11 accesiones, con un 11% con respecto a la parcela mientras que la categoría poco susceptible cuenta con 2 accesiones es decir 2 % de la parcela.

(Velásquez. J, 2021) en sus estudios en quinua mencionó que una severidad considerada “susceptible” puede afectar moderadamente el área foliar y fotosintética, pero no siempre implica pérdidas severas de rendimiento, especialmente si se controla a tiempo.

(Bazile, 2016) señala que la resistencia al mildiu es rara pero presente en ciertos ecotipos altoandinos.

Tabla 58. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable Severidad de Mildiu

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Severidad de Mildiu</i>	1	18	3,06	0,42	0,46	0,8738
<i>Severidad de Mildiu</i>	2	18	3,11	0,32		
<i>Severidad de Mildiu</i>	3	18	3,17	0,51		
<i>Severidad de Mildiu</i>	4	18	3,06	0,24		
<i>Severidad de Mildiu</i>	5	18	3,11	0,32		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 58, se observa el bloque 1 con un promedio de 3.06, el bloque 2 con un promedio de 3.11, el bloque 3 con un promedio de 3.17, el bloque 4 con un promedio de 3.06 y el bloque 5 con un promedio de 3.11. Seguido de una desviación estándar de 0.24 a 0.51 y un valor de p: 0.8738 lo que significa que no existe diferencias significativas entre bloques. A su vez los bloques presentan homogeneidad debido a que están en un

rango de 3 a 3.17. La mayoría de bloques presentan un rango de susceptible frente a la severidad de Mildiu

(Beltrán R., 2019) menciona que cuando una accesión es muy susceptible presenta lesiones que afectan severamente a la parcela, más del 60% del área foliar afectada.

En base a los resultados obtenidos, no existe diferencias significativas entre bloques, el rango en cada bloque es de 3 “Susceptible” de acuerdo a (Beltrán R., 2019) presenta lesiones que afectan severamente a la parcela, más del 60% del área foliar afectada.

10.2. Variables morfológicas

10.2.1. Altura de planta en centímetros

10.2.2. Medidas de resumen de la variable altura de planta en centímetros

Tabla 59. Medidas de resumen de la variable altura de planta en centímetros

<i>Bloque</i>	<i>Variable</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
1	Altura de planta (cm)	18	132,61	24,43
2	Altura de planta (cm)	18	133,44	29,54
3	Altura de planta (cm)	18	101,61	22,47
4	Altura de planta (cm)	18	152,39	28,49
5	Altura de planta (cm)	18	113,17	20,79

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 59, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 132.61 cm, bloque 2 con 133.44 cm, bloque 3 cuenta con 101.6, bloque 4 con 152.39 cm y bloque 5 con 113.17gramos, de igual forma una desviación estándar de entre 20.79 a 29.54. Lo que significa que el bloque 5 presenta mayor altura frente a los demás bloques.

(Murillo. A, 2023) menciona que un nivel óptimo es de <20% significa que existe homogeneidad entre accesiones, mientras que un nivel alto mayor a 20% presenta alta heterogeneidad entre accesiones.

Bazile et al. (2016) menciona que algunas variedades del altiplano presentan mayor altura (>140 cm); accesiones costeras o interandinas son más bajas. Es decir, sus accesiones han presentado un rango de altura entre 80 a 180 cm.

Tabla 60. Análisis de varianza no paramétrico por medio del método de Kruskal Wallis de la variable de altura en cm

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Altura de planta (cm)</i>	1	18	132,61	24,43	28,72	<0,0001
<i>Altura de planta (cm)</i>	2	18	133,44	29,54		
<i>Altura de planta (cm)</i>	3	18	101,61	22,47		
<i>Altura de planta (cm)</i>	4	18	152,39	28,49		
<i>Altura de planta (cm)</i>	5	18	113,17	20,79		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 60, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 132.61 cm, bloque 2 con 95.94 cm gramos, bloque 3 cuenta con 131.06, bloque 4 con 130 cm y bloque 5 con 153.11 cm, el valor de p: 0.0001 lo que significa que existe diferencias significativas entre bloques.

Tabla 61. Rangos por bloques de la variable altura en cm

<i>Trat.</i>	<i>Medias</i>	<i>Ranks</i>	
3	101,61	24,92	A
5	113,17	33,33	A
1	132,61	50,44	B
2	133,44	52,11	B
4	152,39	66,69	B

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 61, se observa que el bloque 4 presenta diferencia significativa debido a que tiene un rango alto 153 cm, mientras que el bloque 3 presenta un rango de 101.61 cm, lo que la diferencia al resto de bloques.

(Velásquez. J, 2021) menciona que una quinua se considera “baja” cuando su altura es menor a 90 cm, mientras que si es de entre (150-180) se considera alta.

En base a los resultados obtenidos el bloque 3 presenta un rango menor (100 cm) lo que lo diferencia de los demás bloques se considera baja, de acuerdo con (Velásquez. J, 2021)

el bloque 4 presenta una altura óptima, por lo que los demás bloques poseen una altura de entre (130 - 150) lo cual se consideran altas.

10.2.3. Hábito de crecimiento

10.2.4. Análisis de frecuencia de la variable Hábito de crecimiento

Tabla 62. Análisis de frecuencia de la variable Hábito de crecimiento

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Hábito de crecimiento</i>	1	Sin ramificacion	1	1%
<i>Hábito de crecimiento</i>	2	Ramificación, hasta el 2/3	87	97%
<i>Hábito de crecimiento</i>	3	Ramificación, distinción de panoja	3	2%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 62, se observa que la categoría “Ramificación hasta el último tercio” tiene 87 accesiones que representan el 97% de las accesiones, seguido de la categoría “Ramificación, pero clara distinción de panoja” tiene 3 accesiones que representan el 2% de las accesiones y “sin ramificación” tiene 1 accesiones que representa 1%. Es decir, la mayoría de las accesiones presentan este hábito de crecimiento (Ramificación hasta el último tercio).

(Gómez. L, 2021) menciona que este hábito de crecimiento favorece el rendimiento bajo ciertas condiciones, ya que permite más sitios de floración y panojas secundarias, pero también puede aumentar la susceptibilidad al acame y enfermedades si hay exceso de vigor.

