UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

TEMA:

VALORACIÓN AGROMORFOLÓGICA Y EFICIENCIA PRODUCTIVA DE 12 ACCESIONES DE QUINUA *(Chenopodium quinoa* W.*)*

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autoras:

Daysi Janneth Chileno Cunchi

Alison Scarleth Quinchiguango Coyaguillo

Tutor:

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

Guaranda – Ecuador

2025

VALORACIÓN AGROMORFOLÓGICA Y EFICIENCIA PRODUCTIVA DE 12 ACCESIONES DE QUINUA *(Chenopodium quinoa* W.*)*

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. David Rodrigo Silva García. Mg

TUTOR

Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez Msc

DOCENTE LECTOR

Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma Ph D.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Daysi Janneth Chileno Cunchi con C.I 1754947479 y Alison Scarleth Quinchiguango Coyaguillo con C.I 1755613146 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

Daysi Janneth Chileno Cunchi

C.I. 1754947479

AUTORA

Alison Scarleth Quinchiguango Coyaguillo

C.I. 1755613146

AUTORA

Ing. David Rodrigo Silva García. Mg

C.I. 0201600327

TUTOR

rio...

N° ESCRITURA 20250201003P02737

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: **CHILENO CUNCHI DAYSI JANNETH, y,**

QUINCHIGUANGO COYAGUILLO ALISON SCARLETH

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006- 000008539

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veinte de Octubre del dos mil veinticinco, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen **CHILENO CUNCHI DAYSI JANNETH**, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la ciudadela Coloma Román Sur de la parroquia Veintimilla, cantón Guaranda provincia Bolívar, con celular número (0986258814), su correo electrónico es daychileno@mailes.ueb.edu.es, y, **QUINCHIGUANGO COYAGUILLO ALISON SCARLETH**, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la ciudadela Coloma Román Sur de la parroquia Veintimilla, cantón Guaranda provincia Bolívar, con celular número (0992036900), su correo electrónico es aquinchiguango@mailes.ueb.edu.ec, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; y en cumplimiento de la Ley Notarial, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (**LOPDP**) y su Reglamento General (**RLOPDP**), los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por el compareciente al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposaran además en los libros de la Notaria Tercera del cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, con el tema: **"VALORACIÓN AGROMORFOLÓGICA Y EFICIENCIA PRODUCTIVA DE 12 ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.)"**, Es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, previo a la obtención del título de ingenieras agrónomas otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

CHILENO CUNCHI DAYSI JANNETH

C.C. 1754947479

QUINCHIGUANGO COYAGUILLO ALISON SCARLETH

C.C 1755613146

MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
Notario Tercero
del Cantón Guaranda

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

EL NOTA....

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

0% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
205 caracteres sospechosos en N.° de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Texto oculto
442 caracteres sospechosos en N.° de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

.....

Revisado por
Ing. David Rodrigo Silva García.Mg
Tutor



Revisado por
Ing. David Rodrigo Silva García.Mg
Tutor

Daysi Janneth Chileno Cunchi Alison Scarleth Quinc...

Chileno_Quinchiguango_Tesis_Quinua_2025.pdf

David Silva

David Silva

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:513855520

Fecha de entrega
16 oct 2025, 3:36 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
16 oct 2025, 3:53 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
Chileno_Quinchiguango_Tesis_Quinua_2025.pdf

Tamaño del archivo
3.2 MB

105 páginas

21.447 palabras

107.573 caracteres

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, fuente de vida, de fortaleza y de esperanza. A Él, que ha guiado mis pasos en cada momento de duda y me ha levantado cuando el camino parecía imposible. Gracias por darme la oportunidad de soñar y la fuerza para seguir adelante.

A mis amados padres, Enrique Chileno y Gloria Cunchi, quienes son el corazón y la razón de todo lo que soy. A mi padre, por enseñarme que la perseverancia, la honestidad y la dedicación son las mejores herramientas para enfrentar cualquier adversidad. A mi madre, por su ternura infinita, por ser la voz que calma mis temores y el abrazo que siempre me recuerda que tengo un lugar al cual volver. De ustedes aprendí que los sacrificios más grandes se hacen por amor, por ello este logro se los dedico con mucho amor y cariño.

A mis hermanas, mis cómplices de vida, con quienes comparto risas, secretos, desvelos y también lágrimas. Gracias por estar siempre a mi lado, por animarme en mis momentos más débiles y por recordarme que la unión familiar es un tesoro irremplazable.

A mis siete estrellas, quienes se convirtieron en un motor en mi vida. Gracias por enseñarme, a través de su música, que los sueños se alcanzan con esfuerzo, que rendirse nunca es una opción y que cada noche oscura guarda una nueva oportunidad de brillar. Como dijo RM: “He llegado a amarme a mí mismo por lo que soy, por lo que fui y por quien espero llegar a convertirme. “Estas palabras me inspiran a seguir brillando, soñando y sonriendo, incluso en medio de la oscuridad.

A mí misma, por no rendirme, por enfrentar las dudas y vencer los temores; este proyecto es el reflejo de mi esfuerzo y constancia, una prueba de que cada caída puede transformarse en impulso y que cada obstáculo es, en realidad, un aprendizaje, y me ha enseñado que el dolor y el fracaso no son lo opuesto al éxito, sino parte de él, y que la única forma de alcanzar los sueños es seguir creyendo en ellos y trabajando por lograrlos.

Nunca dejes de brillar, soñar y sonreír. Daysi Janneth Chileno Cunchi

DEDICATORIA

Deseo dedicar este proyecto de investigación a Dios por brindarme sabiduría en mi formación académica. A ti, te estoy infinitamente agradecida por que tu verdad siempre me cuido todo el tiempo que pase lejos de mi familia y por ser mi maestro en esta búsqueda de conocimientos.

A mis queridos padres, Luis Quinchiguango y Zoila Coyaguillo, dedico este proyecto de investigación, como una prueba de su amor incondicional y apoyo. Gracias por todos sus consejos, sacrificios y por creer ciegamente en mí. Este logro se los dedico con mucho amor.

A mí misma, me dedico este proyecto de investigación como reflejo de mi dedicación, esfuerzo, logre demostrarme lo capaz que puede ser en este proceso, siendo capaz de superar desafíos para alcanzar mis metas. Que este logro sea mi estímulo para continuar persiguiendo mis metas con mis objetivos claros a donde anhelo llegar.

Alison Scarleth Quinchiguango Coyaguillo.

AGRADECIMIENTO

Nosotras, Daysi Chileno Cunchi y Scarleth Quinchiguango Coyaguillo, presentamos nuestros agradecimientos a la institución y personas que hicieron posible el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

A la Universidad Estatal de Bolívar, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por abrirnos las puertas al conocimiento, por brindarnos las herramientas necesarias para nuestra formación y por permitirnos crecer no solo como profesionales, sino también como personas. Gracias por las experiencias compartidas, por los desafíos que nos impulsaron a dar lo mejor de nosotras y por las amistades que se convirtieron en una segunda familia.

A nuestros docentes, quienes durante cinco años compartieron con generosidad sus conocimientos y nos guiaron con paciencia y exigencia en el camino académico. De manera especial, al Ing. Washington Donato, Ing. Klever Espinoza, Ing. Marcelo Rojas, Ing. Carlos Taco e Ing. Sonia Fierro, quienes fueron mentores en nuestro proceso de aprendizaje y formación como profesionales de calidad. Extendemos también nuestro agradecimiento al Ing. Nervo Armijo y a la Ing. Rocío Curichumni, por la ayuda brindada en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación

De manera muy especial, expresamos nuestra gratitud al programa de semillas y a nuestro tutor, Ing. David Silva, por guiarnos con paciencia y sabiduría en cada etapa del proyecto. Gracias por su confianza, por orientarnos con dedicación y por las correcciones y observaciones que enriquecieron este trabajo, permitiendo que nuestra investigación alcance sus objetivos y se convierta en un logro significativo en nuestra formación profesional.

Daysi & Alison

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO		Pág
CAPÍTULO I		
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PROBLEMA	3
1.3.	OBJETIVOS	4
1.3.1.	Objetivo General	4
1.3.2.	Objetivos Específicos	4
1.4.	HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II		6
2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	Origen	6
2.2.	Clasificación taxonómica	6
2.3.	Descripción Botánica	6
2.3.1.	La planta	6
2.3.2.	Raíz	7
2.3.3.	Tallo	7
2.3.4.	Hojas	7
2.3.5.	Flores	7
2.3.6.	Inflorescencia	8
2.3.7.	Fruto	8
2.3.8.	Semilla	8
2.4.	Fenología	8
2.4.1.	Germinación	8
2.4.2.	Desarrollo vegetativo	9
2.4.3.	Ramificación	9
2.4.4.	Desarrollo del Botón floral	9
2.4.5.	Desarrollo de la inflorescencia	9
2.4.6.	Floración	10
2.4.7.	Antesis	10
2.4.8.	Fruto grano lechoso	10

2.4.9. Fruto grano masoso 10
2.4.10. Madurez del grano y senescencia 11
2.5. Mejoramiento genético en quinua 11
2.5.1. Selección 11
2.5.2. Hibridación 11
2.6. Requerimientos edafoclimáticos 12
2.6.1. Suelo 12
2.6.2. Precipitación 12
2.6.3. Temperatura 12
2.6.4. pH 13
2.6.5. Fotoperíodo 13
2.6.6. Radiación 13
2.7. Manejo agronómico 13
2.7.1. Preparación del suelo 13
2.7.2. Trazada de surcos 14
2.7.3. Siembra 14
2.7.4. Riego 14
2.7.5. Raleo 15
2.7.6. Aporque 15
2.7.7. Fertilización 15
2.8. Plagas 15
2.8.1. Gusanos cortadores, trozadores o tierreros (*Agrotis* sp.) 16
2.8.2. Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) 16
2.8.3. Polilla de la panoja (*Eurysacca melanocampta*) 16
2.8.4. Pulgones (*Hayhurstia atriplicis*) 17
2.8.5. Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza braziliensis*) 17
2.8.6. Aves graníferas 18
2.9. Enfermedades 18
2.9.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*) 18
2.9.2. Cercospora (*Cercospora chenopodii*) 19
2.9.3. Moho Verde (*Peronospora variabilis*) 19

2.9.4. Ojo de gallo (*Cercospora chenopodii*) 19
2.9.5. Manchas foliares (*Ascochyta hylospora*) 19
2.9.6. Podredumbre marrón del tallo (*Phoma Exigua* Var. Foveata) 20
2.10. Cosecha y Postcosecha 21
2.10.1. Siega 21
2.10.2. Emparve o formación de arcos 22
2.10.3. Trilla 22
2.10.4. Venteo y limpieza 22
2.10.5. Secado 22
2.10.6. Desaponificación 22
2.10.7. Almacenamiento 24
CAPÍTULO III
3. MARCO METODOLÓGICO 25
3.1. Ubicación de la investigación 25
3.2. Metodología 26
3.2.1. Material en estudio 26
3.2.2. Factores en estudio 26
3.2.3. Tratamientos 26
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 26
3.2.5. Manejo de la investigación 26
3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados 27
3.2.7. Análisis de datos 30
CAPÍTULO IV 33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
4.1. Porcentaje de emergencia (PE) 33
4.2. Número de plantas por metro lineal (NPP) 35
4.3. Días a la cosecha (DC) 37
4.4. Severidad de ataque de mildiu (SAM) 39
4.5. Altura de planta (AP) 41
4.6. Longitud de panoja (LP) 43
4.7. Diámetro de la panoja (DP) 45
4.8. Porcentaje de acame de raíz (PAR) 47

4.9. Porcentaje de acame de tallo (PAT) 49
4.10. Peso de 1000 granos (PMG) 51
4.11. Contenido de saponina (CS) 52
4.12. Color de la panoja (CP) 54
4.13. Color del grano (CG) 56
4.14. Tamaño del grano (TG) 57
4.15. Peso por parcela (PP) 59
4.16. Rendimiento en kg/ha 61
4.17. Análisis de correlación y regresión lineal 63
4.18. Comprobación de hipótesis 65
CAPÍTULO V 66
5.1. CONCLUSIONES 66
5.2. RECOMENDACIONES 67
BIBLIOGRAFÍA 68
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Nº.	Detalle	Pag
1	Resultados de análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE)	33
2	Resultados de análisis de varianza en el número de plantas por metro lineal (NPP)	35
3	Resultados de análisis de varianza en días a la cosecha (DC)	37
4	Resultados de análisis de varianza en severidad de ataque de mildiu (SAM)	39
5	Resultados de análisis de varianza en altura de planta (AP)	41
6	Resultados de análisis de varianza en longitud de panoja (LP)	43
7	Resultados de análisis de varianza en diámetro de la panoja (DP)	45
8	Resultados de análisis de varianza en porcentaje de acame de raíz (PAR)	47
9	Resultados de análisis de varianza en porcentaje de acame de tallo (PAT)	49
10	Resultados de análisis de varianza en peso de 1000 granos (PMG)	51
11	Resultados de análisis de varianza en contenido de saponina (CS)	52
12	Resultados de análisis de varianza en tamaño de grano (TG)	57
13	Resultados de análisis de varianza en peso por parcela (PP)	59
14	Resultados de análisis de varianza en rendimiento en kg/ha	61
15	Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el rendimiento kg/ha (variable dependendiente Y)	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº.	Detalle	Pag
1	Resultados estadísticos para el porcentaje de emergencia (PE)	33
2	Resultados estadísticos para el número de plantas por metro lineal (NPP)	35
3	Resultados estadísticos para el días a la cosecha (DC)	37
4	Resultados estadísticos para la severidad de ataque de mildiu (SAM)	39
5	Resultados estadísticos para la altura de planta (AP)	41
6	Resultados estadísticos para la longitud de panoja (LP)	43
7	Resultados estadísticos para la diámetro de la panoja (DP)	45
8	Resultados estadísticos para el porcentaje de acame de raíz (PAR)	47
9	Resultados estadísticos para el porcentaje de acame de tallo (PAT)	49
10	Resultados estadísticos para el peso de 1000 granos (PMG)	51
11	Resultados estadísticos para el contenido de saponina (CS)	53
12	Valores promedios del color de la panoja (CP)	54
13	Valores promedios del color del grano (CG)	56
14	Resultados estadísticos para el tamaño del grano (TG)	57
15	Resultados estadísticos para el peso por parcela (PP)	59
16	Resultados estadísticos para el rendimiento en kg/ha	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos
4	Manejo del cultivo
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El presente estudio, titulado "Valoración agromorfológica y eficiencia productiva de 12 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.)", se desarrolló en Laguacoto III, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia de Bolívar, con el propósito de identificar materiales con mayor adaptabilidad y potencial de rendimiento en condiciones locales. El cultivo de quinua en Ecuador enfrenta limitaciones de productividad debido al uso de variedades tradicionales poco adaptadas, altos costos de producción y limitada inserción en mercados competitivos. Los objetivos planteados fueron: caracterizar los factores agromorfológicos del cultivo de quinua; evaluar la respuesta productiva de 12 accesiones introducidas; y generar una base de datos del tercer periodo de evaluación de los materiales en estudio. La investigación se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Se evaluaron variables como porcentaje de emergencia, altura de planta, longitud y diámetro de panoja, peso de 1000 granos, contenido de saponina y rendimiento (kg/ha). Los principales resultados se evidenció una variabilidad significativa entre las accesiones evaluadas en los factores agromorfológicos. La accesión ECU 6717 (T11) registró el mayor porcentaje de emergencia con 100%, seguida de INIAP Tunkahuan (T10) con 96.67% y Quinua negra (T7) con 93.33%, lo que refleja un vigor inicial superior. El rendimiento en grano fue una de las variables más determinantes, evidenciando diferencias estadísticas entre las accesiones. La accesión INIAP Tunkahuan (T10) alcanzó el mayor con 2196.7 kg/ha. Por el contrario, accesiones como UEB Quinua crema (T8) y Puno pasankallo (T5) se ubicaron por debajo del promedio, con rendimientos inferiores a 800 kg/ha. En el peso de 1000 granos, las accesiones con mejores valores fueron Titicaca tallo amarillo (T2) con 5.66 g y CQ 407 Pasankallo (T6), Quinua negra (T7), INIAP Tunkahuan (T10) y Q1 – (KL – 21) (T12) con 3.67 g. Se consolidó una base de datos completa de las 12 accesiones de quinua, integrando información de los factores agromorfológicos y de rendimiento (kg/ha). Se concluye que la respuesta agromorfológica y productiva de la quinua depende de la accesión cultivada, siendo ECU 6717, INIAP Tunkahuan y Quinua negra las más promisorias para mejorar la productividad y la sostenibilidad del cultivo en la zona de estudio.

Palabras clave: quinua, accesiones, rendimiento, agromorfología, Ecuador.

SUMMARY

This study, entitled "Agromorphological assessment and productive efficiency of 12 quinoa accessions (Chenopodium quinoa Willd.)," was conducted in Laguacoto III, Veintimilla parish, Guaranda canton, Bolívar province, with the aim of identifying materials with greater adaptability and yield potential under local conditions. Quinoa cultivation in Ecuador faces productivity limitations due to the use of poorly adapted traditional varieties, high production costs, and limited insertion into competitive markets. The objectives were to characterize the agromorphological factors of quinoa cultivation; evaluate the productive response of 12 introduced accessions; and generate a database for the third evaluation period of the materials under study. The research was conducted under a completely randomized block design (CRBD) with three replicates. Variables such as emergence percentage, plant height, panicle length and diameter, 1000-grain weight, saponin content, and yield (kg/ha) were evaluated. The main results showed significant variability among the accessions evaluated in terms of agromorphological factors. Accession ECU 6717 (T11) recorded the highest emergence rate at 100%, followed by INIAP Tunkahuan (T10) at 96.67% and Black Quinoa (T7) at 93.33%, reflecting superior initial vigor. Grain yield was one of the most decisive variables, showing statistical differences between accessions. The INIAP Tunkahuan (T10) accession achieved the highest yield with 2196.7 kg/ha. In contrast, accessions such as UEB Quinua crema (T8) and Puno pasankallo (T5) were below average, with yields of less than 800 kg/ha. In terms of 1000-grain weight, the accessions with the best values were Titicaca tallo amarillo (T2) with 5.66 g and CQ 407 Pasankallo (T6), Quinua negra (T7), INIAP Tunkahuan (T10) and Q1 – (KL – 21) (T12) with 3.67 g. A complete database of the 12 quinoa accessions was consolidated, integrating information on agromorphological factors and yield (kg/ha). It was concluded that the agromorphological and productive response of quinoa depends on the accession cultivated, with ECU 6717, INIAP Tunkahuan, and Black quinoa being the most promising for improving the productivity and sustainability of the crop in the study area.

Keywords: quinoa, accessions, yield, agromorphology, Ecuador.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta andina que se originó en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia. Fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles. (Mujica, 2022)

Durante la última década la producción de quinua se ha expandido rápidamente fuera de la región Andina. Perú y Bolivia son los mayores productores de quinua en el mundo, con 100 115 y 70 170 t en el año 2020, respectivamente; mientras que Ecuador registra una producción de 4 903 t (Murillo et al., 2023).

Según estudios anteriores el 40% de las aproximadamente 4 500 t de quinua que se producen en el país provienen de los agricultores familiares campesinos, principalmente de las provincias en Bolívar, Cotopaxi, Loja, Pichincha y Azuay, donde existen 2 089 productores que siembran el producto en 2 957 ha. En el año 2022, el cultivo de quinua generó alrededor de 836 ha de superficie cosechada, distribuidas en Cotopaxi 317 ha y Chimborazo 519 ha, las cuales producen aproximadamente 1 124 t anuales. (MAG, 2022).

La quinua se considera la base de la alimentación de los pueblos andinos y también era empleada en la medicina, con la llegada de los españoles la quinua tuvo un importante desarrollo tecnológico y con ello una vasta distribución en el territorio Inca y fuera de él. Actualmente el grano de quinua presenta un alto contenido nutricional y es cultivado en Perú, Bolivia, Ecuador, Chile, entre otros; siendo Perú y Bolivia los principales productores y exportadores de quinua. (Escobar, 2022)

La quinua es reconocida a nivel mundial por su alto valor nutricional y porque, en la gran mayoría de sus variedades, no contiene gluten, por lo que es una buena alternativa para gente con problemas de intolerancia a este producto. Tiene un excepcional balance de proteínas, grasa, aceite y almidón. El promedio de proteínas

en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23%, más del doble que cualquier otro cereal. (Foods, 2021)

En el Ecuador el cultivo de la quinua tiene un espacio productivo amplio pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, sembrándose por la mayoría de los agricultores de manera tradicional con sus prácticas ancestrales especialmente en hileras, como complemento al huerto familiar y en asocio con cultivos como el maíz, papa, habas, oca, mellocos. (López, 2022)

Este grano andino es un pilar fundamental de la seguridad alimentaria en la serranía ecuatoriana por su alto contenido nutricional, lo que garantiza una nutrición adecuada en la población por ello el gobierno ha impulsado la siembra de este rubro. (Ilbay, 2020)

1.2. PROBLEMA

La baja productividad del cultivo de quinua, en la zona agroecológica en estudio se debe a la ausencia de variedades adecuadas y a la limitada adaptación de las accesiones disponibles a las condiciones específicas del entorno.

Ecuador cuenta con un amplio espacio productivo debido a que posee características geográficas y climáticas óptimas para el desarrollo del cultivo, sin embargo, la quinua es cultivada de manera tradicional por la mayoría de agricultores. Actualmente el decrecimiento en la productividad de quinua representa un escenario negativo debido a la falta de tecnología, los altos costos de producción y competitividad inequitativa con países con mayor tecnología en el manejo del cultivo.

Al no existir procesos de mejoramiento genético continuo de este rubro, una alternativa viable es la inserción y validación de germoplasma extra territorial, que permita generar nuevos materiales vegetales con características resilientes para adaptarse a las condiciones específicas de nuestros agroecosistemas y entender de mejor manera los desafíos del cambio climático y el nuevo entorno global.

El desconocimiento de los agricultores sobre los precios, la oferta y la demanda, así como la falta de información que poseen acerca de la situación actual del mercado y de los canales de comercialización, repercute de manera negativa en el proceso comercial. Estas condiciones restringen sus oportunidades de venta, dificultan su capacidad de negociación y limitan al acceso a mercados estables, afectando de manera directa la viabilidad y sostenibilidad de la actividad productiva.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Valorar agromorfológica y productivamente 12 accesiones de quinua.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los factores agromorfológicos del cultivo de quinua
- Evaluar la respuesta productiva de las accesiones de quinua introducidas a esta zona agroecológica.
- Generar una base de datos del tercer periodo de evaluación de los materiales en estudio.

1.4. HIPÓTESIS

H_O: La respuesta agromorfológica y productiva del cultivo de quinua, no depende de la accesión cultivada.

H_a: La respuesta agromorfológica y productiva del cultivo de quinua, depende de la accesión cultivada

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

Según la evidencia histórica, la quinua fue domesticada por los pueblos de América entre los años 3000 y 5000 antes de Cristo. Existen hallazgos arqueológicos de quinua en tumbas de Tarapacá, Calama y Arica, en Chile, y en diferentes regiones del Perú. A la llegada de los españoles, la quinua tenía un buen desarrollo tecnológico y una amplia distribución en el territorio Incaico y fuera de él. Pedro de Valdivia fue el primer español, del que se tiene registro, que mencionó el cultivo de quinua al mencionar que, entre otras plantas, los indios siembran también la quinua para su alimentación. (Mujica, 2022)

2.2. Clasificación taxonómica

Categoría	Tipo
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Chenopodium
Especie:	Quinoa

Fuente: (FAO, 2025)

2.3. Descripción Botánica

2.3.1. La planta

Es una planta dicotiledónea, herbácea y anual; su reproducción es principalmente autógama, su crecimiento es erecto, la coloración de las plantas varía desde verde a rojo, encontrando tonos como púrpura oscuro, anaranjado, amarillento, dependiendo de su genotipo y etapa fenológica. (Escobar, 2022)

2.3.2. Raíz

La raíz de quinua es de tipo pivotante, consta de una raíz principal de la cual se origina un gran número de raíces laterales muy ramificadas. La longitud de las raíces es variable, de 0.8 a 15 m. Su desarrollo y crecimiento está determinado por la variedad que se siembre, tipo de suelo, nutrición y humedad, entre otros factores. (Murillo et al., 2023)

2.3.3. Tallo

El tallo de la quinua es cilíndrico en la base y después se va tornando angular debido a la posición alterna de las hojas en las cuatro caras. Las hojas nacen primero , posteriormente desde las axilas nacen las ramas. La altura a la que llega el tallo tiene estrecha relación con la variedad o la raza a la que pertenece; existe registro de quinuas que han llegado hasta los 2 m de altura.(Ilbay, 2020)

2.3.4. Hojas

Tienen una silueta dentada y una coloración muy variada como por ejemplo de verde claro pasa a verde oscuro y a su vez va cambiando a amarillo, rojo o púrpura según la maduración que tenga. (Villa, 2020)

2.3.5. Flores

La inflorescencia consiste en una panoja de longitud variable la cual presenta un eje principal del cual se originan ejes secundarios y terciarios, pueden ser compactas o laxas. La inflorescencia puede ser de 2 tipos: y glomerulada y amarantiforme, dependiendo de la inserción del glomérulo. Las flores están agrupadas en glomérulos, carecen de pétalos (flores incompletas). El glomérulo puede presentar flores perfectas (poseen un perigonio sepaloide, anteras y un ovario superior del cual emergen dos o tres estigmas) y pistiladas. Por lo general las flores perfectas se encuentran en el extremo distal del glomérulo sobresaliendo sobre las pistiladas, ubicadas en el extremo proximal. (Escobar, 2022)

2.3.6. Inflorescencia

La inflorescencia es una panoja que tiene una longitud variable que esta entre 30-80 cm y un diámetro de 5 a 30 cm, aunque esto dependerá de la variedad y condiciones del sitio. La panoja está ubicada en el ápice de la planta, y posee un eje principal y ejes secundarios y terciarios. (Ilbay, 2020)

2.3.7. Fruto

El fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro, varía notablemente por su color desde el grano blanco, rojo y negro, con alta concentración de proteína, específicamente aminoácidos como la lisina. El fruto es aquello, que se encuentra cubierto por el perigonio, que cuando se encuentra en estado maduro es de forma estrellada por los cinco pétalos que tiene la flor. (Bolívar & Cayambe, 2024)

2.3.8. Semilla

La semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, presenta tres partes bien definidas. El episperma forma de una membrana delgada que envuelve la semilla, el embrión está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30% del volumen total de la semilla, en cual envuelve al perisperma como un anillo, con una cobertura de 320° es de color amarillo, mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho. Finalmente, el Perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido principalmente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa el 60% de la superficie de la semilla. (Murillo et al., 2023)

2.4.Fenología

2.4.1. Germinación

La germinación es la primera etapa del ciclo de vida de la planta a través de la cual el embrión produce la plántula. Este proceso implica que la semilla emerge del letargo y comienza a crecer y desarrollarse hasta convertirse en un nuevo individuo. El proceso de germinación involucra una serie de eventos metabólicos y morfogenéticos que se desencadenan cuando las condiciones ambientales en las que se encuentra la semilla son favorables para el crecimiento futuro de la plántula.

Estas condiciones ambientales están relacionadas con la luz, la temperatura, la presencia de oxígeno y humedad, la estructura y nutrientes del suelo. (Bolívar & Cayambe, 2024)

2.4.2. Desarrollo vegetativo

Se inicia con la aparición, entre las dos hojas cotiledonales, de la primera y segunda hoja verdadera; las cuales crecen y se expanden en direcciones opuestas, simétricas y perpendiculares a los cotiledones que aún permanecen verdes. Se observan los primordios de la tercera y cuarta hojas en el ápice de crecimiento; antes de que las dos primeras hojas se hayan expandido totalmente, una vez formada la quinta hoja verdadera se observa la formación de yemas en las axilas de las primeras hojas. Alrededor de esta etapa se observa el desprendimiento de las hojas cotiledonales. (FAO, 2020)

2.4.3. Ramificación

Se pueden observar 4 pares de hojas verdaderas bien desarrolladas que presentan hojas axilares hasta el tercer nudo, comienza el aparecimiento de la inflorescencia la cual todavía se encuentra protegida por las hojas. (Escobar, 2022)

2.4.4. Desarrollo del Botón floral

Esta superpuesta en la fase de ramificación, y el desarrollo vegetativo y se da de una manera rápida en la planta. Es de fácil reconocimiento pues en el ápice, se observa como una estructura compacta protegida por hojas y cubierta por la pubescencia granular vesicular rica en oxalato de calcio. Es evidente cuando la planta tiene sus 5 pares de hojas verdaderas. El primordio floral se mide desde su aparecimiento hasta que toma la forma piramidal que indica la próxima aparición de la inflorescencia. (Ilbay, 2020)

2.4.5. Desarrollo de la inflorescencia

Ocurre desde los 65-70 días después de la siembra, en esta etapa se produce la formación y crecimiento de la panoja o inflorescencia, sus primeros glomérulos se elongan y se diferencian los ejes principales, secundarios y terciarios tornándose

como la típica inflorescencia, con una longitud de 17-70 cm (dependiendo de la variedad y las características edafoclimáticas). Se presenta la formación de flores individualizadas y sus estructuras reproductivas. La panoja se encuentra recubierta por una pubescencia que dependiendo de su variedad pueden tener colores blancos, rosados o morados obscuro. (López, 2021)

2.4.6. Floración

Esta fase se inicia con la apertura de las flores. Las flores hermafroditas y las pistiladas se abren al mismo tiempo y pueden observarse a simple vista, especialmente las flores hermafroditas con anteras amarillas intensas y brillantes. La apertura de las flores, en algunas variedades, se inicia en la flor hermafrodita del ápice del glomérulo y las flores localizadas en diferentes partes del glomérulo, en cualquier parte de la inflorescencia. (FAO, 2020)

2.4.7. Antesis

La antesis se superpone a la floración. Las flores hermafroditas liberan una gran cantidad de polen, en esta fase se puede apreciar la presencia de insectos en las flores, los cuales pueden ser polinizadores; el viento cumple un papel importante en el movimiento del polen; se presume un 17 % de polinización cruzada en quinua. (Ilbay, 2020)

2.4.8. Fruto grano lechoso

Ocurre entre los 100-130 días después de la siembra, los granos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, estos granos en crecimiento presentan una sustancia acuosa de color lechoso, en esta etapa es fundamental mantener un balance hídrico para no perjudicar el llenado del grano. (López, 2021)

2.4.9. Fruto grano masoso

Se superpone con floración y ocurre la polinización por las flores hermafroditas, y fecundación. Se estima polinización cruzada alrededor de 17%. Finaliza con muerte de las anteras, cierre del perigonio sepaloide y la eliminación de hojas basales. Post-fecundación los frutos formados empiezan a crecer y desarrollar. Durante esta fase,

grano están llenos de sustancia acuosa, de ahí que se denomina “estado acuoso”. Se puede observar la formación de las partes constitutivas del fruto, principalmente los cotiledones. (Castillo et al., 2021)

2.4.10. Madurez del grano y senescencia

La planta se seca desde la base hacia arriba y cuando todas las hojas estén secas, el tallo cambia de color a café, con plantas muertas y secas, los granos pueden cosecharse con 12 a 14% humedad, y están muy duros (requieren ser partidos con los dientes), siendo posible realizar la cosecha. (Castillo et al., 2021)

2.5. Mejoramiento genético en quinua

Se determino que los programas de mejoramiento genético de la quinua deben considerar los requerimientos del agricultor, industria y el consumidor; los cuales varían con el tiempo y la región o país. En ecuador los objetivos del mejoramiento son el rendimiento, el tamaño de grano grande y color blanco y la resistencia al mildiu. Cabe destacar que, en Ecuador, los investigadores han combinado la selección con el manejo agronómico para facilitar la cosecha y trilla mecanizada. Para mejorar la productividad es importante determinar el grano y la naturaleza de la variación genética, la interacción genotipo/ambiente y la heredabilidad. (Bazile, 2020).

2.5.1. Selección

Es uno de los primeros métodos del mejoramiento empleados en quinua, utilizando variabilidad genética desarrollada a lo largo de la región Andina por miles de años, por fuerzas naturales como las mutaciones, recombinaciones intra e interespecíficas y la selección natural y la humana. La selección consiste en la modificación de la frecuencia de alelos en las poblaciones vegetales.

2.5.2. Hibridación

Es otro método de mejoramiento de importancia que tiene como objetivo fundamental recombinar caracteres favorables presentes en diferentes genotipos en un solo genotipo, en forma muy rápida y también generar nueva variabilidad

genética. Este método de mejoramiento ha sido empleado en quinua. La hibridación implica la definición previa de las prioridades en el programa de mejoramiento genético de la quinua ofreciendo buenas perspectivas para lograr objetivos como rendimiento, tamaño de grano, resistencia a enfermedades y otros caracteres importantes relacionados con el mejoramiento de la calidad nutritiva

2.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.6.1. Suelo

El suelo para el cultivo de quinua debe ser franco y con buen drenaje, el contenido en materia orgánica debe ser alto, los nutrientes que más exige el cultivo son nitrógeno y calcio; el fósforo puede ser moderado, y el requerimiento de potasio es bajo. La quinua puede adaptarse a suelos franco arenosos y arenosos, pero se debe cuidar el encharcamiento puesto a que la quinua es susceptible a un exceso de humedad. (Ilbay, 2020)

2.6.2. Precipitación

De 300 a 1000 mm. Las condiciones pluviales varían según la especie y/o país de origen. Las variedades del Altiplano de Perú y Bolivia necesitan poca lluvia, mientras que las del sur de Chile abundante, En Ecuador se considera que el rango de precipitación óptima es de 500 a 1000 mm, durante el ciclo de cultivo. En general, en forma eficiente con un nivel de lluvias durante su crecimiento y desarrollo, y condiciones de sequedad, especialmente durante su maduración y cosecha. (Puentestar, 2020)

2.6.3. Temperatura

La quinua, por su alta variabilidad genética, se adapta a diferentes climas, desde aquellos calurosos y secos como el clima de la costa desértica, a aquellos temperados lluviosos o secos de los valles interandinos y aquellos fríos y lluviosos o secos de la sierra alta y el altiplano. Las temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo, dependiendo de las variedades, están en el rango de 15 a 25ºC. (FAO, 2020)

2.6.4. pH

EL pH del suelo puede estar entre 6 a 8.5, de preferencia sembrar en suelos neutros. (Puentestar, 2020)

2.6.5. Fotoperíodo

La quinua ha sido domesticada y cultivada desde tiempos ancestrales en una región comprendida entre 5°N (Colombia) a 40°S (Chile y Argentina), y desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm aproximadamente. La respuesta al fotoperiodo y a la temperatura está relacionada con el lugar de origen, es muy compleja y puede afectar el rendimiento. La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperíodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sud América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada, como lo que ocurre en las áreas nórdicas de Europa. (López, 2022)

2.6.6. Radiación

La quinua soporta radiaciones fuertes en zonas altas de los andes en zonas como Pino, donde hace mucho frio, aunque compensa las horas de calor necesario para cumplir con su periodo vegetativo y productivo (De La Vega, 2022)

2.7. Manejo agronómico

2.7.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo consiste en remover la tierra, ya sea manualmente con la yunta o utilizando maquinaria agrícola. Si en la campaña anterior se sembró cualquier tubérculo es recomendable pasar solo con arado de disco. En el caso de terrenos que no presenten muchos terrones, con poca incidencia de malezas y plagas solo requiere pasar rastra y luego hacer el nivelado y surcado. (Chuquimarca, 2019)

2.7.2. Trazada de surcos

Si se realiza manualmente la distancia entre surcos debe ser 60 cm para INIAP Tunkahuan y 40 cm para Pata de Venado. Mientras que si se utiliza maquinaria la distancia entre surcos debe ser de 50 a 80 cm. (Pazmiño & Gualli, 2022)

2.7.3. Siembra

(FAO, 2023), indica que la cantidad recomendada de semillas es de 7 kg a 15 kg/ha y la siembra se puede hacer de las siguientes formas:

- **A chorrillo**

  Sobre los surcos se deja una línea de semilla que preferiblemente se encuentra mezclada con arena seca para una mejor dispersión. Después de la emergencia se realiza un raleo para seleccionar las mejores plantas.

- **Mateada**

  Se ubica un grupo de semillas cada 30 cm a 50 cm sobre el surco con un posterior raleo para seleccionar las mejores plantas.

- **Por sitio**

  Ubicando las semillas de forma similar a la siembra mateada, pero siendo más estrictos en las distancias y la cantidad de semilla la cual recomienda hasta cuatro semillas.

2.7.4. Riego

El cultivo requiere de 300 a 1000 mm por año con régimen de lluvias en verano; las condiciones pluviales varían según la especie o país de origen. En la floración y llenado de grano debe suministrarse en forma más abundante y menos distanciada en su frecuencia. (Huamani, 2023)

2.7.5. Raleo

Si la siembra fue directa y hecha con semilla de calidad, puede ser que algunos campos tengan una alta cantidad de plántulas, por lo que es necesario realizar un desahíje o raleo que permitirá dar a las plántulas más espacio, nutrientes y aire para crecer. Las altas densidades resultan en plantas débiles y pequeñas, y con menor rendimiento por planta. Por otra parte, el uso de menos plantas por área da lugar a plantas ramificadas que prolongan el ciclo vegetativo y proveen más espacio para el crecimiento de las malezas y dificultan la cosecha. (FAO, 2022)

2.7.6. Aporque

El aporque permite la fijación de las raíces y protege las plantas del tumbado, especialmente en las quinuas de mayor altura de planta. Esta labor se realiza inmediatamente después del deshierbo y el desahíje o raleo. Consiste en remover la tierra juntando a la base de la planta con la finalidad de airear el suelo y también sostener la planta de quinua para que el viento no pueda romper los tallos. (De La Vega, 2022)

2.7.7. Fertilización

Las dosis de fertilización deben considerar el potencial de rendimiento de la variedad y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. En el caso específico de la quinua los rendimientos más altos son en condiciones de campo que agricultores han logrado con 300-120-300 kg/ha de Nitrógeno-Fósforo-Potasio en suelos franco arenosos y a 1200 msnm; siendo los nutrientes administrados mediante el sistema de riego. (FAO, 2022)

2.8. Plagas

Para el control de plagas de la quinua, en general se recomiendan prácticas culturales (rotación y asociación de cultivos, labranzas tempranas y profundas, densidad adecuada de siembra, uso de variedades resistentes, control de malezas) y biológicas. Utilizar plaguicidas solo como última alternativa.