Tabla 63. Análisis de la varianza no paramétrica con el método de Kruskal-Wallis de la variable Hábito de crecimiento.

<i>Variable</i>	<i>Bloque</i>	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Hábito de crecimiento</i>	1	18	2,00	0,00	0,77	0,0932
<i>Hábito de crecimiento</i>	2	18	2,11	0,32		
<i>Hábito de crecimiento</i>	3	18	1,94	0,24		
<i>Hábito de crecimiento</i>	4	18	2,00	0,00		
<i>Hábito de crecimiento</i>	5	18	2,00	0,00		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 63, se observa que todos los bloques presentan un promedio de 2 (ramificación hasta el segundo tercio), lo que significa que no presentan diferencias significativas entre bloques.

(Gómez. L, 2021) menciona que el hábito de crecimiento en quinua responde tanto a factores genéticos como al ambiente y temperatura.

10.2.5. Color de panoja

10.2.6. Análisis de frecuencia de la variable color de panoja

Tabla 64. Análisis de frecuencia de la variable color de panoja

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Color de panoja</i>	1	amarillo	1	1%
<i>Color de panoja</i>	2	ROJO	8	9%
<i>Color de panoja</i>	3	ROSADO	5	6%
<i>Color de panoja</i>	4	PÚRPURA	20	22%
<i>Color de panoja</i>	5	VERDE	50	45%
<i>Color de panoja</i>	6	VERDE-ROJO	6	7%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 64, se observan las categorías de colores: púrpura está constituido por 20 accesiones, lo cual representa el 22% de las accesiones, rojo está constituido por 8 accesiones, representando el 9% de las accesiones, rosado conformado por 5 accesión es el 6%, verde está constituido por 50 accesiones, representado 45% y verde-rojo constituido por 6 accesiones que representan 7% de las accesiones.

(Romero. C, 2020) menciona que colores intermedios (como rosado o rojo-anaranjado) pueden ser inestables y sensibles a las condiciones de cultivo.

(Lema. D, 2020) señala que la predominancia del color verde es característico de accesiones en fase vegetativa o de panojas inmaduras, aunque en algunas variedades puede mantenerse incluso en madurez fisiológica.

Tabla 65. Análisis de frecuencia por el método de Chi-cuadrado en la variable color de panoja

<i>Bloque</i>	<i>Verde</i>	<i>V- R</i>	<i>Rosado</i>	<i>Rojo</i>	<i>Purpura</i>	<i>verde</i>	<i>rojo</i>	<i>Amarillo</i>	<i>Total</i>
<i>1</i>	10	3	2	2	1	0	0	0	18
<i>2</i>	12	1	2	0	1	1	1	0	18
<i>3</i>	6	0	0	0	11	0	0	1	18
<i>4</i>	11	1	0	3	3	0	0	0	18
<i>5</i>	10	1	1	2	4	0	0	0	18
<i>Total</i>	49	6	5	7	20	1	1	1	90

<i>Estadístico</i>		<i>Valor</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
<i>Chi Cuadrado Pearson</i>		44,27	28	0,0261
<i>W2</i>	<i>Chi Cuadrado</i>	44,34	28	0,0257
<i>Coef. Conting. Cramer</i>		0,31		
<i>Coef. Conting. Pearson</i>		0,57		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 65, se observa que el color verde es el que predomina en los bloques (50 de 90), la prueba de Chi cuadrado Pearson presenta un valor p: 0.0261, la cual no es significativa por lo que no hay evidencia de que esté relacionado el color con el bloque.

El color de panoja que predomina en los bloques es “Verde”

10.2.7. Color de pericarpio

10.2.8. Análisis de frecuencia para la variable de color de pericarpio.

Tabla 66. Análisis de frecuencia para la variable de color de pericarpio

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Color de pericarpio</i>	2	Crema	34	33
<i>Color de pericarpio</i>	3	Café	41	39
<i>Color de pericarpio</i>	5	Amarillo	2	1
<i>Color de pericarpio</i>	6	Café-rojo	10	4
<i>Color de pericarpio</i>	7	Naranja	3	2

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 66, se observa la categoría de colores: crema está constituido por 34 accesiones, equivale al 33% de las accesiones, café está constituido por 41 accesiones, equivale al 39% de las accesiones, naranja está constituido por 3 accesión, equivale al 3% de las accesiones, amarillo está constituido por 2 accesión, equivale al 1% de las accesiones, café-rojo está constituido por 10 accesiones, equivale al 4% de las accesiones. Es claro que el color café está presente en el 39% de las accesiones por lo que se considera un color predominante, a su vez el color crema está presente en el 33% de las accesiones.

(Mujica. A, 2019) menciona que el color de pericarpio: café y crema son los colores más comunes en accesiones tradicionales andinas.

Tabla 67. Prueba Chi-cuadrado de la variable Color de pericarpio

<i>Bloque</i>	<i>crema</i>	<i>café</i>	<i>Naranja</i>	<i>café- rojo</i>	<i>rojo- café</i>	<i>amarillo</i>	<i>Total</i>
<i>1</i>	9	7	1	1	0	0	18
<i>2</i>	7	10	0	0	1	0	18
<i>3</i>	5	6	2	3	1	1	18
<i>4</i>	6	10	0	1	0	1	18
<i>5</i>	7	8	0	1	2	0	18
<i>Total</i>	34	41	3	6	4	2	90

<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>Gl</i>	<i>p</i>
<i>Chi Cuadrado Pearson</i>	18,69	20	0,5422
<i>Chi Cuadrado MV-G2</i>	21,32	20	0,3783
<i>Coef.Conting.Cramer</i>	0,20		
<i>Coef.Conting.Pearson</i>	0,41		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 67, se observa que el color que predomina en las accesiones es el color café (41-90), por lo que no existe diferencias significativas.

(Mujica. A, 2019) menciona que el color de pericarpio: café y crema son los colores más comunes en accesiones tradicionales andinas.