Entre las principales plagas que afectan al cultivo de quinua se citan las siguientes:

2.8.1. Gusanos cortadores, trozadores o tierreros *(Agrotis* sp.*)*

Las larvas son de actividad nocturna. En sus primeros estadios se alimentan de hojas inferiores. Las larvas en etapas más desarrolladas cortan las plantas por la base. Para el control de trozadores se recomienda Deltametrina en dosis de 400 cc/ha (Murillo et al., 2023)

2.8.2. Gusano Cogollero *(Spodoptera frugiperda)*

Las larvas, eclosionan y siguen camino a la región central donde surgen las hojas (cartucho) e inicia la alimentación raspando las hojas más nuevas. En esta fase de raspado, las larvas se alimentan de un lado de la hoja, dejando el otro lado intacto, característica típica del gusano cogollero *(Spodoptera frugiperda).* Larvas de mayor edad, por lo general se dirige hacia el interior del cartucho, comienzan realizando perforaciones en las hojas y cuando llegan al 4to hasta 6to instar pueden destruir completamente plantas pequeñas y/o causar daños severos en plantas de mayor tamaño. (Acuña, 2020)

Estrategias de control

Las buenas prácticas agronómicas, los productos de tratamiento de semillas y aplicaciones de insecticidas son parte de la solución

Cuando la plaga esté presente es necesario: Utilizar trampas de oviposición, utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación supere el umbral de acción, principalmente los inhibidores de síntesis de quitina, rotándolos con *Bacillus thuringiensis.* (Acuña, 2020)

2.8.3. Polilla de la panoja (*Eurysacca melanocampta)*

Estas polillas depositan sus huevos en las partes apicales, en las hojas más tiernas y las panojas. Cuando eclosionan del huevo se alimentan de las hojas formando galerías, luego se introducen en las inflorescencias como barrenador causando ramificaciones secundarias a la planta. También se alimentan de los granos maduros. Se les encuentra antes de empupar enrolladas en las hojas, en el tallo y en la panoja. Pupan en la inflorescencia o en las hojas. Aparecen desde las primeras

fases del cultivo y permanecen hasta el fin del ciclo del cultivo. (Carpio & Muñoz, 2022)

2.8.4. **Pulgones** *(Hayhurstia atriplicis)*

Los pulgones se encuentran ubicados en el envés de las hojas, en los brotes y en las panojas. Producen daños directos al succionar la savia de las hojas, brotes e inflorescencias, ocasionando debilitamiento y marchitez, además enrollan las hojas disminuyendo el área fotosintética. Los daños indirectos son producidos principalmente por la transmisión de enfermedades virales. Para el control se utiliza Imidacloprid a una dosis de 0.1l /200l de agua o Pirimicarb a una dosis de 2 kg/ha. (Murillo et al., 2023)

2.8.5. **Mosca minadora** *(Liriomyza huidobrensis, Liriomyza braziliensis)*

Adulto: De color marrón oscuro a negro con brillo metálico. Presenta en el tórax una pequeña mancha amarilla circular. Los adultos son de actividad diurna. Las hembras realizan picaduras con el ovipositor para colocar los huevos o para alimentarse junto con los machos de la savia emanada. Al emerger, las larvas realizan minaduras serpenteantes. Como consecuencia de ello, las hojas pierden capacidad fotosintética y posteriormente se secan y caen. A la germinación de las plantas, los adultos y larvas dañan las hojas cotidelonales y tallitos. (Cruces et al., 2016)

Estrategias de control

Para evitar la presencia de la plaga es necesario:

- Riego de “machaco” o de pre siembra.
- Labranzas profundas.
- Mantener el campo libre de malezas.
- Rotación con otros cultivos no susceptibles.
- Utilizar trampas pegantes amarillas para detectar las primeras
- infestaciones de los adultos.

Cuando la plaga esté presente es necesario:

- Utilizar insecticidas de bajo impacto cuando la infestación supere el umbral de acción.
- Para adultos es recomendable la aplicación de insecticidas piretroides, mientras que las larvas se controlan con insecticidas traslaminares, entre ellos reguladores de crecimiento como la ciromazina, o neurotóxicos como la abamectina. (Cruces et al., 2016)

2.8.6. Aves graníferas

Ocasionan graves daños en la calidad del grano y además pérdida del rendimiento debido a su consumo. Para evitar el daño ocasionado por esta plaga se requiere realizar una cosecha oportuna, cuando el cultivo se encuentra en estado de madurez fisiológica. Una vez que el grano adquiera alrededor del 20% de humedad, se efectúa la cosecha e inmediatamente el secado de panojas. (Murillo et al., 2023)

2.9. Enfermedades

2.9.1. Mildiu *(Peronospora variabilis)*

Es la enfermedad más severa que afecta al cultivo de quinua. Los mayores daños de la enfermedad se presentan en las hojas, provocando reducción del área fotosintética de la planta, lo cual afecta al rendimiento. En ataques severos, puede provocar la pérdida total en caso de variedades susceptibles. Se presenta como manchas pequeñas de forma irregular, su coloración puede ser clorótica, rosada o rojiza dependiendo el color de la planta, y se observa un micelio gris en el envés de las hojas. Existen evidencias de la presencia de oósporos prendidos en el epispermo de las semillas cosechadas en plantas enfermas; siendo una forma importante de dispersión de la enfermedad. Para el control en variedades susceptibles se recomienda aplicar Metalaxyl en dosis de 2 kg/ha. (Murillo et al., 2023)

2.9.2. **Cercospora** *(Cercospora chenopodii)*

Se presenta en hojas como pequeñas lesiones de color marrón claro. Sin embargo, su aparición es severa después del ataque de mildiu o cuando la planta está próxima a la madurez. Su control puede realizarse con rotaciones adecuadas durante dos a tres ciclos con cualquier otro cultivo diferente a las especies del género Chenopodium (ashpa quinua). Como recomendación se debe evitar sembrar en áreas con alta precipitación. (Murillo et al., 2023)

2.9.3. **Moho Verde** *(Peronospora variabilis)*

Inicialmente la planta es afectada en las hojas basales como pequeñas manchas de color verde, a manera de esporulación sobre el haz de la hoja. Se desarrolla sobre partes de la planta que presentan daños causados por Peronospora variabilis o daños causados por insectos. (Aruhuanca, 2018)

2.9.4. **Ojo de gallo** *(Cercospora chenopodii)*

Se presenta en hojas como pequeñas lesiones de color marrón claro. Sin embargo, su aparición es severa después del ataque de mildiu o cuando la planta está próxima a la madurez . Su control puede realizarse con rotaciones adecuadas durante dos a tres ciclos con cualquier otro cultivo diferente a las especies del género Chenopodium (*Ashpa quinua*). Como recomendación se debe evitar sembrar en áreas con alta precipitación. Para el control aplicar Benomyl en la aparición de los primeros síntomas, en una dosis de 0,8 kg/ha cada 21 días hasta la floración. Se puede rotar con Clorotalonil . (Murillo et al., 2023)

2.9.5. **Manchas foliares** *(Ascochyta hylospora)*

Los síntomas de esta enfermedad son manchas necróticas en las hojas, más o menos circulares, con el centro de color crema y los bordes algo marrones. Éstas, son de un tamaño aproximado de 5 a 10 mm de diámetro. Sus ataques fuertes pueden provocar defoliación en las plantas. (Aruhuanca, 2018)

Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

- Buena preparación de terreno.
- Rotación de cultivo.
- Eliminación de rastrojo contaminado.
- "Barreras vivas" para reducir la contaminación desde campos vecinos.

Cuando la enfermedad esté presente es necesario:

- Fungicidas de contacto y sistémicos.

2.9.6. Podredumbre marrón del tallo *(Phoma Exigua* Var. Foveata*)*

Es un hongo que presenta picnidias de consistencia pseudo parenquimatosa de forma globosa y color marrón oscuro. Las Conidias que están en el interior son hialinas, unicelulares en su mayoría y de forma elipsoidal. Manchas pequeñas ubicadas en el tercio superior del tallo, se observan lesiones de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo. En el interior de las lesiones se pueden observar picnidios y un aspecto chupado en el tallo. (Aruhuanca, 2018)

Control

- Evitar la siembra en suelos pesados, debido a que el encharcamiento favorece la aparición de la enfermedad.
- Realizar drenajes adecuados.
- La rotación de cultivos rompe el ciclo del patógeno. El nivel de infección se reduce a niveles muy bajos pero persistentes. En caso de la aparición de la enfermedad no rotar con papa.
- En producción orgánica se recomienda la aplicación de Hidróxido de Cobre (3 kg/ha). (Aruhuanca, 2018)

2.10. Cosecha y Postcosecha

Una de las etapas críticas de la producción de la quinua en Ecuador, es a no dudar la cosecha. Esta debe realizarse con la debida oportunidad para evitar no sólo las pérdidas por vientos o ataque de aves, sino el deterioro de la calidad del grano. (Nieto & Vimos, 2019)

Se denomina cosecha al acto de recolectar los frutos que brinda la tierra, por lo general obtenidos mediante cultivos. El término también hace referencia a la temporada en la cual se realiza dicha recolección, a los productos que se recogen y al conjunto de los frutos. La idea de cosecha alude al trabajo rural que implica la recolección de frutos, hortalizas, semillas u otros productos. (Chasiluisa, 2021)

Un buen manejo del sistema de poscosecha, incluye la realización de prácticas de acondicionamiento del producto, como secado, limpieza, selección, clasificación, almacenamiento y control de plagas, las cuales se efectúan a partir del momento de su recolección en el campo y hasta su comercialización. (SADER, 2019)

2.10.1. Siega

El momento adecuado es cuando las plantas llegan a la madurez que se reconoce cuando las hojas inferiores se vuelven amarillentas y empiezan a caerse. Se utilizan hoces o segaderas. No es conveniente arrancar las plantas, pues al salir junto con las raíces, traen tierra, que puede mezclarse posteriormente con el grano, desmejorando su calidad. Esta labor se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, cuando los granos tienen alrededor de 30% de humedad, para evitar pérdidas por desgrane. Es conveniente hacerlo en las primeras horas de la mañana, cuando los glomérulos presentan una consistencia húmeda, no así en horas de la tarde, ya que los granos con la fuerte radiación solar, se desprenden con facilidad, pudiendo caer al suelo. Las pérdidas por caídas de granos al suelo (excesiva madurez fisiológica) se estima entre 5 y 10%. Las pérdidas producidas durante el transporte en acémilas están entre 1 y 5%. (FAO, 2022)

2.10.2. Emparve o formación de arcos

Esta labor consiste en formar parvas para evitar que se moje en épocas lluviosas y en consecuencia se manche el grano. Las parvas se realizan ordenando las panojas en el centro, en forma de techo inclinado, y se cubren con plástico o paja. (Chuquimarca, 2019)

2.10.3. Trilla

La trilla manual se realiza utilizando palos, lo cual consiste en golpear las gavillas colocadas sobre carpas o plástico. Mientras que si lo hacen de forma mecánica se utilizan trilladoras estacionarias de cereales o combinadas. (Pazmiño & Gualli, 2022)

2.10.4. Venteo y limpieza

Cuando la trilla se ha realizado a mano, se requiere del venteo para separar las semillas de tallos y otras impurezas. Cuando se utiliza una trilladora, las operaciones de venteo y limpieza se realizan en forma simultánea. El proceso de separación o limpieza empleando corrientes de aire se basa en el hecho de que la semilla tiene mayor peso que las impurezas, quedando en la parte más baja por su mayor densidad. La separación se realiza en dos etapas. En la segunda, se procede a separar la semilla de la paja muy pequeña para ensacar sólo las semillas. Las pérdidas ocasionadas se encuentran entre 13 y 15%. (FAO, 2022)

2.10.5. Secado

El secado consiste en la deshidratación del grano hasta alcanzar la humedad comercial (9,4 – 13,3%), ya que si hay mucha humedad puede existir fermentación lo cual disminuye la calidad del grano. (Chuquimarca, 2019)

2.10.6. Desaponificación

La semilla de las variedades “dulces” o con bajo contenido de saponina requiere un lavado rápido con agua limpia o un escarificado ligero. Las variedades amargas; en

cambio, requieren ser lavadas en abundante agua o recibir un fuerte escarificado antes de ser cocidas o procesadas, mediante cepillado vía seca (Murillo et al., 2023)

Existen diferentes métodos para la desaponificación FAO (2022) describe lo siguiente:

- **Lavado por agitación y turbulencia**

  Utilizando zarandas o mallas metálicas accionadas manual o mecánicamente se retienen las impurezas (pajas, tierra, residuos vegetales, etc.). Se acondiciona la quinua remojándola por 30 minutos a temperatura ambiente con el fin de facilitar la desaponificación, pues al contacto con el agua los cristales de saponina se disuelven, eliminándose posteriormente en el lavado.

- **Método de fricción o rozamiento**

  El escarificado consiste en la separación del episperma (descascarado) y segmentos secundarios del grano de quinua, donde se concentra el mayor contenido de saponina, que le confiere el sabor amargo y astringente, impropio para poder ser aprovechado en la alimentación; el pulido pretende producir una quinua de superior calidad, cuyo efecto consiste en remover las últimas partículas de cáscara y darle al grano un aspecto más liso y limpio, que viene a ser la quinua perlada.

- **Método termomecánico en seco**

  Se someten a calor seco (80 a 90 ºC) los granos de quinua por 10 minutos para luego extraer la cáscara por fricción en seco. Se obtiene un grano con bajo contenido de saponinas. Luego se tamiza y empaca.

- **Método químico**

  Para la eliminación de saponina, existe también el método químico, mediante el cual los granos de quinua son sometidos a una solución de

hidróxido de sodio al 10% a 100 ºC por 1.5 minutos, para luego lavar y secar. Su aplicación industrial es incipiente.

- **Método combinado**

  Consiste en someter los granos de quinua a medios mecánicos abrasivos (máquinas peladoras y pulidoras en seco), luego se lava los granos para extraer la saponina residual, luego se seca los granos húmedos de quinua, se tamiza y empaca.

2.10.7. Almacenamiento

La semilla seca y limpia debe ser almacenada en recipientes limpios, fundas o costales cerrados de tejido estrecho, los cuales deben ser colocados en bodegas limpias, secas, con circulación de aire y protegidas del ataque de roedores e insectos. Es preferible colocar los sacos sobre pallets de madera para evitar que el grano incremente la humedad al estar en contacto con el piso, y separados de la pared a unos 20 cm para permitir la circulación de aire. El contenido de humedad en la semilla debe ser inferior al 12%. (Murillo et al., 2023)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.Ubicación de la investigación

- **Localización de la Investigación**

La presente investigación fue realizada en el sector Laguacoto III, parroquia de Veintimilla, cantón Guaranda, en la provincia de Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud promedio:	2638 msnm
Latitud:	01° 36´ 53.63” S
Longitud:	79° 59´ 54.50” O
Temperatura media anual:	14.6°C
Temperatura máxima:	20°C
Temperatura mínima:	7°C
Precipitación mínima anual:	980 mm
Humedad relativa anual:	70%
Heliofanía promedio:	900/horas/luz/año
Velocidad de viento:	6m/s
pH:	6.3 a 7.3
Suelos:	Franco arenoso con un pH de 6.3 a 7.3
Densidad:	1.84 Mpa.

Fuente: (INAMHI, 2025)

- **Zona de vida**

Acorde con la clasificación de la zona de vida, el sitio corresponde a la formación bosque seco Montano Bajo. (bs - MB) (Holdrige, 1978)

3.2.Metodología

3.2.1. Material en estudio

Accesiones de quinua

3.2.2. Factores en estudio

Accesiones de quinua con 12 tipos

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Accesión
T1	LQP -4
T2	Titicaca tallo amarillo
T3	Titicaca tallo rojo
T4	QQ 74 Misa, Misa
T5	Puno pasankallo
T6	CQ 407 Pasankallo
T7	Quinua negra
T8	UEB Quinua crema
T9	Pata de venado
T10	INIAP Tunkahuan
T11	ECU 6717
T12	Q1 – (KL – 21)

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar, con 3 repeticiones

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Preparación de suelo**

La preparación del terreno se realizó utilizando maquinaria agrícola. Quince días antes de la siembra, efectuando un pase de arado con discos a una profundidad de

20 cm. Posteriormente, antes de sembrar, se realizó un pase de rastra y, finalmente, se nivelo el suelo con rastrillos.

- **Trazado del ensayo**

Se llevó a cabo siguiendo el croquis establecido, asegurando una distribución uniforme. Para su delimitación, se utilizó estacas y piolas, garantizando la correcta disposición de las parcelas. Cada parcela tuvo dimensiones de 4m × 4m, con sus respectivas áreas de camino para facilitar el acceso y manejo de los tratamientos.

- **Surcado**

El surcado se efectuó de forma manual con el uso de azadones, asegurando una adecuada profundidad del suelo para la siembra. La distancia entre surcos será de 0.8 m, con una profundidad de 5 cm, permitiendo una correcta aireación y desarrollo radicular de las plantas.

- **Siembra**

La siembra se realizó de forma manual y a chorro continuo, garantizando una distribución uniforme de las semillas. Se utilizó una densidad de 12 kg/ha, con una profundidad de 3 a 4 cm.

- **Tape**

El tape se desarrolló manualmente con el uso de rastrillos, cubriendo uniformemente las semillas con una capa de suelo.

- **Raleo**

El raleo se procedió manualmente cuando las plantas alcanzaron la fase de cuatro hojas verdaderas y una altura aproximada de 10 cm. Este proceso permitió regular la densidad de plantas por surco y parcela, favoreciendo un crecimiento homogéneo y reduciendo la competencia por nutrientes, agua y luz.

- **Control de malezas**

El control de malezas se operó manualmente con azadones, asegurando la eliminación de plantas no deseadas dentro del ensayo y en las áreas de camino. Las labores de deshierbe se llevaron a cabo a los 30 y 60 días después de la siembra, así como cuando se observó una alta presencia de malezas que pudieran afectar el desarrollo del cultivo.

- **Fertilización química**

De acuerdo a las recomendaciones del Programa de semillas de la UEB, se realizó una mezcla de 150 kg de 10-30-10 más 50kg de Sulpomag/ha. Esta mezcla se calculó el valor proporcional para cada parcela de 16 m^2 y se aplicó una cantidad de 55.55 g a chorro continuo al fondo del surco y se tapó con una capa de suelo para que el fertilizante no esté en contacto directo con las semillas. La fertilización complementaria se aplicó la dosis de 150 kg/ha de urea y una cantidad de 148.8g.

- **Aporque**

El aporque se realizó manualmente con azadones, colocando tierra alrededor de los tallos evitando un riesgo de volcamiento debido a la presencia de vientos en la zona de estudio.

- **Control de enfermedades**

Para el control del Mildiu *(Peronospora variabilis)* se aplicó un fungicida denominado Carial Opti a 1.5 cc/20 l de agua, utilizando una bomba de mochila a los 40 y 60 días de crecimiento, lo que garantizó una pulverización uniforme para interceptar la propagación del hongo, respaldada por un monitoreo del cultivo y sus condiciones ambientales.