El color de pericarpio que predomina en los bloques es café

10.2.9. Color de episperma

10.2.10. Análisis de frecuencia de la variable color de episperma

Tabla 68. Análisis de frecuencia de la variable color de episperma

<i>Variable</i>	<i>Clase</i>	<i>Categorías</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>
<i>Color de episperma</i>	2	Blanco	89	99%
<i>Color de episperma</i>	7	Café- rojizo	1	1%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 68, se observa que la categoría de color blanco predomina en las 89 accesiones que representan el 99%.

Tabla 69. Prueba Chi-cuadrado de la variable Color de episperma

<i>Bloque</i>	<i>Blanco</i>	<i>café-rojizo</i>	<i>Total</i>
<i>1</i>	18	0	18
<i>2</i>	18	0	18
<i>3</i>	18	0	18
<i>4</i>	18	0	18
<i>5</i>	17	1	18
<i>Total</i>	89	1	90

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	4,04	4	0,4000
Chi Cuadrado MV-G2	3,26	4	0,5146
Coef.Conting.Cramer	0,15		
Coef.Conting.Pearson	0,21		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 69, se observa que el color de pericarpio que predomina es blanco (89-90). A la vez no presenta diferencias significativas entre bloques.

(Suquilanda. M, 2019) menciona el color blanco es el más demandante por su menor contenido de saponinas, sabor más suave, mejor aceptación en mercados internacionales, y facilidad de procesamiento.

El color de episperma que predomina en los bloques es blanco.

10.2.11. Contenido de saponinas

10.2.12. Análisis de frecuencia de contenido de saponinas

Tabla 70. Análisis de frecuencia de contenido de saponinas

Variable	Clase	Categorías	FA	FR
Contenido de saponinas	0	No hay saponinas	10	9%
Contenido de saponinas	1	Dulce	12	14%
Contenido de saponinas	2	Amarga	67	75%

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 70, se observa las siguientes categorías: “No hay saponinas” está constituida por 10 accesiones, equivalente al 9% de la parcela, “dulce” está constituida por 12 accesiones, equivale a 14% de la parcela y “amarga” está constituida por 67 accesiones,

equivale a 75% de la parcela. Es decir que existe un mayor número (67) de accesiones amargas en la parcela y en 10 accesiones no hay saponinas,

(Tomalo. L, 2017) menciona que las accesiones que presentan quinuas amargas son valiosas en programas de mejoramiento genético donde se busca tolerancia a estrés biótico.

Tabla 71. Análisis de varianza no paramétrica por el método de Kruskal Wallis en la variable de contenido de saponinas

Variable	Bloque	N	Medias	D.E.	H	p
Contenido de saponinas	1	18	1,83	0,51	4,77	0,0851
Contenido de saponinas	2	18	1,78	0,55		
Contenido de saponinas	3	18	1,33	0,84		
Contenido de saponinas	4	18	1,44	0,78		
Contenido de saponinas	5	18	1,72	0,67		

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

En la tabla 71, se observa que el bloque 1 presenta un promedio de 1.83, el bloque 2 presenta un promedio de 1.78, bloque 3 presenta un promedio de 1.33, bloque 4 presenta un promedio de 1.44 y bloque 5 presenta un promedio de 1.72. Seguido de una desviación estándar de (0.51-0.84). El bloque 1 tiene accesiones tanto dulces como amargas, el bloque 2 presenta accesiones dulces, el bloque 3 presenta accesiones amargas, el bloque 4 y 5 accesiones sin saponinas. De tal forma su desviación estándar no presenta alta variabilidad entre bloques.

El contenido de saponinas que predomina en los bloques es “amargas”.

10.3 Análisis Cluster

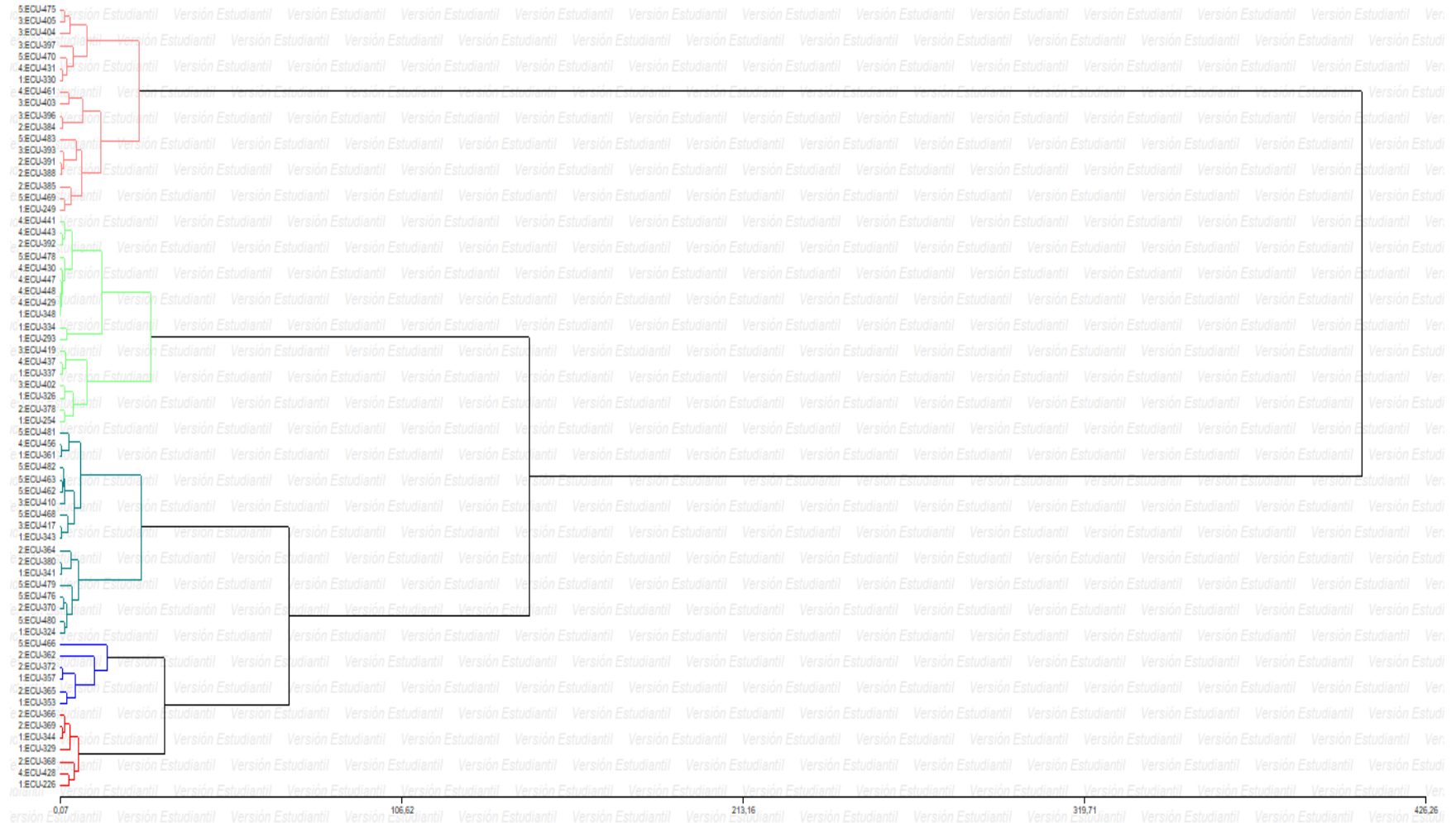
En el análisis de agrupamientos empleando la distancia euclidiana y el método de Ward en la caracterización de 90 accesiones de quinua provenientes del banco de germoplasma del INIAP, se observan grupos diferenciados para las variables cualitativas y cuantitativas.

10.3.1 Variables cuantitativas

El análisis de agrupamiento para las 90 accesiones de quinua, permitió formar cinco grupos en las muestras estudiadas en función de 7 variables cuantitativas como: Días a la germinación, días a la floración, días a la formación de grano lechoso, días a la

formación de grano harinoso, días a la formación de grano duro, altura de planta en centímetros, días a la cosecha y rendimiento.

Figura 8. Dendrograma de agrupación de 90 accesiones de quinua a partir de 7 variables cuantitativas

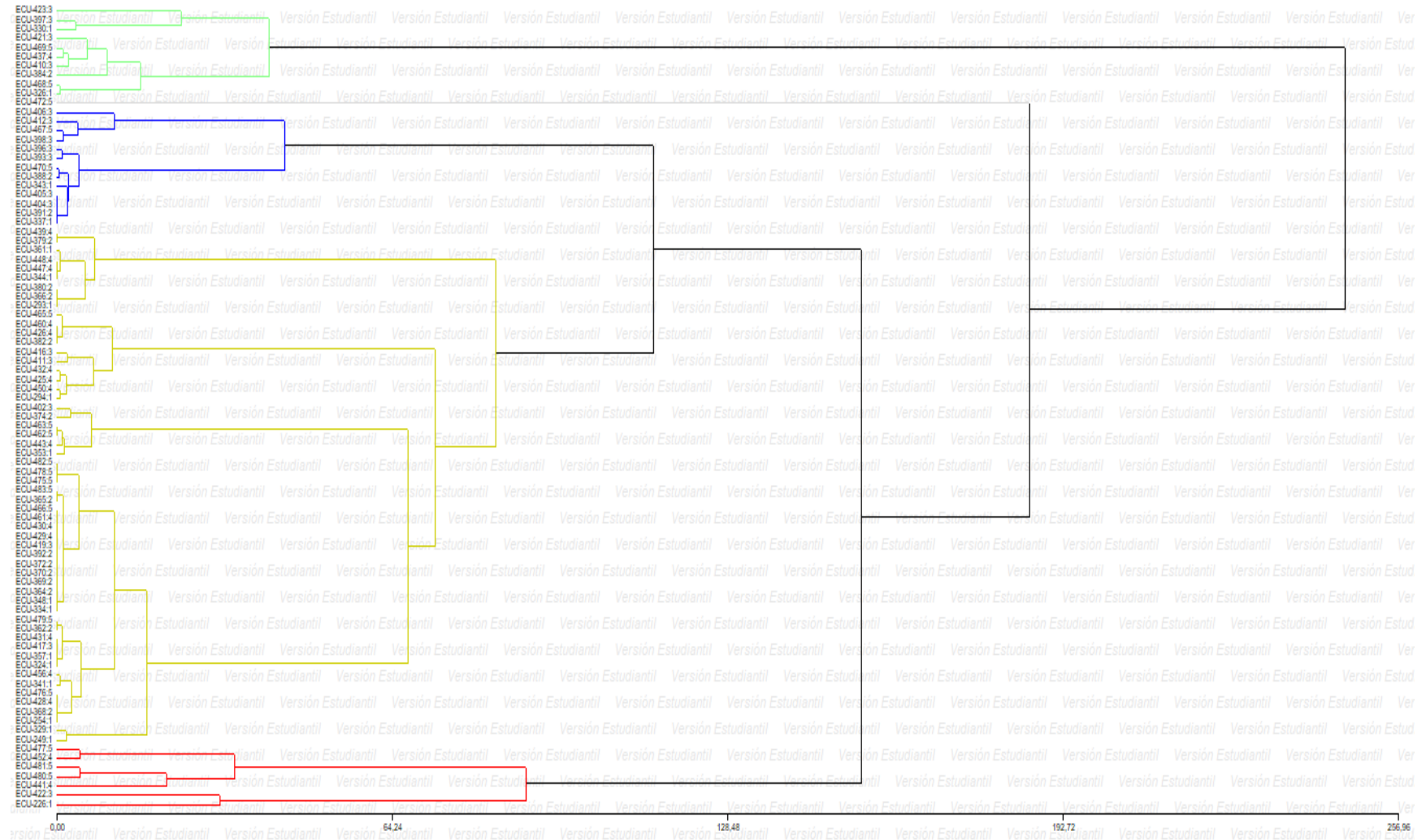


Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

10.3.2. Variables cualitativas

Para el análisis de agrupamiento fueron utilizados los caracteres cualitativos: color de panoja, color de episperma, color de pericarpio, hábito de crecimiento, incidencia de Mildiu, severidad de Mildiu, porcentaje de acame, porcentaje de plantas caídas, porcentaje de germinación y contenido de saponinas.