- **Cosecha**

Se realizó la cosecha en la etapa de madurez fisiológica, utilizando hoces. Las panojas se recogieron y se colocaron en sacos debidamente etiquetados, con el objetivo de minimizar mezclas y evitar desperdicios por desgarre.

- **Secado**

El secado se efectuó de forma individual para el grano de cada tratamiento y repetición. Se extendió el grano en lonas en un área ventilada hasta que se logre alcanzar un contenido de humedad del 13%, asegurando la conservación de la calidad y evitando posibles deterioros. Este contenido de humedad se registró a través de un determinador de humedad portátil.

- **Trilla**

Se realizó de manera individual de acuerdo a cada tratamiento y repetición, el material cosechado será colocado en costales y con la ayuda de una vara de golpeo para que se desprenda el grano.

- **Almacenamiento**

Finalmente, las semillas se colocaron en envases de tela con sus respectivas etiquetas y se almacenarán en cuartos frescos y ventilados. Estos espacios estuvieron protegidos contra el ataque de ratas e insectos, especialmente polillas y gorgojos, para preservar la calidad del producto.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia (PE)**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra a la emergencia de las plántulas tomando en consideración el 50% de las plántulas que emergieron en toda la parcela.

- **Numero de plantas por metro lineal (NPP)**

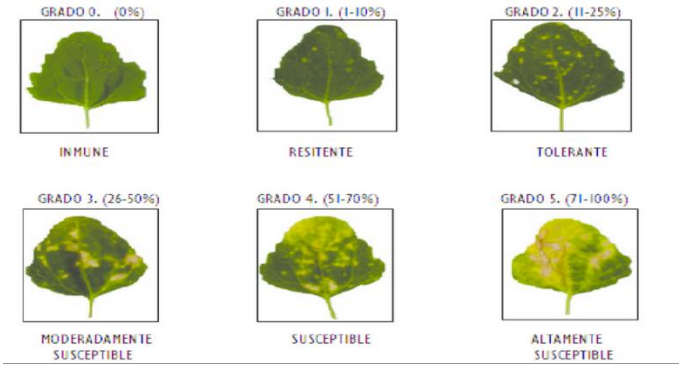
Se determinó mediante un conteo directo, delimitando con un flexómetro una longitud de un metro y se contó las plantas emergidas en los dos surcos. La evaluación se realizó tres semanas después de la siembra y del proceso de raleo.

- **Días a la cosecha (DC)**

Se registró a partir del número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de las plantas alcanzaron la madurez fisiológica.

- **Severidad de ataque de mildiu (SAM)**

Variable que se evaluó mediante el uso de una escala grafica de severidad de grado 0 a 5. La estimación del porcentaje de severidad se realizó en tres momentos clave del ciclo fenológico del cultivo: panojamiento, floración y llenado de grano.



Fuente: (Pantoja, 2017)

- **Altura de planta (AP)**

Se registró al momento de la madurez fisiológica en 10 plantas seleccionadas al a azar , dato que se tomó desde el cuello radicular hasta el ápice de la panoja central con la ayuda de un flexómetro, los datos fueron expresados en centímetros.

- **Longitud de panoja (LP)**

Variable que se evaluó en 10 plantas seleccionadas aleatoriamente dentro del área de cada parcela. La medición se realizó desde la base hasta el ápice de la panoja con la ayuda de un flexómetro, dato que se expresó en centímetros.

- **Diámetro de la panoja (DP)**

Se determinó en la fase de madurez fisiológica del cultivo, midiendo la sección media de la panoja en 10 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental, con la ayuda de un calibrador, dato que se expresó en centímetros.

- **Color de la panoja (CP)**

Se evaluó durante la etapa de panojamiento de la planta mediante observación directa.

- **Porcentaje de acame de raíz (PAR)**

Se registró una semana antes de la cosecha mediante observación directa, registrando el número de plantas que presentaron una inclinación igual o mayor a 45° respecto a la vertical. Los resultados se expresaron en porcentaje.

- **Porcentaje de acamé de tallo (PAT)**

Se evaluó una semana antes de la cosecha mediante un conteo directo de las plantas que presentaron ruptura del tallo por debajo de la inserción de la panoja. Los datos se expresaron en porcentaje.

- **Peso de 1000 granos (PMG)**

Variable que se registró una vez cosechado, trillado, aventado y el grano se encuentre a un 13% de humedad, se toma una muestra al azar de 1000 granos de cada unidad experimental y se pesa con una balanza analítica. Variable que se expresó en gramos.

- **Tamaño del grano (TG)**

Se determinó mediante el uso de tamices, utilizando una muestra representativa de 50 gramos de grano limpio y seco a un 13% de humedad. La clasificación se realizó en tres categorías: grano grande (>2 mm), mediano (>1.5 mm) y pequeño (<1.5 mm), dato que se expresaron en porcentaje, en base al peso total de la muestra.

- **Color del grano (CG)**

Variable que se evaluó de forma cualitativa mediante observación directa para determinar la intensidad y tonalidad del grano.

- **Contenido de saponina (CS)**

Variable que se determinó siguiendo el protocolo de Koziol (1990). Se colocó una muestra de 0.5 g de granos de quinua en un tubo de ensayo, a la que se añadió 5 ml de agua destilada. La mezcla se agito durante 30 segundos y se dejó reposar por 10 segundos. Posteriormente, se calculó el contenido de saponina en cada tratamiento en porcentaje, mediante la siguiente formula.

$$\% \text{ saponina} = \frac{0.441 \text{ x } (\text{altura de espuma despues de 30s en cm}) + 0.001}{(\text{peso de la muestra en g}) \text{ x } 10}$$

- R**endimiento en Kg / ha**

El rendimiento en kg/ha, se determinó con la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP\ x\ \frac{10000\frac{m2}{ha}}{ANC\frac{m2}{1}}\ x\ \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

R: rendimiento en kg/ha al 13% de humedad

PCP: peso de campo por parcela en Kg

ANC: Área neta cosechada en m^2

HE: Humedad estándar (13%)

HC: Humedad de cosecha en porcentaje.

3.2.7. Análisis de datos.

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Tukey al 5%
- Correlación y regresión lineal

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Porcentaje de emergencia (PE)

Tabla 1

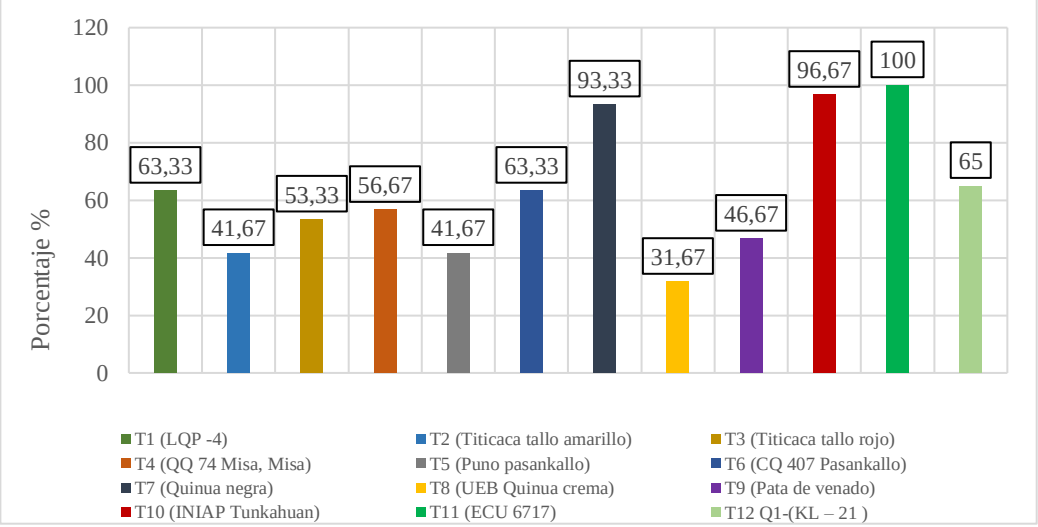
Resultados de análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE)

Trat	Porcentaje de emergencia (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	63.33	CD
2	41.67	CD
3	53.33	ABCD
4	56.67	ABCD
5	41.67	CD
6	63.33	ABCD
7	93.33	ABC
8	31.67	D
9	46.67	BCD
10	96.67	AB
11	100.00	A
12	65.00	ABCD
	CV: 28.38	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 1

Resultados estadísticos para el porcentaje de emergencia (PE)



Los resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre las accesiones evaluadas en el porcentaje de emergencia. La accesión ECU 6717 (T11) alcanzó el valor más alto con 100% de emergencia, seguida de INIAP Tunkahuan (T10) con 96.67% y Quinua negra (T7) con 93.33%, lo que refleja una alta capacidad germinativa y vigor inicial. En contraste, la accesión UEB Quinua crema (T8) obtuvo el porcentaje más bajo con apenas 31.67%, mientras que accesiones como Titicaca tallo amarillo (T2) y Puno pasankallo (T5) registraron valores de 41.67%, evidenciando una emergencia deficiente. El coeficiente de variación experimental fue de (28.38%).

Estas diferencias pueden justificarse por la calidad fisiológica de las semillas y su adaptación a las condiciones edafoclimáticas del sitio experimental. Accesiones como ECU 6717 y Tunkahuan han sido mejoradas y adaptadas a los sistemas de producción del Ecuador, lo que explica su excelente desempeño en germinación y emergencia uniforme. En cambio, materiales introducidos como UEB Quinua crema y Puno pasankallo, al no estar plenamente adaptados al microclima de Laguacoto III, mostraron dificultades en la fase de germinación, posiblemente influenciadas por factores como la humedad del suelo, la viabilidad de las semillas y la interacción genotipo–ambiente.

El Manual del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en Ecuador publicado por el INIAP, destaca que las variedades mejoradas como INIAP Tunkahuan y INIAP Pata de Venado son ampliamente adoptadas por los agricultores ecuatorianos por su adaptabilidad y alto rendimiento emergente. En particular, menciona que estas semillas mejoradas superan significativamente la emergencia promedio de materiales no adaptados, lo que coincide con los resultados observados en este trabajo (Murillo et al., 2023).

4.2.Número de plantas por metro lineal (NPP)

Tabla 2

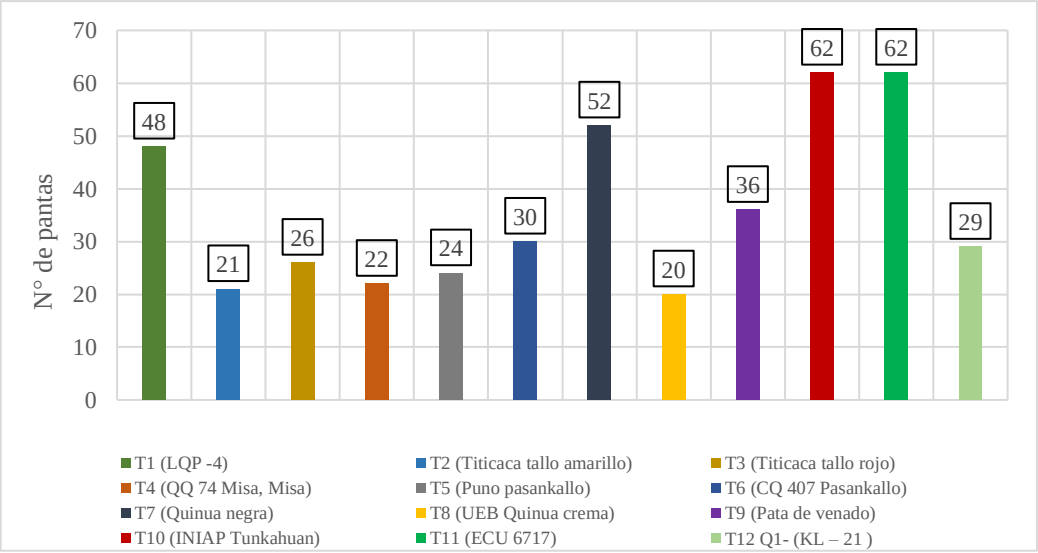
Resultados de análisis de varianza en el número de plantas por metro lineal (NPP)

Trat	Número de plantas por metro lineal (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	48	AB
2	21	B
3	26	AB
4	22	AB
5	24	AB
6	30	AB
7	52	AB
8	20	B
9	36	AB
10	62	A
11	62	A
12	29	AB
	CV: 37.33	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 2

Resultados estadísticos para el número de plantas por metro lineal (NPP)



Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre las accesiones de quinua en cuanto al número de plantas establecidas por metro lineal. Las accesiones INIAP Tunkahuan (T10) y ECU 6717 (T11) alcanzaron los valores más altos con 62 plantas. Seguidos de accesiones como Quinua negra (T7) con 52 plantas y LQP-4 (T1) con 48 plantas. En contraste, accesiones como UEB Quinua crema (T8) con 20 plantas, Titicaca tallo amarillo (T2) con 21 plantas y QQ74 Misa, Misa (T4) con 22 plantas, presentaron una menor densidad de plantas establecidas, lo que refleja problemas de emergencia o adaptación inicial. El coeficiente de variación experimental fue de (37.33%).

Este comportamiento se explica por la interacción entre la calidad fisiológica de la semilla y la adaptabilidad al ambiente local. Accesiones como INIAP Tunkahuan y ECU 6717, desarrolladas y validadas en el Ecuador, mostraron una excelente uniformidad y vigor inicial, lo que permitió alcanzar mayores densidades de plantas viables por metro lineal. En contraste, materiales introducidos como UEB Quinua crema y Titicaca tallo amarillo, posiblemente afectados por diferencias en requerimientos edafoclimáticos, mostraron una reducción en la población efectiva.

Variedades nacionales como INIAP Tunkahuan y INIAP Pata de Venado presentan un establecimiento uniforme superior a las 60 plantas/m en condiciones de la Sierra ecuatoriana, mientras que accesiones introducidas presentan poblaciones más variables y, en muchos casos, por debajo del promedio general (Murillo et al., 2023). Esto coincide plenamente con la presente investigación, en la cual los materiales locales superaron de forma significativa a los foráneos en la densidad de plantas establecidas.

4.3.Días a la cosecha (DC)

Tabla 3

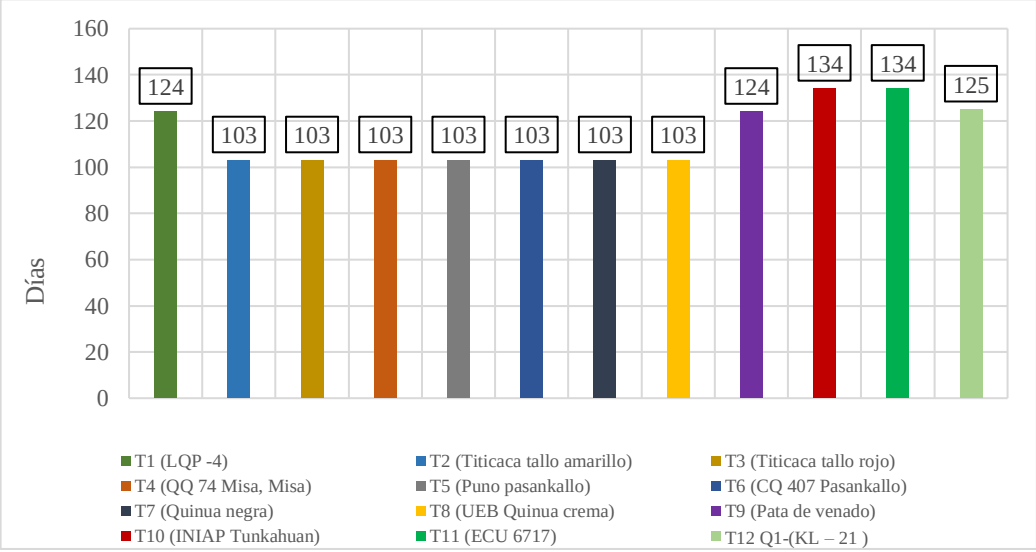
Resultados de análisis de varianza en días a la cosecha (DC)

Trat	Días a la cosecha (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	124	B
2	103	C
3	103	C
4	103	C
5	103	C
6	103	C
7	103	C
8	103	C
9	124	B
10	134	A
11	134	A
12	125	B
CV: 1.81		

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 3

Resultados estadísticos para el días a la cosecha (DC)



Los resultados muestran diferencias altamente significativas entre las accesiones en cuanto a la duración del ciclo hasta la cosecha. Las accesiones INIAP Tunkahuan (T10) y ECU 6717 (T11) presentaron el ciclo más largo con 134 días, clasificándose como tardías. Un grupo de accesiones muy precoces alcanzó madurez en 103 días: Titicaca tallo amarillo (T2), Titicaca tallo rojo (T3), QQ 74 Misa, Misa (T4), Puno pasankallo (T5), CQ 407 Pasankallo (T6), Quinua negra (T7) y UEB Quinua crema (T8). Finalmente, LQP-4 (T1) y Pata de venado (T9) registraron 124 días, y Q1 – (KL – 21) (T12) 125 días, ubicándose en un rango intermedio. El coeficiente de variación experimental fue bajo (1.81%), lo que indica buena consistencia entre repeticiones y que las diferencias entre accesiones son confiables.

Estas diferencias responden primordialmente a la variabilidad genética en la fenología (sensibilidad al fotoperíodo y a la temperatura) y a la adaptación al microclima del sitio (Laguacoto III: 2608 msnm, temperatura media anual 14.6 °C, precipitación anual 980 mm). Accesiones como T10 y T11 probablemente poseen genética de madurez tardía que permite mayor acumulación de biomasa y llenado de grano si las condiciones climáticas lo permiten; en cambio, las accesiones que maduraron en 103 días tienen un patrón de desarrollo acelerado (precoces), útil para escalonamiento de siembras o para evitar riesgos climáticos al final de temporada.

El manejo agronómico fue homogéneo (densidad, fertilización y control de malezas/enfermedades), por lo que las diferencias observadas se atribuyen principalmente a los caracteres intrínsecos de cada accesión y a su interacción genotipo × ambiente.

Estudios en Ecuador y la región andina reportan rangos de 90 a 143 días para diferentes materiales y, en particular, reconocen a INIAP Tunkahuan como una accesión con comportamiento de ciclo variable según sitio (puede encontrarse entre ciclos intermedios y tardíos según condiciones) (Hinojosa et al., 2021).