Figura 9. Dendrograma de agrupación de 90 accesiones de quinua a partir de 7 variables cualitativas



Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026

Tabla 72. Grupos de accesiones y sus características.

Grupo	Número de accesiones	Germ inación (%)	Floración (días)	Cosecha (días)	Altura (cm)	Rendimiento (g)	Acabame	Plantas caídas	Incidencia Mildiu	Severidad Mildiu	Color panoja	Pericarpio	Episperma	Hábito	Saponinas
1	18	Buena (90-100%)	67-91	140-195	86-171	71-213	Nulo (0%)	Bajo (11-25%)	Bajo (6-15%)	Tolerante (2)	Verde	Crema	Blanco	2(Ramificación distinta de panoja.	Amargas
2	18	Buena (90-100%)	60-99	134-195	71-171	39-173	Nulo (0%)	Bajo (11-25%)	Modorada (16-30%)	Susceptible (4)	Verde	Café	Blanco	2(Ramificación, distinción de panoja)	Amargas
3	18	Buena (90-100%)	54-84	140-180	59-134	15-160	Nulo (0%)	Nulo (0%)	Alto (21-35%)	Susceptible (3)	Púrpura	Café	Blanco	2(Ramificación, distinción de panoja)	Amargas
4	18	Buena (90-100%)	60-91	148-195	82-195	31-168	Nulo (0%)	Nulo (0%)	Alto (21-35%)	Susceptible (3)	Verde	Café	Blanco	2(Ramificación, pero se distingue la	Amargas

5	18	Regular (70– 80%)	54–90	130– 186	72– 155	29–145	Nul o0 %)	Baj o (11 – 25 %)	Mod erada (16– 30%)	Susc eptib le (3)	Ver de	Café	Blan co	2(Rami ficació n, pero se disting ue la panoja)	Ama rgas
---	----	-------------------------	-------	-------------	------------	--------	-----------------	----------------------------------	------------------------------	-------------------------	-----------	------	------------	---	-------------

Elaborado por: Hugo Chillagana, 2026.

En la tabla 72, después del análisis de Cluster agrupando variables cuantitativas y cualitativas en cinco grupos, se observa que el Grupo 1 está conformado de 18 accesiones: ECU-226, ECU-249, ECU-254, ECU-293, ECU-294, ECU-324, ECU-326, ECU-329, ECU-330, ECU-334, ECU-337, ECU-341, ECU-343, ECU-344, ECU-348, ECU-353, ECU-357, ECU-361. Presentan un “buen (90-100%)” porcentaje germinación, días a etapas de grano y cosecha (67-195) se considera tardía, altura de planta (86-171cm) se considera alta, rendimiento (71-213g) considerablemente bueno, presenta “nulo (0%)” acame y plantas caídas, incidencia “baja (6-15%)” y severidad “tolerante”, color de panoja “verde”, pericarpio de color “crema”, color de episperma “blanco”, hábito de crecimiento “Ramificación, distinción de panoja”, contiene quinuas amargas.

Grupo 2, conformado por 18 accesiones: ECU-362, ECU-364, ECU-365, ECU-366, ECU-368, ECU-369, ECU-370, ECU-372, ECU-374, ECU-378, ECU-379, ECU-380, ECU-382, ECU-384, ECU-385, ECU-388, ECU-391, ECU-392. Presentan una “buen (90-100)” porcentaje germinación, días a etapas de grano y cosecha (60-195) se considera tardía, altura de planta (71-171cm) se considera alta, rendimiento (39-173g) considerablemente bueno, presenta “nulo (0%)” acame y porcentaje de plantas caídas “bajo (11-25%)” , incidencia “moderada (16-30%)” y severidad “Susceptible”, color de panoja “verde”, pericarpio de color “café”, color de episperma “blanco”, hábito de crecimiento “Ramificación, distinción de panoja”, contiene quinuas amargas.

Grupo 3, conformado por 18 accesiones: ECU-393, ECU-396, ECU-397, ECU-398, ECU-402, ECU-403, ECU-404, ECU-405, ECU-406, ECU-410, ECU-411, ECU-412, ECU-416, ECU-417, ECU-419, ECU-421, ECU-422, ECU-423. Presentan un “buen (90-100)” porcentaje de germinación, días a etapas de grano y cosecha (54-180) se considera intermedia, altura de planta (59-134cm) se considera baja, rendimiento (15-160g) considerablemente bueno, presenta “nulo (0%)” acame y porcentaje de plantas caídas “nulo (0%)” , incidencia “Alta (21-35%)” y severidad “Susceptible”, color de panoja “púrpura”, pericarpio de color “café”, color de episperma “blanco”, hábito de crecimiento “Ramificación, distinción de panoja”, contiene quinuas amargas.

Grupo 4 conformado por 18 accesiones: ECU-425, ECU-426, ECU-428, ECU-429, ECU-430, ECU-431, ECU-432, ECU-437, ECU-439, ECU-441, ECU-443, ECU-447, ECU-448, ECU-450, ECU-452, ECU-456, ECU-460, ECU-461. Presentan un “buen (90-100)” porcentaje germinación, días a etapas de grano y cosecha (60-195) se considera intermedia, altura de planta (82-195cm) se considera alta, rendimiento (31-168g) considerablemente medio, presenta “nulo (0%)” acame y

porcentaje de plantas caídas “nulo (0%)”, incidencia “Alta (21-35%)” y severidad “Susceptible”, color de panoja “verde”, pericarpio de color “café”, color de episperma “blanco”, hábito de crecimiento “Ramificación, distinción de panoja”, contiene quinuas amargas.

Grupo 5 con formado por 18 accesiones: ECU-462, ECU-463, ECU-465, ECU-466, ECU-467, ECU-468, ECU-469, ECU-470, ECU-472, ECU-475, ECU-476, ECU-477, ECU-478, ECU-479, ECU-480, ECU-481, ECU-482, ECU-483 Presentan un “regular (70-80%)” porcentaje germinación, días a etapas de grano y cosecha (54-186) se considera tardía, altura de planta (130-186cm) se considera alta, rendimiento (29-145g) considerablemente alto, presenta “nulo (0%)” acame y porcentaje de plantas caídas “bajo (11-25%)”, incidencia “moderada (16-30%)” y severidad “Susceptible”, color de panoja “verde”, pericarpio de color “café”, color de episperma “blanco”, hábito de crecimiento “Ramificación, distinción de panoja”, contiene quinuas amargas.