4.4.Severidad de ataque de mildiu (SAM)

Tabla 4

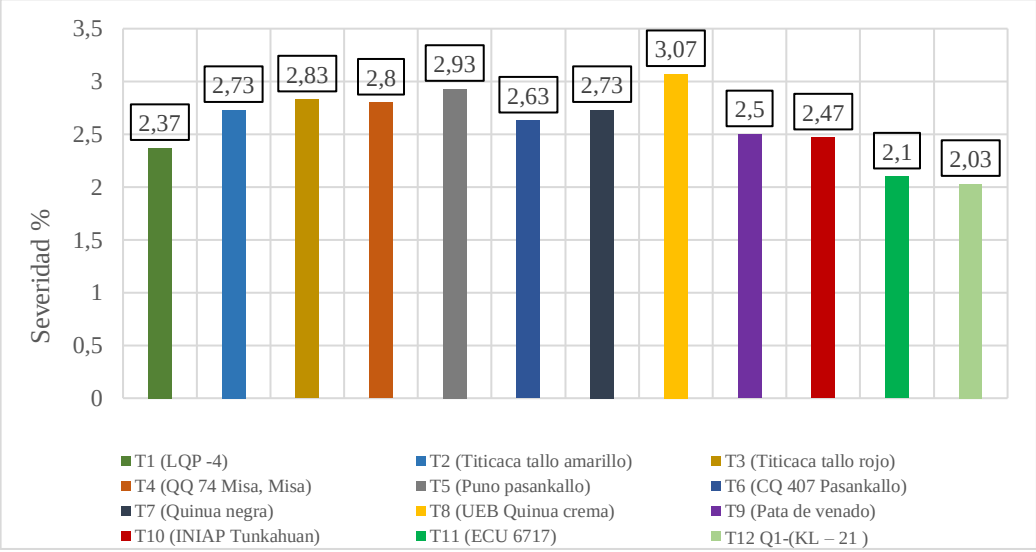
Resultados de análisis de varianza en severidad de ataque de mildiu (SAM)

Trat	Severidad de ataque de mildiu (n/s)	
N°	Promedios	Rangos
1	2.37	A
2	2.73	A
3	2.83	A
4	2.80	A
5	2.93	A
6	2.63	A
7	2.73	A
8	3.07	A
9	2.50	A
10	2.47	A
11	2.10	A
12	2.03	A
CV: 23.79		

Nota: p>0.05 ns = No significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 4

Resultados estadísticos para la severidad de ataque de mildiu (SAM)



Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre las accesiones evaluadas frente al mildiu. Según la escala de referencia, este valor corresponde a un grado 3 (26–50%), es decir, moderadamente susceptible. Sin embargo, se observaron variaciones entre accesiones: la UEB Quinua crema (T8) presentó el nivel más alto con 3.07, lo que la ubica en la categoría de moderadamente susceptible a susceptible, mientras que Q1 – (KL-21) (T12) con 2.03 y ECU 6717 (T11) con 2.10 mostraron los valores más bajos, clasificándose en el rango de tolerantes a moderadamente susceptibles. El resto de accesiones fluctuó entre 2.37 y 2.93, manteniéndose en la categoría de moderadamente susceptibles. El coeficiente de variación experimental fue de (23.79%).

Esta uniformidad en los niveles de severidad se explica por las condiciones ambientales de Laguacoto III, donde la humedad relativa y la temperatura favorecieron la rápida diseminación de *Peronospora variabilis*. Aunque algunas accesiones como Q1 – (KL-21) y ECU 6717 presentaron síntomas menos severos, las diferencias no alcanzaron significancia estadística, lo que sugiere que todas las accesiones evaluadas poseen un nivel de susceptibilidad intermedia.

No existen accesiones de quinua completamente inmunes al mildiu, predominando respuestas de resistencia parcial o susceptibilidad intermedia. Asimismo, la variabilidad del patógeno permite que incluso genotipos considerados tolerantes expresen síntomas moderados bajo ambientes favorables a la enfermedad. Investigaciones recientes en Ecuador ratifican que accesiones como INIAP Tunkahuan presentan un comportamiento tolerante a moderadamente susceptible, en concordancia con lo observado en este estudio (Chávez et al., 2024)

4.5.Altura de planta (AP)

Tabla 5

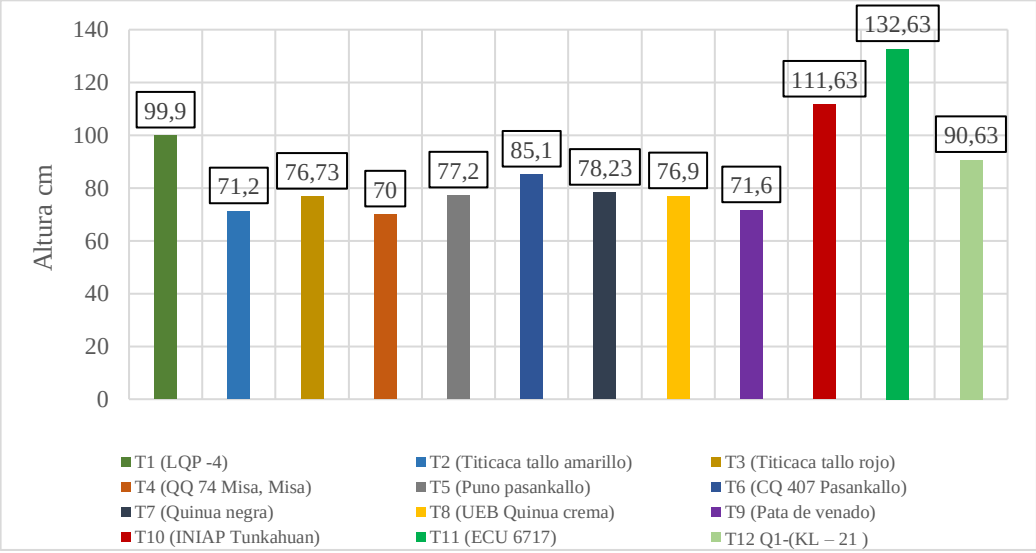
Resultados de análisis de varianza en altura de planta (AP)

Trat	Altura de planta (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	99.90	BC
2	71.20	E
3	76.73	DE
4	70.00	E
5	77.20	DE
6	85.10	CDE
7	78.23	DE
8	76.90	DE
9	71.60	E
10	111.63	B
11	132.63	A
12	90.63	CD
	CV: 6.52	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 5

Resultados estadísticos para la altura de planta (AP)



Se observaron diferencias altamente significativas entre las accesiones de quinua en cuanto a la altura de planta. La accesión ECU 6717 (T11) presentó el mayor promedio con 132.63 cm. Le siguió INIAP Tunkahuan (T10) con 111.63 cm y LQP-4 (T1) con 99.90 cm, clasificándose dentro del grupo superior. En contraste, accesiones como Titicaca tallo rojo (T3), Puno Pasankallo (T5), Quinua negra (T7) y UEB Quinua crema (T8) registraron valores intermedios, fluctuando entre 76.73 y 78.23 cm. Las de menor desarrollo en altura fueron Titicaca tallo amarillo (T2), QQ74 Misa Misa (T4) y Pata de Venado (T9), con promedios cercanos a los 70 cm. El coeficiente de variación experimental fue de (6.52%).

La diferencia en la altura de planta puede explicarse por la interacción genotipo–ambiente y el potencial de crecimiento inherente a cada accesión. Accesiones como ECU 6717 y Tunkahuan han sido desarrolladas o seleccionadas en programas de mejoramiento que buscan materiales con alta adaptabilidad y vigor, lo que se traduce en un mayor crecimiento vegetativo. Estas características permiten un mejor aprovechamiento de la radiación solar y mayor acumulación de biomasa, aunque también pueden aumentar el riesgo de acame en ambientes ventosos. En contraste, accesiones de porte bajo como Titicaca tallo amarillo y QQ74 Misa Misa, al presentar menor altura, pueden ofrecer ventajas en estabilidad y menor susceptibilidad al volcamiento, aunque con menor capacidad de sombreamiento frente a malezas.

La altura de planta en quinua varía ampliamente entre accesiones, con rangos de 70 a 140 cm, dependiendo de la adaptación al sitio y del ciclo fenológico. De igual manera, Murillo et al. (2023) señalan que materiales como INIAP Tunkahuan suelen superar los 110 cm en condiciones de la Sierra ecuatoriana, lo que concuerda con los valores obtenidos en este estudio.

4.6.Longitud de panoja (LP)

Tabla 6

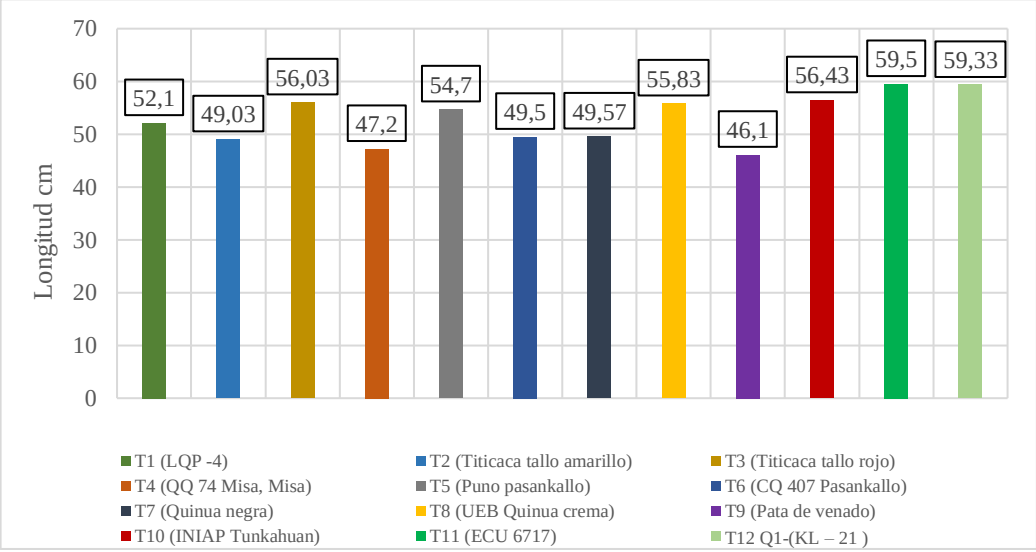
Resultados de análisis de varianza en longitud de panoja (LP)

Trat	Longitud de panoja (ns)	
N°	Promedios	Rangos
1	52.10	A
2	49.03	A
3	56.03	A
4	47.20	A
5	54.70	A
6	49.50	A
7	49.57	A
8	55.83	A
9	46.10	A
10	56.43	A
11	59.50	A
12	59.33	A
	CV: 11.75	

Nota: p>0.05 ns = No significativo; CV = Coeficiente de variación;

Figura 6

Resultados estadísticos para la longitud de panoja (LP)



Los resultados de longitud de panoja no mostraron diferencias estadísticas significativas entre las accesiones evaluadas, un CV de 11.75%. No obstante, se observó cierta tendencia en los valores: ECU 6717 (T11) y Q1 – (KL–21) (T12) alcanzaron los promedios más altos con 59.50 y 59.33 cm respectivamente, seguidos por INIAP Tunkahuan (T10) con 56.43 cm y Titicaca tallo rojo (T3) con 56.03 cm. En contraste, Pata de Venado (T9) registró el menor valor con 46.10 cm. A pesar de no existir diferencias estadísticas, los valores muestran una variabilidad biológica importante que permite diferenciar materiales de panoja larga frente a otros de menor desarrollo.

El hecho de que no existan diferencias estadísticas en la LP refleja la influencia del ambiente homogéneo en la expresión de este carácter morfológico. Sin embargo, la tendencia de accesiones como ECU 6717, Q1 – (KL–21) e INIAP Tunkahuan a presentar panojas más largas confirma la estabilidad observada en este tercer año de validación, lo que refuerza su potencial productivo, ya que la panoja constituye el órgano principal de acumulación de grano. Por otro lado, accesiones como Pata de Venado y QQ74 Misa Misa mantienen valores bajos, lo que podría representar una limitante en cuanto al número potencial de granos por planta, pero también puede asociarse a una mayor compactación de panoja, característica útil en ambientes donde se busca reducir problemas de desgrane o ataque de plagas.

Accesiones como INIAP Tunkahuan y ECU 6717 tienden a superar los 55 cm de longitud de panoja en condiciones de la Sierra, resultados que coinciden plenamente con lo observado en este estudio. La longitud de la panoja es un carácter influenciado tanto por la genética como por la disponibilidad hídrica y nutricional, siendo consistente a lo largo de ciclos de validación, tal como se evidenció en este tercer año en Laguacoto III (Murillo et al., 2023).

4.7.Diámetro de la panoja (DP)

Tabla 7

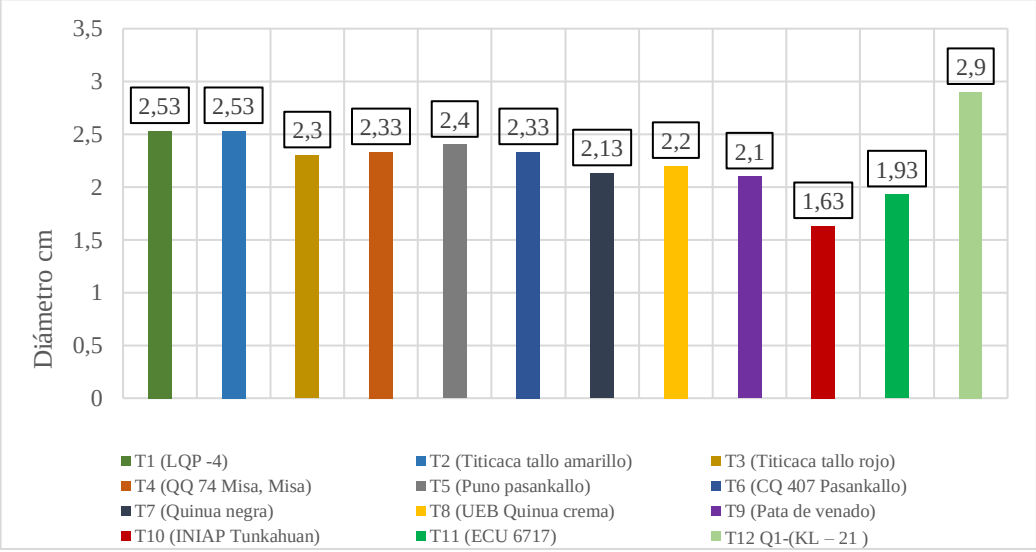
Resultados de análisis de varianza en diámetro de la panoja (DP)

Trat	Diámetro de la panoja (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	2.53	AB
2	2.53	AB
3	2.30	ABC
4	2.33	ABC
5	2.40	ABC
6	2.33	ABC
7	2.13	ABC
8	2.20	ABC
9	2.10	ABC
10	1.63	C
11	1.93	BC
12	2.90	A
	CV: 13.08	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 7

Resultados estadísticos para la diámetro de la panoja (DP)



Se observaron diferencias altamente significativas entre las accesiones respecto al diámetro de la panoja. Q1 – (KL–21) (T12) obtuvo el mayor promedio con 2.90 cm, destacándose en el grupo A. LQP-4 (T1) y Titicaca tallo amarillo (T2) siguieron en promedio con 2.53 cm. Por otro lado, INIAP Tunkahuan (T10) fue la accesión de menor diámetro con 1.63 cm. El CV moderado (13.08%) indican que, si bien existe variabilidad fenotípica, los resultados son suficientemente consistentes para su comparación.

El DP está relacionado con el potencial de producción, ya que típicamente las panojas más anchas permiten mayor número de granos o mejor capacidad de llenado. En este tercer año de validación en Laguacoto III, la accesión Q1 – (KL-21) destaca por su mayor grosor, un atributo morfológico consistente que puede favorecer rendimiento, especialmente en condiciones donde el llenado es esencial. LQP-4 (T1) y Titicaca tallo amarillo (T2) también presentan buen diámetro, lo que sugiere una estructura de panoja robusta y potencialmente productiva. Por el contrario, INIAP Tunkahuan (T10), con diámetro más reducido, podría tener menor capacidad de llenado, aunque quizás compense con otros atributos como mayor longitud de panoja o adaptabilidad estructural. Las diferencias observadas resguardan coherencia genética-genotípica y ambiental, reforzando la estabilidad de las características fenotípicas.

Estrada et al., (2022) evaluaron 81 genotipos de quinua y encontraron una correlación positiva entre el diámetro de la panoja y el rendimiento, lo que refuerza la importancia de este carácter en programas productivos y de mejoramiento genético. Adicionalmente, reportaron que el diámetro de panoja varía ampliamente entre 79.7 y 178.0 mm (7.97 a 17.8 cm), dependiendo del cultivar y el ambiente, lo cual supera a los valores obtenidos en nuestro ensayo, pero evidencia la potencial amplitud genética del carácter

4.8.Porcentaje de acame de raíz (PAR)

Tabla 8

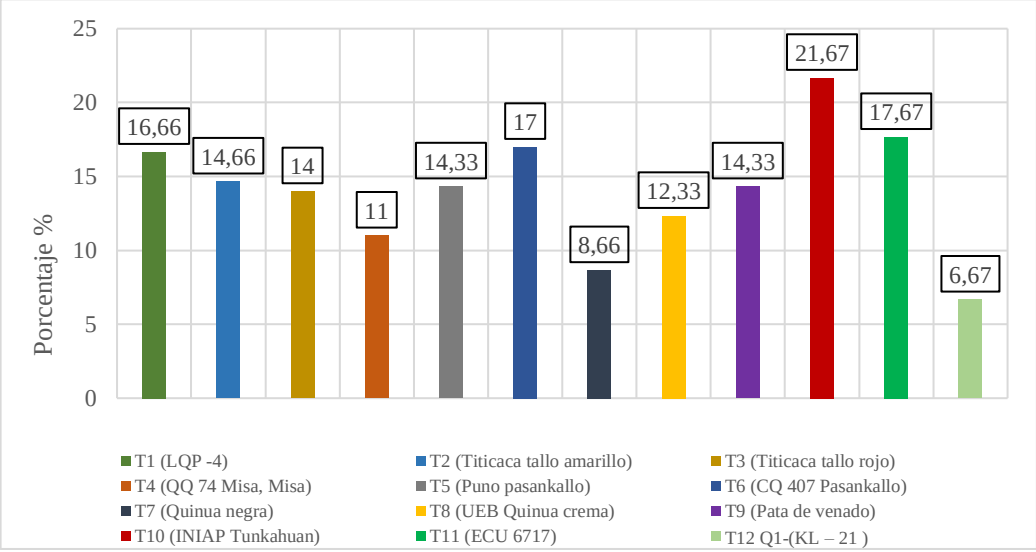
Resultados de análisis de varianza en porcentaje de acame de raíz (PAR)

Trat	Porcentaje de acame de raíz (ns)	
N°	Promedios	Rangos
1	16.66	A
2	14.66	A
3	14.00	A
4	11.00	A
5	14.33	A
6	17.00	A
7	8.66	A
8	12.33	A
9	14.33	A
10	21.67	A
11	17.67	A
12	6.67	A
	CV: 39.15	

Nota: p>0.05 ns = No significativo; CV = Coeficiente de variación;

Figura 8

Resultados estadísticos para el porcentaje de acame de raíz (PAR)



Los resultados de acame de raíz no mostraron diferencias estadísticas significativas entre las accesiones evaluadas. Sin embargo, se observaron tendencias importantes: INIAP Tunkahuan (T10) presentó el mayor porcentaje de acame con 21.67%, seguido de ECU 6717 (T11) con 17.67% y CQ 407 Pasankallo (T6) con 17.00%. En contraste, Q1 – (KL–21) (T12) mostró el menor valor con 6.67%, reflejando una mejor estabilidad radicular, mientras que Quinua negra (T7) registró también un valor bajo (8.66%). El coeficiente de variación experimental fue de (39.15%).

El AR está influenciado por el vigor vegetativo, la arquitectura radicular y las condiciones edafoclimáticas del sitio experimental. En este tercer año de validación en Laguacoto III, accesiones de mayor porte como INIAP Tunkahuan y ECU 6717 tendieron a presentar un mayor porcentaje de acame debido a la combinación de su altura con su peso de panoja, lo que aumenta el efecto de la gravedad y la presión del viento sobre el sistema radicular. En contraste, accesiones como Q1 – (KL–21) y Quinua negra, con porte intermedio y menor carga aérea, mostraron mayor estabilidad estructural, lo que sugiere que podrían adaptarse mejor a zonas ventosas o con suelos menos consistentes.

Las accesiones de mayor altura presentan mayor susceptibilidad al acame radicular, mientras que materiales de porte medio o bajo tienden a ser más estables y menos afectados por el viento y la humedad del suelo. En sus estudios sobre quinua en el Altiplano, los autores resaltan que el acame constituye uno de los principales factores limitantes del rendimiento, especialmente en variedades mejoradas de alto vigor, lo cual concuerda con lo observado en INIAP Tunkahuan y ECU 6717 en la presente investigación (Rodríguez et al., 2024).

4.9.Porcentaje de acame de tallo (PAT)

Tabla 9

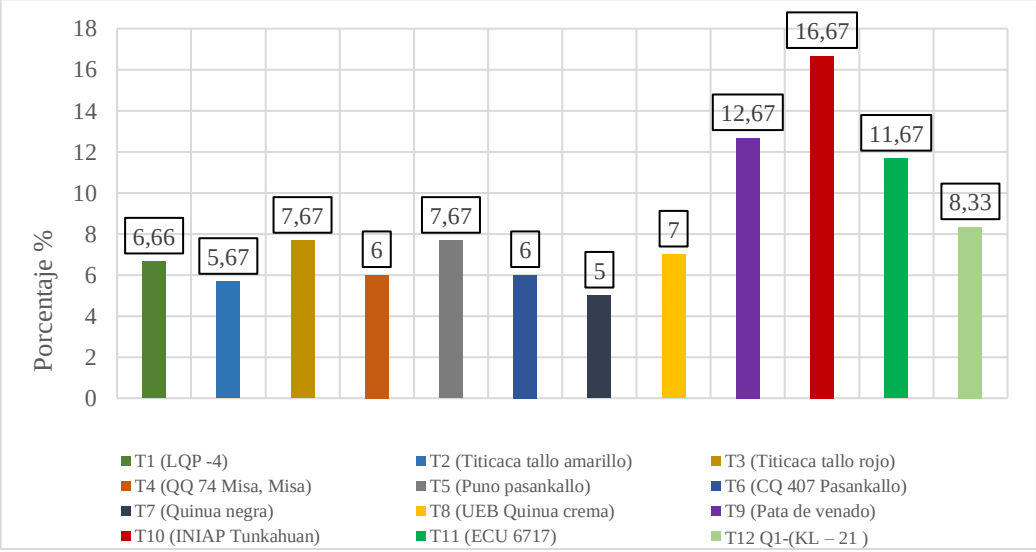
Resultados de análisis de varianza en porcentaje de acame de tallo (PAT)

Trat	Porcentaje de acame de tallo (ns)	
N°	Promedios	Rangos
1	6.66	AB
2	5.67	B
3	7.67	AB
4	6.00	B
5	7.67	AB
6	6.00	B
7	5.00	B
8	7.00	AB
9	12.67	AB
10	16.67	A
11	11.67	AB
12	8.33	AB
	CV: 39.15	

Nota: p>0.05 ns = No significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 9

Resultados estadísticos para el porcentaje de acame de tallo (PAT)



El porcentaje de acame de tallo no presentó diferencias estadísticas significativas entre las accesiones de quinua. Sin embargo, se identificaron tendencias relevantes: INIAP Tunkahuan (T10) registró el mayor valor con 16.67%, seguido por Pata de Venado (T9) con 12.67% y ECU 6717 (T11) con 11.67%. En contraste, accesiones como Quinua negra (T7), Titicaca tallo amarillo (T2) y QQ74 Misa Misa (T4) mostraron los valores más bajos, entre 5.00 y 6.00%. El coeficiente de variación experimental fue de (39.15%). Estos resultados indican que, si bien no existen diferencias estadísticas, algunos materiales tienden a ser más susceptibles al acame de tallo, especialmente aquellos con mayor altura y peso de panoja.

El acame de tallo está influenciado principalmente por el grosor y la resistencia mecánica del tallo, además de factores ambientales como vientos o lluvias intensas. En este tercer año de validación en Laguacoto III, se confirma que accesiones de porte alto como INIAP Tunkahuan y ECU 6717 tienden a presentar mayores porcentajes de acame, lo que puede comprometer la estabilidad de las plantas y dificultar la cosecha. Por el contrario, materiales de menor altura y estructura más compacta, como Quinua negra o Titicaca tallo amarillo, mantienen baja incidencia de acame, lo que los hace más estables bajo condiciones de campo.

El acame como factor que reduce rendimiento cuando coincide con altos vientos y suelos húmedos en madurez, y recomiendan selección de genotipos y manejo de nitrógeno/espaciamiento como medidas de mitigación. Estudios de caracterización de materiales y ensayos en la provincia de Bolívar y localidades andinas reportan que las accesiones de mayor porte muestran mayor susceptibilidad al acame, y que el acame puede reducir rendimiento cuando es severo (Silva et al., 2024).

4.10. Peso de 1000 granos (PMG)

Tabla 10

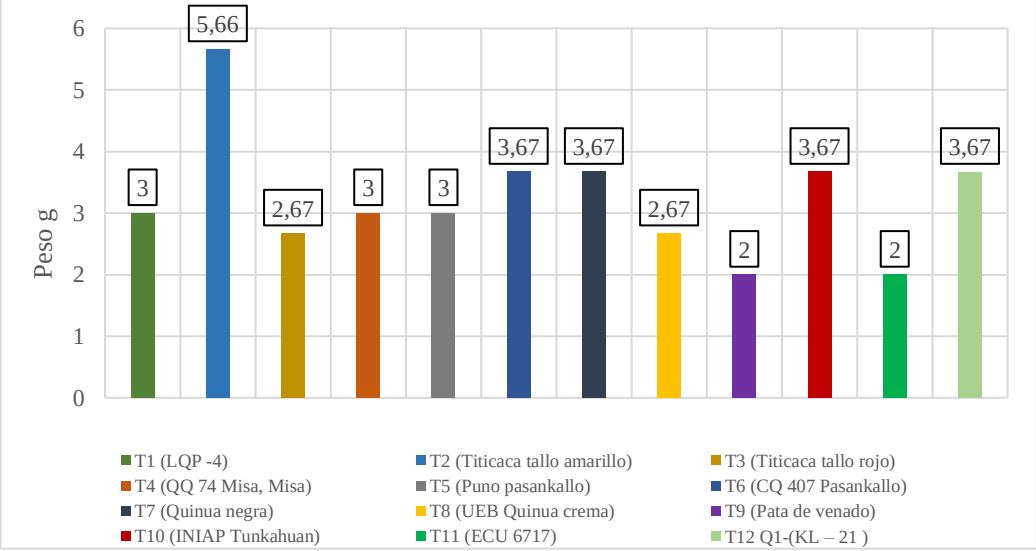
Resultados de análisis de varianza en peso de 1000 granos (PMG)

Trat	Peso de 1000 granos (ns)	
N°	Promedios	Rangos
1	3.00	A
2	5.66	A
3	2.67	A
4	3.00	A
5	3.00	A
6	3.67	A
7	3.67	A
8	2.67	A
9	2.00	A
10	3.67	A
11	2.00	A
12	3.67	A
	CV: 43.53	

Nota: p>0.05 ns = No significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 10

Resultados estadísticos para el peso de 1000 granos (PMG)



El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre accesiones para el peso de 1000 granos, aunque los valores oscilaron entre 2.00 g (T9 y T11) y 5.66 g (T2), un coeficiente de variación alto (CV 43.53%), lo cual refleja elevada dispersión en los datos.

El patrón observado por la combinación de factores genéticos y de manejo: el potencial de porte (altura de planta y diámetro de tallo) es el principal determinante de riesgo de acame, las accesiones de mayor altura acumulan mayor momento de palanca y, si el tallo no es suficientemente robusto, se inclinan o rompen.

Otros factores contribuyentes son la fertilización nitrogenada (excesos favorecen tallos altos y delgados), la densidad de siembra (mayor población favorece espigado y acame), humedad del suelo en etapas tardías, y eventos climáticos (viento/lluvia durante la madurez) (Hinojosa et al., 2021).

4.11. Contenido de saponina (CS)

Tabla 11

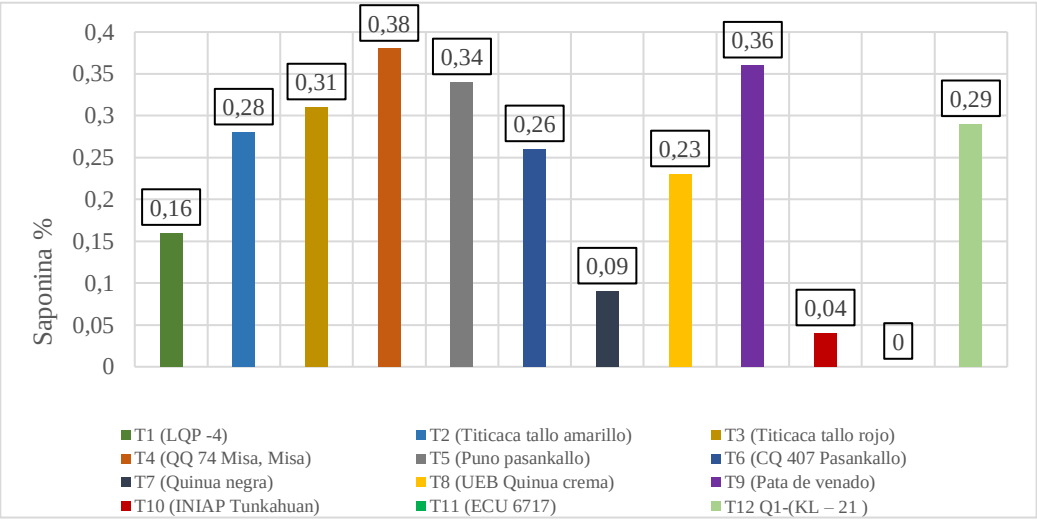
Resultados de análisis de varianza en contenido de saponina (CS)

Trat	**Contenido de saponina (**)**	
N°	**Promedios**	**Rangos**
1	0.16	BCDE
2	0.28	ABC
3	0.31	AB
4	0.38	A
5	0.34	AB
6	0.26	ABC
7	0.09	CDE
8	0.23	ABCD
9	0.36	AB
10	0.04	DE
11	0.00	E
12	0.29	ABC
	CV: 31.65	

Nota: ** $p < 0.01$= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 11

Resultados estadísticos para el contenido de saponina (CS)



El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre las accesiones de quinua evaluadas en cuanto al contenido de saponina. El rango de valores osciló entre 0.00% (ECU 6717, T11) y 0.38% (QQ 74 Misa, Misa, T4). Las accesiones T4, T3, T5 y T9 se ubicaron entre las de mayor contenido, esto quiere decir que las accesiones se presentaron como quinuas agrias, mientras que T10 y T11 presentaron los valores más bajos, cercanos a cero, lo que las clasifica como materiales de bajo contenido de saponina o dulces. El coeficiente de variación (31.65%) refleja una variabilidad moderada entre repeticiones, aceptable para este tipo de carácter bioquímico.

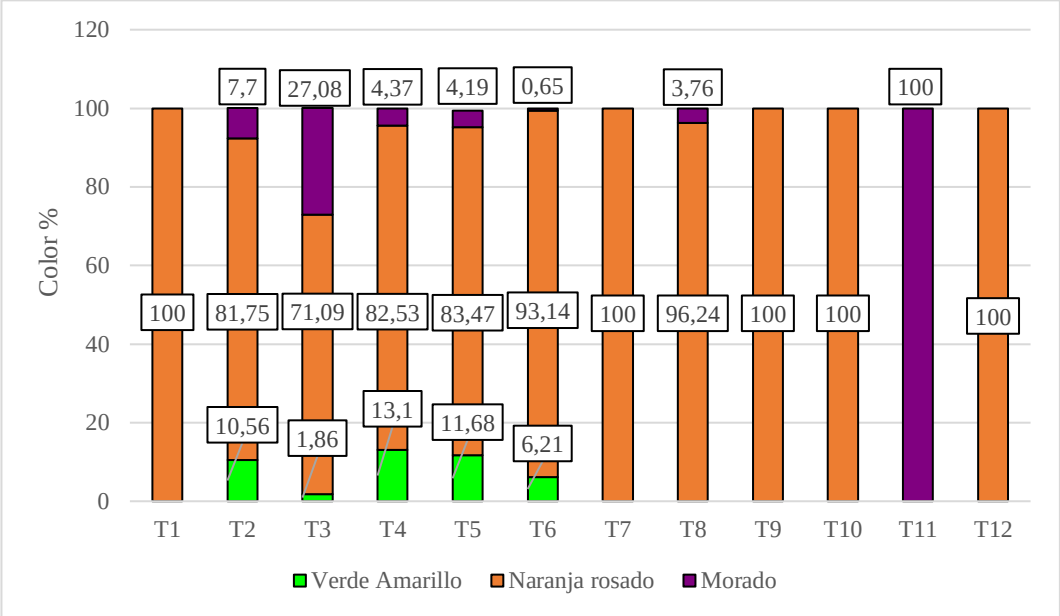
El contenido de saponina en quinua está determinado principalmente por factores genéticos, aunque también puede variar en función de la altitud, disponibilidad hídrica y condiciones de estrés biótico o abiótico durante el llenado de grano. Las accesiones ECU 6717 y Tunkahuan (T10) presentaron un contenido cercano a cero, lo que concuerda con el proceso de mejoramiento orientado a desarrollar variedades dulces, preferidas en el mercado por reducir los costos de postcosecha en desaponificación

Las accesiones con menor contenido de saponina presentan mayor aceptación en los mercados nacionales e internacionales, siendo preferidas por su facilidad de procesamiento y consumo directo (Hoyos, 2020).

4.12. Color de la panoja (CP)

Figura 12

Valores promedios del color de la panoja



Los resultados muestran una marcada predominancia del color naranja-rosado en la mayoría de accesiones, alcanzando valores del 100% en T1, T7, T9, T10 y T12. En accesiones como T5 y T6 también se observa una fuerte presencia de este color (83.47% y 93.14%, respectivamente), confirmando que se trata del fenotipo más común en el ensayo. En contraste, se evidenció la aparición del color verde-amarillo en T2 (10.56%), T4 (13.1%), T5 (11.68%) y T6 (6.21%), lo que indica cierta variabilidad genética dentro de las poblaciones. El color morado se expresó en menor proporción en T2 (7.67%), T3 (27.08%), T4 (4.37%), T5 (4.19%), T6 (0.65%), T8 (3.76%) y alcanzó el 100% en T11, mostrando que este material se diferencia claramente por su pigmentación.

En términos generales, se evidenció que el 50% de las accesiones (T1, T7, T9, T10 y T12) presentaron una coloración homogénea, caracterizada principalmente por el tono naranja-rosado, mientras que el 50% restante (T2, T3, T4, T5, T6, T8 y T11) mostró heterogeneidad en la expresión del carácter, combinando diferentes proporciones de colores como verde-amarillo y morado. Esta diversidad cromática refleja la variabilidad genética existente entre las accesiones evaluadas, la cual puede constituir un criterio de importancia en la selección de materiales diferenciados tanto para fines de mejoramiento genético como para preferencias comerciales asociadas al color de la panoja.

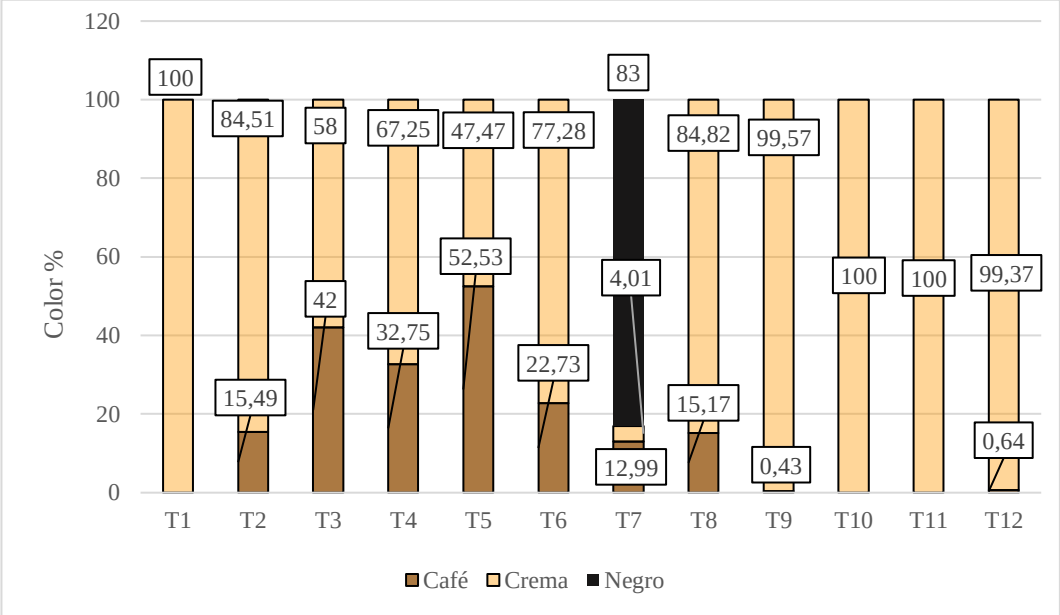
El color de la panoja en quinua es una característica genéticamente determinada, asociada con la acumulación de pigmentos como betalaínas, antocianinas y carotenoides. Estos pigmentos cumplen funciones de protección frente a radiación solar, estrés abiótico y ataques de patógenos, además de ser un carácter de interés comercial y de identidad varietal.

Desde un punto de vista agronómico, la diversidad en el color de la panoja es ventajosa, ya que permite seleccionar materiales con fines específicos: variedades con panojas claras y uniformes para mercados de consumo, y variedades con panojas pigmentadas que pueden asociarse a mayor resistencia o a productos diferenciados para mercados especializados (Ilbay, 2020).

4.13. Color del grano (CG)

Figura 13

Valores promedios del color del grano (CG)



El análisis del color del grano muestra predominio del tono crema en la mayoría de accesiones, alcanzando valores del 100% en T1, T10, T11 y T12, y porcentajes altos en T2 (84.51%), T6 (77.28%), T8 (84.82%) y T9 (99.57%). En contraste, se observa una proporción importante de grano café en accesiones como T3 (42%), T4 (67.25%), T5 (47.47%) y T6 (22.73%), evidenciando variabilidad intraespecífica en el carácter. Cabe destacar la accesión T7, que registró el 83% de granos de color negro y 12.99% de crema, diferenciándose notablemente del resto.

En cuanto al color del grano, se determinó que cerca de la mitad de las accesiones (T1, T10, T11 y T12) presentaron una tonalidad homogénea de color crema, mientras que el resto evidenció heterogeneidad, con mezclas de colores como café y negro en diferentes proporciones. Esta variabilidad cromática, destacada principalmente en T3, T4, T5, T6 y T7, refleja la diversidad genética existente entre las accesiones y constituye un rasgo diferenciador de importancia tanto para la caracterización morfológica como para su potencial aprovechamiento en programas de mejoramiento y en la preferencia de mercados específicos.