10.4. Selección de accesiones

Tabla 73. Selección de accesiones de acuerdo a la ponderación

	Germinación (%)	Floración (días)	Cosecha (días)	Altura (cm)	Rendimiento (g)	Acame	Plantas caídas	Incidenca de Mildiu	Severidad de Mildiu	Color panoja	Pericarpio	Episperma	Hábito de crecimiento	Contenido de saponinas	TOTAL
EC U-329	Buena (90–100%) (3)	86 (2)	167 (2)	170 (3)	267 (3)	Bajo (3)	Bajo (3)	Bajo (3)	Bajo (3)	Verde	Café	Blanco	2(Ramificación, distingue la panoja).	Amar gas (2)	27
EC U-353	Buena (90–100%) (3)	84 (2)	174 (2)	171 (3)	238 (3)	Muy bajo (3)	Muy bajo (3)	Bajo (3)	Tolerante (3)	Púrpura	Café-rojo	Blanco	2(Ramificación, distingue la panoja).	Amar gas (2)	27
EC U-357	Regular (70–80%) (1)	81 (2)	166 (3)	119 (2)	213 (3)	Bajo (3)	Bajo (3)	Bajo (3)	Tolerante (3)	Verde	Crema	Blanco	2(Ramificación, distingue la panoja).	Amar gas (2)	25
EC U-226	Regular (70–80%) (1)	90 (2)	187 (2)	154 (2)	175 (2)	Moderado (2)	Bajo (3)	Moderada (3)	Susceptible (2)	Verde	Crema	Blanco	2(Ramificación, pero se distingue la panoja).	Amar gas (2)	21

En la tabla 73, se observan 4 accesiones, de las cuales la accesión ECU-329 es considerada la mejor, debido a que, presenta una buena germinación (90-100%), en base a días de fase de grano hasta cosecha (86-167 días) se considera tardía, altura de 170 cm, se considera “Alta”, rendimiento 267g, bajo acame, bajo porcentaje de plantas caídas, baja incidencia y severidad de Mildiu, color de panoja verde, color de pericarpio café, color de episperma blanco, hábito de crecimiento “Ramificación y se distingue la panoja” y son amargas, obteniendo un valor de 27 lo que significa “Óptimo”.

Seguido de la accesión ECU-353 considerada la mejor, debido a que, presenta una buena germinación (90-100%), en base a días de fase de grano hasta cosecha (84-174 días) se considera tardía, altura de 171 cm, se considera “alta”, rendimiento 238g, bajo acame, bajo porcentaje de plantas caídas, baja incidencia y severidad de Mildiu, color de panoja púrpura, color de pericarpio café-rojo, color de episperma blanco, hábito de crecimiento “Ramificación y se distingue la panoja” y son amargas, obteniendo un valor 27 lo que significa una accesión “Óptimo”, de acuerdo a (Gómez. L, 2021).

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Ambientalmente la ejecución del proyecto contribuirá significativamente a la conservación de la diversidad genética de la quinua, lo cual es clave en un contexto de cambio climático y degradación de ecosistemas agrícolas. La caracterización agronómica permitirá seleccionar materiales que se adapten mejor a condiciones de estrés ambiental, como sequías, suelos pobres o temperaturas extremas. Esto puede reducir la dependencia de agroquímicos y fertilizantes, disminuyendo el impacto ambiental de la producción agrícola. El uso de genotipos resistentes también ayuda a controlar enfermedades de manera más natural, sin recurrir al uso excesivo de pesticidas. Al valorarse accesiones locales, se impulsa el uso de semillas que evolucionaron con los ecosistemas andinos, promoviendo una agricultura más armónica con la naturaleza.

12. CONCLUSIONES

- De acuerdo a las características agronómicas y morfológicas de las 90 accesiones, estas se distribuyen en cinco grupos, siendo el Grupo 1. Representado por 18 accesiones: ECU-226, ECU-249, ECU-254, ECU-293, ECU-294, ECU-324, ECU-326, ECU-329, ECU-330, ECU-334, ECU-337, ECU-341, ECU-343, ECU-344, ECU-348, ECU-353, ECU-357, ECU-361. Presentan un “buen (90-100%)” porcentaje germinación, días a etapas de grano y cosecha (67-195) se considera tardía, altura de planta (86-171cm) se considera alta, rendimiento (71-213g) considerablemente bueno, presenta “nulo (0%)” acame y plantas caídas, incidencia “baja (6-15%)” y severidad “tolerante”, color de panoja “verde”, pericarpio de color “café”, color de episperma “crema”, hábito de crecimiento “Ramificación, distinción de panoja”, contiene quinuas amargas. Se consideran las mejores accesiones.
- En referencia al rendimiento en gramos de las 90 accesiones, distribuidas en cinco grupos, el Grupo 1. Presenta un rendimiento promedio de (213g) muestra mejor rendimiento promedio. Grupo 2. Presenta un rendimiento promedio de (173g). Grupo 3. Presenta un rendimiento promedio de (160g), Grupo 4. Presenta un rendimiento promedio de (168g) y el Grupo 5. Presenta un rendimiento promedio de (145g).
- Sobre las mejores accesiones son el grupo uno demuestra mejores valores en las variables, en el cual destacan las siguientes accesiones: ECU-329, presenta una altura de 170 cm lo que se considera alta, rendimiento 213g, acame y plantas caídas nivel “bajo”, días a las etapas de grano hasta cosecha (167) tardía, pero su cosecha dentro del rango óptimo, niveles bajos de incidencia y severidad de Mildiu, quinuas amargas. ECU-353, presenta una altura de 171cm, tiene una altura buena, rendimiento moderado de 238g, acame y plantas caídas nivel “bajo”, días a las etapas de grano hasta la cosecha (174 días) tardía, pero se cosecha dentro del rango óptimo, niveles bajos de incidencia y severidad de Mildiu, contiene quinuas amargas.