El color del grano en quinua está determinado por la acumulación de pigmentos como antocianinas, taninos y betalaínas, los cuales influyen no solo en el aspecto visual, sino también en propiedades nutricionales y funcionales. Los granos de tonalidad crema son los más comunes y preferidos en los mercados nacionales e internacionales por su apariencia uniforme y facilidad de procesamiento.

Los granos de color café y negro suelen asociarse a un mayor contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes, lo que les otorga un valor agregado para la industria alimentaria y nutracéutica. La variabilidad encontrada refleja la diversidad genética de las accesiones y constituye una oportunidad para dirigir la producción a distintos nichos de mercado: consumo masivo con granos claros y mercados especializados con granos oscuros y mayor valor funcional (Quintero & Guevara, 2021).

4.14. Tamaño del grano (TG)

Tabla 12

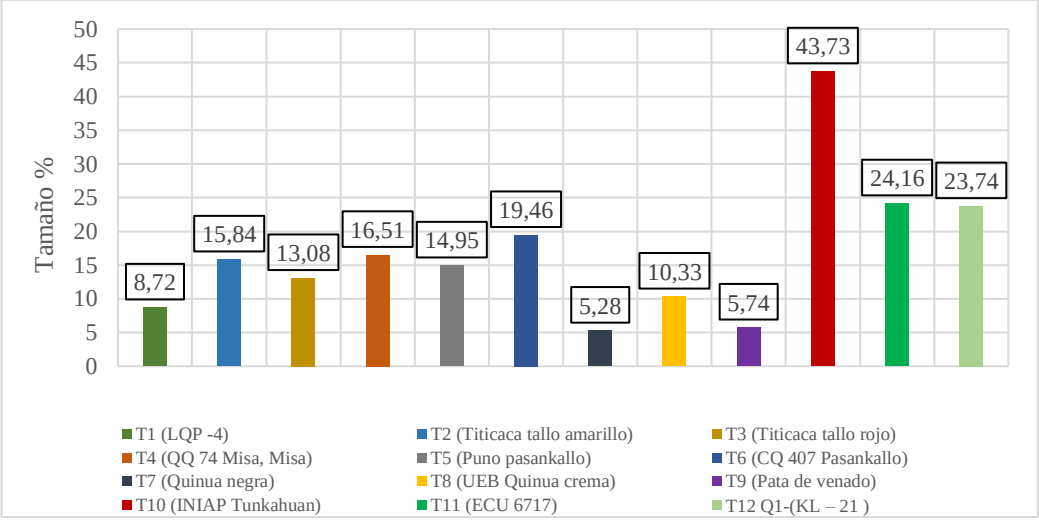
Resultados de análisis de varianza en tamaño de grano (TG)

Trat	**Tamaño de grano (**)**	
N°	**Promedios**	**Rangos**
1	8.72	CD
2	15.84	BCD
3	13.08	BCD
4	16.51	BCD
5	14.95	BCD
6	19.46	BC
7	5.28	D
8	10.33	CD
9	5.74	D
10	43.73	A
11	24.16	B
12	23.74	B
	CV: 2.47	

Nota: ** $p < 0.01$= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 14

Resultados estadísticos para el tamaño del grano (TG)



El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p<0.01$) en el porcentaje de granos grandes presentes entre las accesiones evaluadas. El rango de variación fue amplio, desde 5.28% (T7) y 5.74% (T9) hasta 43.73% (T10). El T10 se destacó con el mayor porcentaje de granos grandes, seguido de T11 (24.16%) y T12 (23.74%), agrupados estadísticamente en el rango superior. En contraste, accesiones como T7 y T9 presentaron porcentajes muy reducidos de granos grandes, lo que evidencia una marcada variabilidad genética en esta característica. El coeficiente de variación experimental fue de (2.47%).

El porcentaje de granos grandes está condicionado principalmente por la genética del material, pero también depende de la eficiencia en el llenado de grano, la disponibilidad de nutrientes (en particular nitrógeno y potasio) y la duración del ciclo fenológico. Accesiones como T10, T11 y T12 muestran un mayor potencial para producir granos de gran tamaño.

La proporción de granos grandes es un criterio de calidad importante, pues son preferidos en los mercados internacionales y gourmet, mientras que los granos pequeños tienen mayor uso en la agroindustria (harinas, balanceados). Esta diversidad en el tamaño permite diversificar la producción según el destino de consumo y mercado objetivo (Llamocca & Saenz, 2023).

4.15. Peso por parcela (PP)

Tabla 13

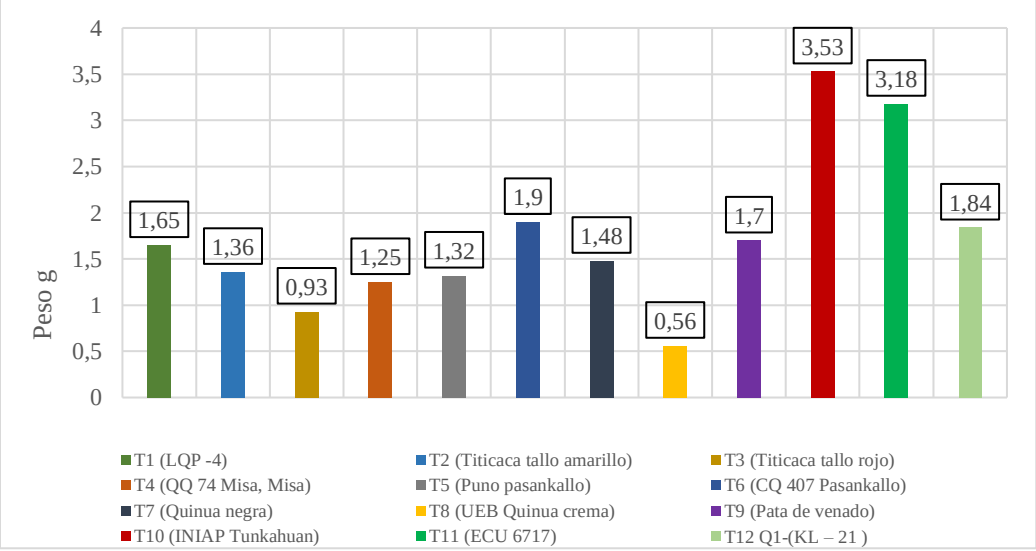
Resultados de análisis de varianza en peso por parcela (PP)

Trat	Peso por parcela (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	1.65	AB
2	1.36	CD
3	0.93	CD
4	1.25	CD
5	1.32	CD
6	1.90	BC
7	1.48	BCD
8	0.56	D
9	1.70	BCD
10	3.53	A
11	3.18	A
12	1.84	BC
	CV: 23.31	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación

Figura 15

Resultados estadísticos para el peso por parcela (PP)



El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas ($p<0.01$) entre los tratamientos para la variable peso por parcela. El rango de valores fue amplio, desde 0.56 kg en T8 hasta 3.53 kg en T10, con un coeficiente de variación de 23.31%, considerado aceptable para ensayos de campo. Los tratamientos T10 (3.53 kg) y T11 (3.18 kg) se ubicaron en el grupo estadístico superior, destacando claramente por su mayor productividad. En contraste, T8 (0.56 kg), seguido de T3 (0.93 kg) y T4 (1.25 kg), mostraron los valores más bajos. Estos resultados confirman que existe una marcada variabilidad productiva entre las accesiones de quinua, lo que permite identificar materiales con mayor potencial de rendimiento.

Las diferencias observadas en el peso por parcela pueden atribuirse principalmente a factores genéticos (capacidad productiva intrínseca de cada accesión), pero también a características agronómicas asociadas al número y tamaño de panojas, al llenado de grano y a la sanidad del cultivo. Accesiones como T10 y T11 evidenciaron mayor vigor vegetativo, mayor proporción de granos grandes y panojas más compactas, lo que se tradujo en un mayor peso por parcela. En cambio, materiales como T8 y T3, con panojas menos desarrolladas o mayor susceptibilidad a factores limitantes, mostraron menor productividad.

Desde un punto de vista agronómico, el peso por parcela refleja el rendimiento real obtenido bajo las condiciones experimentales, siendo un criterio directo de selección de materiales promisorios para escalar a producción comercial (Aliaga & Caballero, 2024).

4.16. Rendimiento en kg/ha

Tabla 14

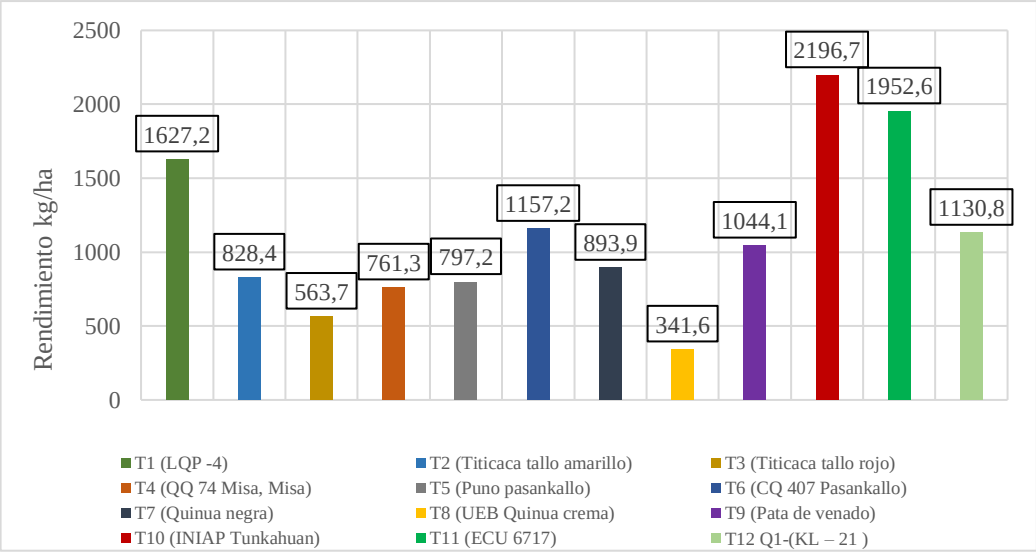
Resultados de análisis de varianza en rendimiento en kg/ha

Trat	Rendimiento kg/ha (**)	
N°	Promedios	Rangos
1	1627.2	AB
2	828.4	CD
3	563.7	CD
4	761.3	CD
5	797.2	CD
6	1157.2	BC
7	893.9	BCD
8	341.6	DE
9	1044.1	BCD
10	2196.7	A
11	1952.6	A
12	1130.8	BC
	CV: 23.11	

Nota: ** p < 0.01= Altamente significativo; CV = Coeficiente de variación;

Figura 16

Resultados estadísticos para el rendimiento en kg/ha



El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre accesiones para el rendimiento de quinua. Los valores oscilaron entre 341.6 kg/ha (T8) y 2196.7 kg/ha (T10). Los tratamientos T10 (2196.7 kg/ha) y T11 (1952.6 kg/ha) se ubicaron en el grupo estadístico superior, mostrando el mayor potencial productivo, mientras que accesiones como T3, T4, T5 y T8 se situaron en el rango inferior con rendimientos por debajo de 800 kg/ha. Estos resultados evidencian una marcada variabilidad genética en el rendimiento, lo que confirma que existen materiales con alto potencial para programas de mejoramiento y para producción a escala comercial en condiciones similares a las del ensayo. El coeficiente de variación experimental fue de (23.11%).

El rendimiento de la quinua es el resultado de la interacción de múltiples factores: genética del material, número de plantas, peso de grano, sanidad del cultivo, manejo agronómico y condiciones edafoclimáticas. Accesiones como T10 y T11 destacaron por su mayor vigor vegetativo, mejor llenado de grano y mayor proporción de granos grandes, lo que se tradujo en rendimientos superiores a la media. En contraste, accesiones como T8 y T3, con bajo peso por parcela y panojas menos compactas, registraron valores bajos de rendimiento.

Estos resultados sugieren que la selección de materiales productivos debe ir acompañada de prácticas de manejo que optimicen la fertilización nitrogenada, la densidad de siembra y el control de factores limitantes (malezas, plagas, enfermedades), para garantizar la expresión del potencial genético. El rendimiento, al ser la variable integradora más importante, constituye el criterio decisivo para la recomendación de materiales hacia productores y programas de extensión.

Murillo et al. (2023) reportaron que la variedad INIAP Tunkahuan alcanza rendimientos superiores a 1800 kg/ha bajo condiciones óptimas, cifra semejante a los resultados de T10 y T11 en este estudio. Investigaciones en Cotopaxi y Chimborazo han mostrado rendimientos variables entre 700 y 1600 kg/ha, dependiendo de la altitud y fertilidad del suelo

4.17. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 15

Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el rendimiento kg/ha (variable dependendiente Y)

Variables independientes (Xs) componente rendimiento kg/ha (R)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2) %
PE	0.7067	0.1506	49
NPP	0.6059	0.3307	36
AP	0.8369	0.4395	70
CS	-0.6619	-0.3173	48
TG	0.7116	0.7316	50
PP	0.8706	0.7579	75

- **Coeficiente de correlación (r)**

El coeficiente de correlación refleja la fuerza y dirección de la relación entre las variables independientes y el rendimiento de quinua (Y). En este estudio, se observaron correlaciones positivas fuertes en AP (0.8369), lo que indica que a mayor crecimiento vegetativo y mayor tamaño de panoja, el rendimiento tiende a incrementarse significativamente. De igual manera, el PP (0.8706) presentó la correlación más alta, confirmando que esta variable es un predictor confiable del rendimiento final. En contraste, se detectaron correlaciones negativas en el CS (-

0.6619); esto sugiere que un mayor contenido de saponina y tallos más gruesos no necesariamente contribuyen al aumento del rendimiento, e incluso pueden estar asociados a menor productividad.

- **Coeficiente de regresión (b)**

El coeficiente de regresión muestra el cambio en el rendimiento (Y) por cada unidad de variación en las variables independientes (Xs). En este caso, el PP (0.7579) evidencian los incrementos más altos: es decir, cada aumento en estas variables se traduce directamente en un mayor rendimiento de grano por hectárea. La AP (0.4395) y el TG (0.7316) también reflejan una relación positiva, aunque de menor magnitud. Por el contrario, el CS (-0.3173) y el DT (-0.1139) tuvieron coeficientes negativos, confirmando su aporte desfavorable al rendimiento. En síntesis, la regresión indica que las variables relacionadas con la estructura reproductiva (panoja, grano y peso de parcela) son las que mayor impacto ejercen en la productividad final del cultivo.

- **Coeficiente de determinación (R^2)**

El coeficiente de determinación expresa el porcentaje de la variación en el rendimiento que puede ser explicado por cada variable independiente. En este caso, el PP (75%) y la AP (70%) fueron las variables que explicaron la mayor proporción de la variabilidad en el rendimiento, lo que confirma su papel clave como indicadores de productividad. También destacan el TG (50%), los cuales aportan información significativa en la predicción del rendimiento. Por otro lado, el CS (48%) explicó una parte moderada de la variación, pero de manera negativa, lo que refuerza la necesidad de priorizar materiales dulces o de bajo contenido de saponina en programas de mejoramiento.

4.18. Comprobación de hipótesis

Basado en los resultados estadísticos obtenidos a través del análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (Ha), dado que la respuesta agromorfológica y productiva del cultivo de quinua sí depende de la accesión cultivada.

Esto se evidenció en variables clave como el porcentaje de emergencia, altura de planta, longitud y diámetro de panoja, peso de 1000 granos, contenido de saponina y rendimiento (kg/ha), donde las accesiones mostraron diferencias estadísticas altamente significativas. En particular, ECU 6717, INIAP Tunkahuan y Quinua negra destacaron por su vigor y rendimiento, mientras que otras accesiones como UEB Quinua crema registraron los valores más bajos en germinación y desempeño productivo.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se evidenció una variabilidad significativa entre las accesiones evaluadas en los factores agromorfológicos. La accesión ECU 6717 (T11) registró el mayor porcentaje de emergencia con 100%, seguida de INIAP Tunkahuan (T10) con 96.67% y Quinua negra (T7) con 93.33%, lo que refleja un vigor inicial superior. En cuanto a la altura de planta, se alcanzaron valores que oscilaron entre 90 cm y más de 150 cm, destacándose INIAP Tunkahuan y ECU 6717 con los mayores promedios. La longitud y diámetro de panoja también mostraron diferencias, sobresaliendo Tunkahuan y Q1 (KL-21), con panojas de mayor tamaño y densidad.

- El rendimiento en grano fue una de las variables más determinantes, evidenciando diferencias estadísticas entre las accesiones. La accesión INIAP Tunkahuan (T10) alcanzó el mayor con 2196.7 kg/ha. Por el contrario, accesiones como UEB Quinua crema (T8) y Puno pasankallo (T5) se ubicaron por debajo del promedio, con rendimientos inferiores a 800 kg/ha. En el peso de 1000 granos, las accesiones con mejores valores fueron Titicaca tallo amarillo (T2) con 5.66 g y CQ 407 Pasankallo (T6), Quinua negra (T7), INIAP Tunkahuan (T10) y Q1 – (KL – 21) (T12) con 3.67 g

- Se consolidó una base de datos completa de las 12 accesiones de quinua, integrando información de los factores agromorfológicos y de rendimiento. Este registro constituye un insumo técnico-científico para futuros programas de selección y mejoramiento, permitiendo identificar accesiones con alto potencial productivo como ECU 6717, INIAP Tunkahuan y Quinua negra, que mostraron mayor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de Guaranda.

5.2. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda priorizar la siembra de las accesiones INIAP Tunkahuan, ECU 6717 y Quinua negra, ya que registraron los mejores valores de emergencia (93.33% – 100%) y rendimientos superiores a 2196.7 kg/ha, excepto Quinua negra, mostrando alta adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de Guaranda.

- Para productores que buscan maximizar el rendimiento, se aconseja utilizar INIAP Tunkahuan, la cual alcanzó el valor más alto, garantizando así mayor productividad y rentabilidad.

- Se recomienda a los agricultores aprovechar la base de datos generada en este estudio como insumo técnico para seleccionar materiales con características favorables (panojas largas y densas, alto peso de 1000 granos y bajo contenido de saponina), lo que contribuirá a mejorar la calidad del grano y fortalecer la competitividad de la quinua en mercados locales e internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, L. (2020). Gusano cogollero, una plaga que afecta nuestros cultivos de invierno. Obtenido de https://www.rainbowagrolatam.com/ec/detalle-de-gusano-cogollero,-una-plaga-que-afecta-nuestros-cultivos-de-invierno-197

Aliaga, J., & Caballero, A. (2024). Evaluación del rendimiento del cultivo de la quinua ante estresores agroclimáticos con el modelo NL-CROP (No. 11/2024). Development Research Working Paper Series. Obtenido de https://www.econstor.eu/handle/10419/302255

Aruhuanca, M. (2018). Enfermedades fungosas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En la zona agroecológica Circunlacustre de Puno, lurante La Campaña Agrícola 2015-2016. Obtenido de https://repositorio.unap. edu.pe/handle/20.500.14082/7738

Bazile, D. B. y C. N. (2020). Estado del arte de la Quinua en el mundo (R. M. Marcia Miranda, Ed.). Obtenido de: file:///C:/Users/USER/Downloads/ i4042s.pdf

Bolívar F & Cayambe L (2024). Caracterización de germinado de Quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Universidad Nacional De Chimborazo.