13.1 RECOMENDACIONES

- Se recomienda sembrar las accesiones: ECU-329 y ECU-353, debido a su óptimo rendimiento y sanidad. Por otro lado, crear programas de fitomejoramiento con estas accesiones para poder evaluar más variables y a la larga obtener una nueva variedad.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera. C. (2018). Libro blanco de los recursos fitogenéticos con riesgo de erosión genética de interés para la agricultura y la alimentación en Andalucía. <https://portalrediam.cica.es/geonetwork/static/api/records/73b8625d-9e7f-4cbe-a3f7-267bfe25ae06>
- Alanoca. C. (2016). Diversidad morfológica, fenológica y calidad de semilla en Eco-tipos de quinua, conservadas en comunidad Irpani Altiplano sur. Cochabamba, Bolivia. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000200010
- Alulema. V. (2016). Caracterización morfológica, agronómica y molecular de la colección nacional de yuca "Manihot esculanta" del INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/simple-search?query=quinua>
- Araujo. A. (2019). Historia y origen de la quinua o quinoa. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Balzarini. M, Gonzalez. L, Tablada. M, & Casanoves. F. (2018). Infostat: Manual de usuario. <https://www.researchgate.net/publication/283491340>
- Bauman. B. (2018). Niveles nutricionales y densidad de siembra en el rendimiento de quinua (Chenopodium Quinoa Willd) VAR. la Molina 89, en riego por goteo". <https://www.scielo.org/>
- Bazile, D. (2016). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2016. <https://www.scielo.org/>
- Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Verniau, A. (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 7). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>
- Beltrán R. (2019). Manual técnico del cultivo de quinua "Chenopodium quinoa" orgánica. <https://repositorio.uta.edu.ec/home>
- Bioversity International et al. (2013). Descriptors for quinoa and wild relatives. <https://cgspace.cgiar.org/items/bf5a4614-a818-482f-8d18-52b835ebb909>

- Bonifacio. A. (2018). Evaluación de las variables agronómicas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y calidad de grano con aplicación de niveles de estiércol ovino y urea. 5, 37–46. <https://repositorio.utc.edu.ec/>
- Borja. M. (2021). Caracterización agronómica y morfológica de nueve accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), en las localidades de Laguacoto y Jatunpamba en el cantón Guaranda provincia Bolívar. <https://dspace.ueb.edu.ec/items/d09c9291-6e9a-48c7-9732-35e42b7e6718>
- Caiza. A. (2024). Comportamiento agronómico de avena (*Avena sativa* L.) Variedades INIAP - fortaleza 2020 e INIAP-82. Retos (Ecuador), 14(27), 9–20. <https://doi.org/10.17163/ret.n27.2024.01>
- Campbell, C. L., & Neher, D. A. (2019). Estimación de la gravedad e incidencia de la enfermedad. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157592900066>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022a). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 13, Issue 3, pp. 209–220). Universidad Nacional de Trujillo. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022b). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y compuestos bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y la germinación. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 13, Issue 3, pp. 209–220). Universidad Nacional de Trujillo. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Castro. C. (2017). Manual de evaluación para enfermedades de cultivos agrícolas. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157592900066>
- Castro. L. (2018). Análisis Cluster como técnica de análisis exploratorio de registros múltiples. <https://redalyc.org/>
- Chimaico. R. (2023). Contenido de saponinas en germinado de semillas de variedades de quinua “*Chenopodium quinoa*”. <https://www.mdpi.com/>

- Cisnero. V. (2020). Importancia de bancos de germoplasma de semillas. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157592900066>
- Cruces. M. (2016). Quinoa manejo integrado de plagas. <https://openknowledge.fao.org/items/739d795c-d69b-41dc-bd5a-9584098b2834>
- Danial. D. (2017). Agro-diversidad y producción de semilla con el sector informal a través del mejoramiento participativo en la zona andina. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Duchitanga. S. (2017). Evaluación del rendimiento y rentabilidad de quinoa *Chenopodium quinoa* Willd con la utilización de abonos agroecológicos en la parroquia Tarqui (Sur del Ecuador). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157592900066>
- Ehrhart, Julie. (2024). Libro de la quinoa “*Chenopodium quinoa*” 2024. Assn Of Amer Colleges.
- Endara. I. (2020). Mínimos Cuadrados Generalizados. <https://ocw.ehu.es/file.php/23/MCG.pdf>
- Escobar. E. (2022). “Resistencia de 88 accesiones de quinoa (*Chenopodium Quinoa*), a Mildiu (*Peronospora Variabilis*), en invernadero y en campo, en Cutuglagua, estación experimental Santa Catalina.” <https://repositorio.uta.edu.ec/items/c13ecc50-c530-4897-8e74-ffeb714549ff>
- Escudero, C. L., Liliana, S., & Cortez Suárez, A. (2020). Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157592900066>
- FAO. (2016). Manejo agronómico del cultivo de quinoa “*Chenopodium quinoa*” en el departamento de Nariño. <https://www.fao.org/publications/es>
- FAO. (2020). Directrices para la caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/publications/es>
- Gandarillas. E. (2015). Evaluación fenológica de accesiones de quinoa en el altiplano boliviano. Assn Of Amer Colleges. <https://www.mdpi.com/>

- Gavilanes. C. (2023). “Caracterización agro socio económica de los productores de quinua (*Chenopodium Quinoa*) involucrados en el proyecto Fiasa-Iniap, semillas andinas en las provincias de, Cañar y Chimborazo. 22 -23.” <http://scielo.senescyt.gob.ec/>
- Gómez. L. (2016). Mapa de aptitud climática: Quinoa ficha técnica agroclimática. <http://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Gómez. L. (2021). Guía de cultivo de la quinua “*Chenopodium quinoa*.” www.fao.org/publications/es
- Gómez. L, A. E. (2019). Guía de cultivo de la quinua. www.fao.org/publications/es
- González. O. (2020). Impacto del riego suplementario localizado sobre la producción de la Quinoa Altiplánica en la localidad de Ancovinto, comuna de Colchane. Región de Tarapacá.
- Kozioł' Latinreco, M. J. (1992). Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In *Journal of Food Composition and Analysis* (Vol. 5). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0889157592900066>
- Lema. D. (2020). Congreso internacional sobre cultivos andinos. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- León. P. (2020). Morfológica y componentes de rendimiento de cien accesiones de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd.). <http://scielo.senescyt.gob.ec/>
- Lietz. G. (2021). Composición fenólica, antioxidante aparente y nutricional de las semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *International Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3245–3254. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14962>
- Mazón. N. (2019). Catálogo del banco de germoplasma de quinua “*Chenopodium quinoa*” de INIAP-Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2810>
- Mestanza Uquillas, C., Zambrano Calderón, K., Pinargote Alava, J., Veliz Zamora, D., Vásconez Montufar, G., Fernández-García, N., & Olmos, E. (2019). Evaluación agronómica de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones agroclimáticas en la zona de Mocache. *Ciencia y Tecnología*, 12(1), 19–30. <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i1.316>

- Minga. D. (2022). “Evaluación comparativa de la calidad fisiológica de la semilla de amaranto y quinua en condiciones de laboratorio.” Christian International; Destiny Image. <http://scielo.senescyt.gob.ec/>
- Molina. M. (2022). Prueba de la t de Student para muestras independientes. In REV ELECT ANESTESIA (Vol. 14, Issue 8). https://www.researchgate.net/publication/363323188_Paso_a_paso_Prueba_de_la_t_de_Student_para_muestras_independientesStep_by_step_Student's_t_test_for_independent_samples
- Moreira. M. (2021). Variables cuantitativas. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157592900066>
- Murillo. A. (2019). Caracterización de accesiones de germoplasma del banco de germoplasma del INIAP en Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Murillo. A. (2023a). Fitografía de la quinua “Chenopodium quinoa.” www.iniap.gob.ec
- Murillo. A, Vega. L. Peralta. E. Mazón. N. (2023b). Manual de cultivo No. 130 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. www.iniap.gob.ec
- Nieto. C. (2018). Producción y procesamiento de Quinua en Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2876>
- Núñez. C. (2019). Análisis de varianza no paramétrica: un punto de vista a favor para utilizarla. Acta Agrícola y Pecuaria, 4(3). <https://doi.org/10.30973/aap/2018.4.3/1>
- Onofre. X. (2021). Evaluación de las características fenológicas y agronómicas de la quinua silvestre (*Chenopodium quinoa* spp.) del Altiplano Boliviano. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 8(3), 7–20. <https://doi.org/10.53287/ocjv1418fh24q>
- Parra. M. (2018). La quinua “Chenopodium quinoa” en los sistemas de producción agraria. Produccion y Limpia, 13(1), 112–119. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n1a6>

- Paz, L. (2017). "caracterización morfológica del germoplasma de zapallo (Cucúrbita máxima) En la provincia Murillo del departamento de. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0889157592900066>
- Peralta. E. (2019). Curso de quinua "Chenopodium quinoa" Estación experimental "Santa Catalina." <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Pinto. V. (2017). Analysis of genetic variability of quinoa (Chenopodium quinoa Analysis of genetic variability of quinoa (Chenopodium quinoa Wild.) germ plasm around Lake Titicaca Wild.) germ plasm around Lake Titicaca BYU ScholarsArchive Citation BYU ScholarsArchive Citation. <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5421>
- Pizo-Ossa, M. A., Montes-Rojas, C., Aguilera-Arango, G. A., Ramos-Villafañe, Y. P., López-Hoyos, J. L., & Morillo-Coronado, Y. (2024). Evaluation of the phenological cycle and morphological characterization of quinoa genotypes (Chenopodium quinoa Willd.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(2). <https://doi.org/10.56369/tsaes.5397>
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales. www.iniap.gob.ec
- Pozo. S. (2021). "Estudio socioeconómico del área de influencia de la estación meteorológica convencional (ceasa- utc) de la provincia de Cotopaxi en el periodo 2020- 2021." <https://www.mdpi.com/>
- Ramos. B. (2024). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas, térmicas y reológicas de 3 variedades Chenopodium quinoa willd de Andahuaylas. <https://www.mdpi.com/>
- Riesco, J. G. (2020). Medidas de resumen. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0889157592900066>
- Rodríguez. L. (2019). Catálogo ecuatoriano de especies silvestres relacionada al maíz, quinua, amaranto y fréjol. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Romero. C. (2020). Quinoa "Chenopodium quinoa"origen y estacionalidad. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0889157592900066>

- Romero. M. (2019). La Prueba Chicuadrado O Jicuadrado (X2). <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7822>
- Salcedo. S. (2018). La quinua “Chenopodium quinoa” en Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Souri Laki, E., Rabiei, B., Jokarfard, V., Shahbazi Miyangaskari, M., Marashi, H., & Börner, A. (2026). Evaluación de interacciones genotipo × ambiente en genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Agriculture (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture15050515>
- Stanschewski. C, Rey, E., & Fi. (2021). Quinoa phenotyping methodologies: An international consensus. In *Plants* (Vol. 10, Issue 9). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/plants10091759>
- Suquilanda. M. (2019). Cultivos andinos del Ecuador. [www.fao.org › mountain_partnership › docs](http://www.fao.org/mountain_partnership/docs).
- Tomalo. L. (2017). “Evaluación de las tres especies de granos andinos (chocho, quinua y amaranto), con el polímero newgel, hidratado y sin hidratar, en pilonera salache. Latacunga. cotopaxi 2017.” <https://repositorio.utc.edu.ec/>
- Vargas. P. (2021). Estadística distribución de frecuencias y representación gráfica. dspace.uce.edu.ec/collections/3b549505-ad5b-4ff7-8a2c-15c0951b62aa
- Veas. E. (2020). Cultivo ancestral como una alternativa eficiente para la adaptación de la agricultura al cambio climático. MANUAL DEL CULTIVO DE LA QUINOA. <http://scielo.senescyt.gob.ec/>
- Velásquez. J. (2021). Informe Anual Producción de Semillas 2021 final. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Vicuña. J. (2018). Tercer congreso internacional de cultivos andinos. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>
- Woodman. J. (2019). Using mixed methods in health research. *JRSM Short Reports*, 4(6), 204253331347919. <https://doi.org/10.1177/2042533313479>