Carpio, C., & Muñoz, D. (2022). Manejo Integrado de plagas con Enfoque Conservativo MIP-EC. Obtenido de https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2022/07/Manual-MIP-EC_Quinua.pdf

Castillo, D. R., León, L. G., Zurita-Silva, A., Quintana Carola Vera P, R. L., & Alfaro, C. J. (2021). Escala Fenológica Quinoa. Obtenido de: https://bibliotecadigital.fia.cl/server/api/core/bitstreams/a5669e55-0768-4916-bae8-99c95ba8f3b7/content

Chasiluisa J. (2021). Identificación de saberes ancestrales aplicadas en el manejo de cosecha y poscosecha de cultivos andinos en el Ecuador [Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Recursos

Naturales]. Obtenido de: https://repositorio.utc.edu.ec/ server/api/core/ bitstreams/d456c868-8544-47b7-a9d3-e1450ab3d17d/content

Chávez, V., Mancilla, J., & Carbajal, L. (2024). Mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis*): Una revisión sobre respuesta y tratamiento de la enfermedad. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/377321448_ Mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis)* una revisión sobre respuesta y tratamiento de la enfermedad

Chuquimarca J. (2019). Evaluación de la adaptación y rendimiento de diez líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), en la Parroquia Calpi Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo" [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Recursos Naturales]. Obtenido de: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10731/1/13T0874.pdf

Cruces, L., Santivañez, T., Callohuari, Y., Carrera, C., Delgado, P., Peralta, M. E., Tejada, G., Chorbadjian, R., & Rosales, M. (2016). Quinua Manejo integrado de plagas Estrategias en el cultivo de quinua para fortalecer el sistema agroalimentario de la zona andina. Obtenido de: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/518339ec-6cb9-4a3c-970f-82ca6d32328d/content

De La Vega S. (2022). Evaluación de la fenología, morfología y rendimiento de seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en condiciones agroecológicas de Vilcabamba - Grau - Apurímac [Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurimac]. Obtenido de: https://repositorio. unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1090/T_719.pdf?sequence=1 &isAllowed=y

Diego V. (2020). Diseño del proceso industrial para la elaboración de tres variedades de extruido de Quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en Coprobich. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias.

Escobar E. (2022). Resistencia de 88 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), a Mildiu *(Peronospora variabilis)*, en invernadero y en campo, en Cutuglagua, estación experimental Santa Catalina.

Escobar, E. (2022). Resistencia de 88 Accesiones de Quinua *(Chenopodium quinoa)*, A. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4bbec657-f587-43df-a65e-ace4a4b2c7ee/content

Estrada, R., Apaza, V., Pérez, A., Altamirano, A., Neyra, E., & Bobadilla, L. (2022). Comportamiento agronómico de 81 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en el Perú. Revista Ecosistemas y recur. agropecuarios vol.9 no.1. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282022000100101

FAO. (2020). Consideraciones sobre el manejo agronómico del cultivo de la quinua en el departamento de Nariño Recopilación de experiencias con pequeños productores. Obtenido de: https://openknowledge.fao.org/server/ api/core/bitstreams/b6e9781d-552d-4e96-a24c-07e5dbb0f576/content

FAO. (2020). Guía de cultivo de la quinua. In Gómez Luz & Aguilar Enrique (Eds.), guía de cultivo de la quinua. Obtenido de: www.fao.org/publications/es

FAO. (2022). Quinua Operaciones de Poscosecha-Compendio de Poscosecha (1st ed.). Obtenido de: https://www.fao.org/4/ar364s/ar364s.pdf

FAO. (2025). Biodiversidad de la quinua. Obtenido de: https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinua/biodiversidad-de-la-quinua/es/

Foods. (2021). La Quinua: ¿qué es?, historia, cultivo, valor nutricional, usos, recetas y más... - Superalimentos del Perú. Obtenido de: https://foods.pe/la-quinua/#valor-nutricional-de-la-quinua

García, C. B., Barco, O. E., & Rosas, I. D. (2012). Evaluación y transferencia de tecnología para tres genotipos promisorios de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* W.) en los municipios de Pasto y Guaitarilla del departamento de

Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas, 24(1 y 2), 14. Obtenido de: http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/91

Hinojosa, L., Leguizamo, A., Carpio, C., Muñoz, D., Mestanza, C., Ochoa, J., . . . Murphy, K. (2021). Quinua en Ecuador: Avances recientes en el marco de la expansión global. Obtenido de https://www.mdpi.com/2223-7747/10/2/298

Hoyos, R. (2020). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de cosméticos a base de saponina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Obtenido de https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12143/Lecaros_Hoyos_Mauricio_Ren%C3%A9.pdf?sequence=1

Huamani O. (2023). Fuentes de abono orgánico en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de grano negro con riego localizado. Canaán - 2750 msnm - Ayacucho [Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga Facultad De Ciencias Agrarias]. Obtenido de: https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8ecccec2-df67-4148-b668-0d9b99cc89d3/content

Ilbay D. (2020). Caracterización morfológica y agronómica de doscientos cuarenta ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) De panoja roja, tipo Chimborazo. [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Recursos Naturales]. Obtenido de: http://dspace.espoch.edu.ec /bitstream/123456789/14126/1/13T00920.pdf

Llamocca, A., & Saenz, K. (2023). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de premezclas de panqueques con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/561052271.pdf

López E. (2022). Estudio comparativo de la población de hymenoptera en cultivo asociado y monocultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) En seis localidades de la provincia de chimborazo.

López F. (2021). Estudio de la expresión génica de cuatro accesiones de (*Chenopodium quinoa* W.), bajo condiciones de estrés por frío. [Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencias Agropecuarias]. Obtenido de: https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eea12e35-106f-4e7f-b4a0-4a93b493b6c0/content

Mujica A, I. J. & P. J. (2022). Capitulo i. Origen y descripcion de la quinua.

Murillo, A., Rodríguez, D., Vega, L., Yumisaca, S., Mazón, N., & Peralta, E. (2023). INIAP- EXCELENCIA Variedad Mejorada de Quinua Precoz.

Murillo, A., Vega, L., Rodríguez, D., & Yumisaca, S. (2023). Manual del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W) en Ecuador. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6054

Nieto C. & Carlos V (2019). INIAP-Estación Experimental Santa Catalina La Quinua, cosecha y poscosecha algunas experiencias en Ecuador. Obtenido de: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/140/1/ iniapscb224.pdf

Pazmiño P & Gualli W. (2022). Caracterización morfo agronómica de ocho accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Provenientes de Bolivia, Perú y Chile, en el cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Obtenido de: https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b0c94b7f-ce49-4195-9a1a-88851951c9f1/content

Puentestar M. (2020). Evaluación del rendimiento agronómico del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), a dos distanciamientos de siembra con la aplicación de tres bioestimulantes foliares. [Universidad Técnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias]. Obtenido de: https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3221/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000078.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quintero, N., & Guevara, L. (2021). La quinua, sus compuestos bioactivos, propiedades funcionales en el diseño y desarrollo de productos. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42588

Rodríguez, J., Espítia, J., Velasquez, F., & Villagran, E. (2024). Quinua (*Chenopodium quinoa* W.): mejoramiento, producción y poscosecha. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/389397360QuinuaChenopodiumquinoaWilldmejoramientoproduccionyposcosecha

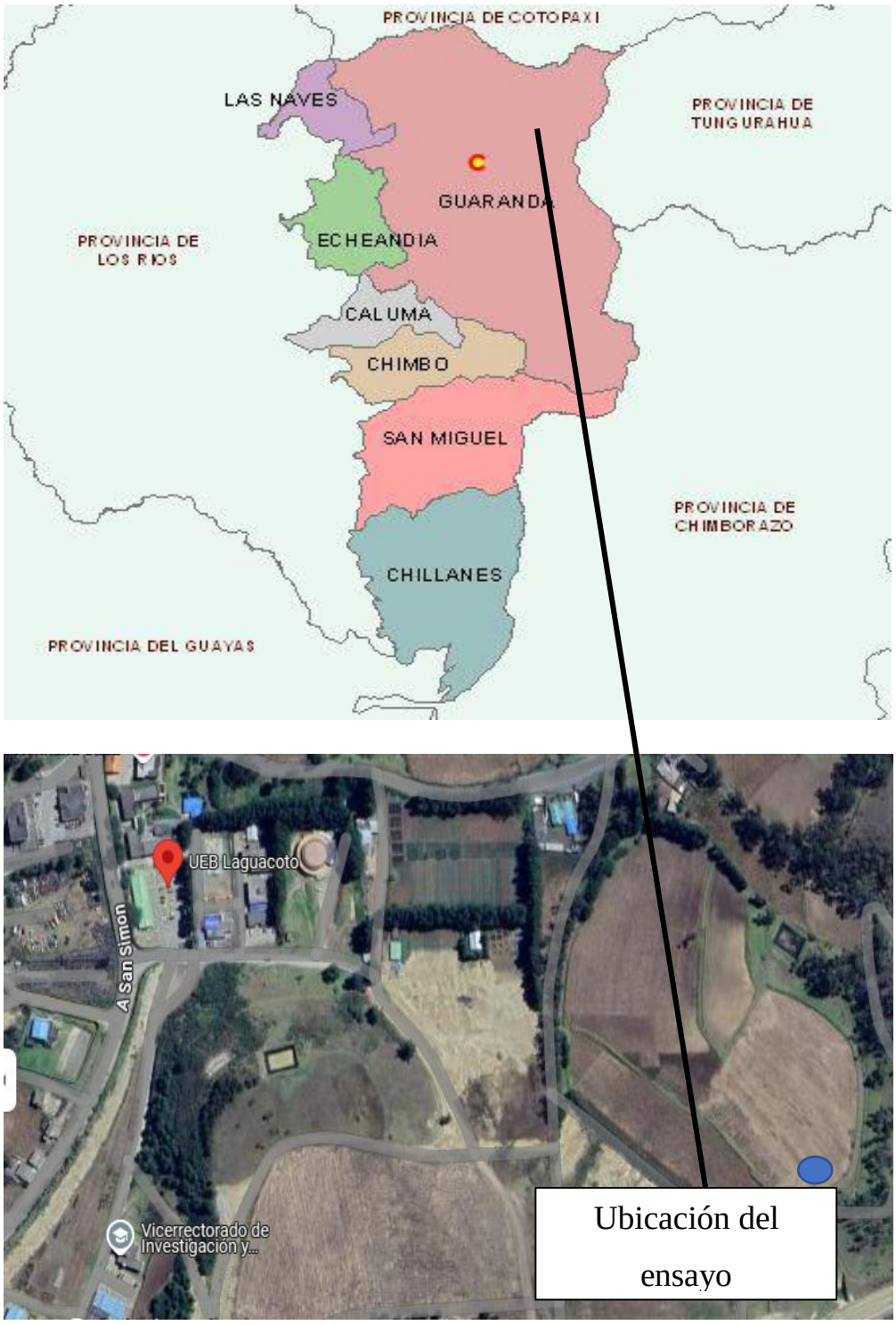
SADER. (2019). ¿Qué es la poscosecha y por qué es importante? Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Gobierno gob.mx. Obtenido de: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-poscosecha-y-por-que-es-importante

Silva, D., Rodríguez, E., & Román, A. (2024). Caracterización agronómica de materiales extraterritoriales de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en la provincia Bolívar. Revista Agrotecnológica Amazónica, 4(2). Obtenido de https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/raa/article/view/748

Vilca, J., & Carrasco, G. (2013). manejo integrado en el cultivo de quinua. sustainability (Switzerland), 11(1), 1–14. Obtenido de: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

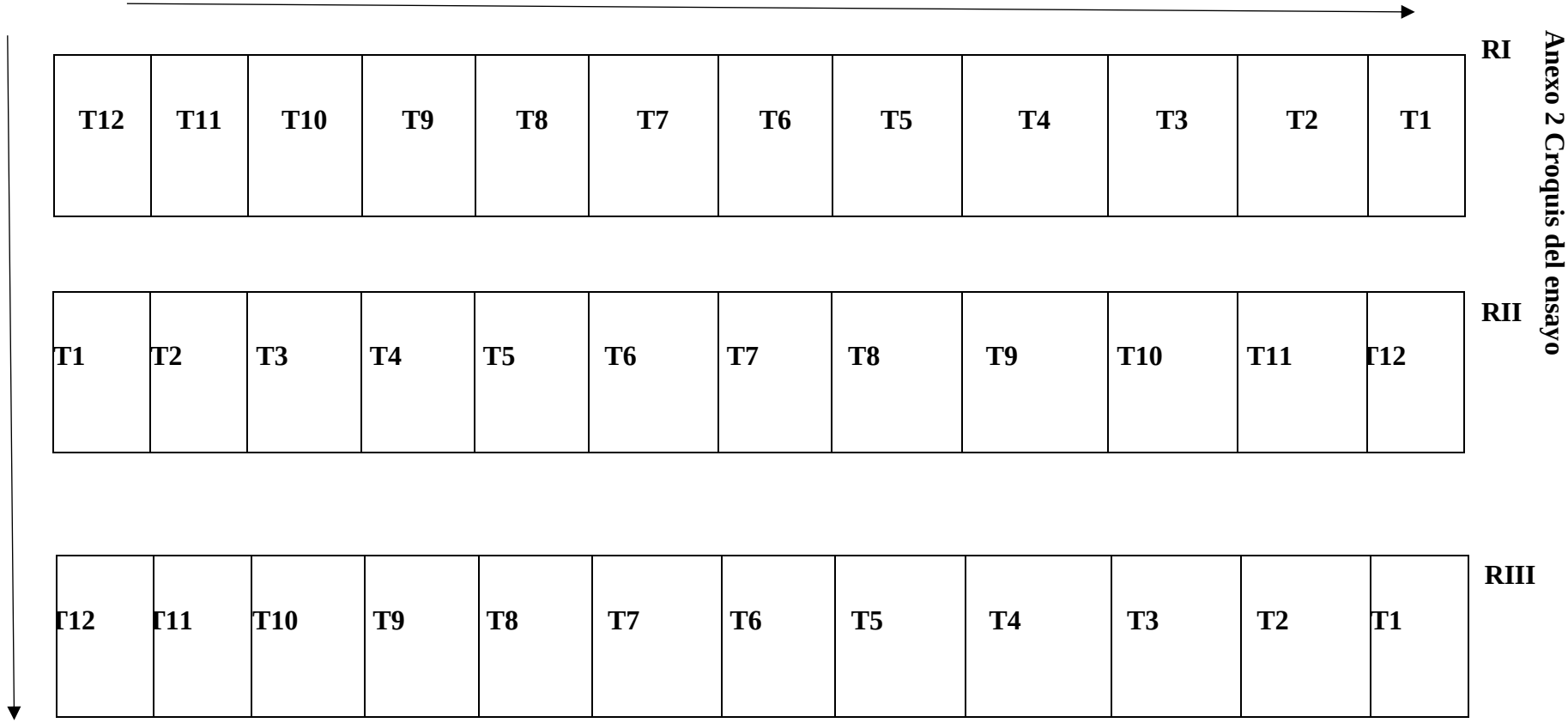
ANEXOS

Anexo 1 Mapa de ubicación de la investigación



Fuente: (GPS, 2025)

Anexo 2 Croquis del ensayo



Anexo 3 Base de datos

T	R	PE	NPP	DC	SAM	AP	LP	DP	AR	AT	PMG	GG	GP	CS	PP	KGHA
1	1	30	22	123	2.4	99.3	64.2	2.7	10	5	3	6.51	93.49	0.16	38.792	2363.19
2	1	15	20	102	3.4	62.7	47.3	3.2	10	5	2	13.66	86.33	0.19	1.338	824.72
3	1	20	17	104	3,00	71.7	56.7	3	5	5	2	17.18	82.82	0.22	0.7013	426.22
4	1	30	25	101	2.9	63.8	43.2	2.7	5	5	3	13.45	86.55	0.31	10.939	664.83
5	1	35	26	100	2.6	75.2	52.1	2.6	10	5	2	14.48	85.52	0.34	12.497	762.21
6	1	60	28	105	2.5	86.3	49.4	2.9	10	5	4	16.16	83.84	0.11	19.344	1171.48
7	1	100	57	102	2.2	68.8	41.1	2.4	5	5	5	5.34	94.66	0.11	1.401	844.42
8	1	50	18	105	2.9	74.3	56.1	2.4	10	5	3	7.01	92.99	0.4	0.5553	338.29
9	1	40	28	123	1.9	76.3	45.5	2.1	5	8	2	6.17	93.83	0.31	18.262	1125.63
10	1	100	72	133	2,00	108.7	57.2	1.6	10	10	4	54.87	45.13	0.04	33.705	2079.93
11	1	100	95	136	1.3	122.8	48.6	1.7	10	10	2	18.26	81.74	0	3.047	1886.86
12	1	75	39	126	1.9	91.3	58.3	2.9	5	10	5	23.02	76.98	0.31	16.664	1018.75
1	2	90	64	124	3.3	102.3	46	2.5	10	5	2	9.76	90.24	0.18	14.041	864.45
2	2	60	22	103	1.8	76	52	2.4	16	5	6	20.83	79.17	0.35	11.174	680.71
3	2	80	38	103	2.2	72.6	50.6	1.9	19	8	2	11.94	82.06	0.33	1,152	670.17
4	2	75	25	103	2.3	62.5	40.1	2.2	12	5	4	17.82	82.18	0.41	11.522	701.09
5	2	50	29	103	2.9	73.8	56.3	2.6	18	10	3	16.1	83.9	0.35	11.485	690.59
6	2	80	39	103	2.7	76	40.5	2	18	5	5	21.68	78.32	0.35	15.896	966.09

7	2	90	43	104	3.3	78.4	51.9	1.9	11	5	3	5.59	94.41	0.11	17.885	1084.41
8	2	15	23	103	3,00	80	55.1	2.1	15	9	2	14.01	85.99	0.11	0.5631	342.63
9	2	50	51	124	3,00	67.7	48.9	2.2	30	20	2	5.66	94.34	0.41	16.859	1028.25
10	2	100	66	134	2.9	106.8	51.3	1.6	30	20	3	38.71	61.29	0.04	31.869	1998.12
11	2	100	37	134	3.4	131.9	62	2	18	5	2	33.26	66.74	0	33.312	2048.5
12	2	40	28	124	1.8	88.5	59.6	3.3	5	10	3	23.59	76.41	0.31	16.611	1029.83
1	3	70	58	125	1.4	98.1	46.1	2.4	30	10	4	9.9	90.1	0.15	26.554	1653.9
2	3	50	22	104	3,00	74.9	47.8	2	18	7	9	13.04	86.96	0.31	16.101	979.71
3	3	60	22	102	3.3	85.9	60.8	2	18	10	4	10.12	89.88	0.4	0.9761	594.64
4	3	65	17	105	3.2	83.7	58.3	2.1	16	8	2	18.27	81.73	0.44	15.031	917.84
5	3	40	17	106	3.3	82.6	55.7	2	15	8	4	14.29	85.71	0.34	15.577	938.87
6	3	50	22	101	2.7	93	58.6	2.1	23	8	2	20.54	79.46	0.31	21.849	1334.17
7	3	90	56	103	2.7	87.5	55.7	2.1	10	5	3	4.93	95.07	0.06	12.314	752.82
8	3	30	19	102	3.3	76.4	56.3	2.1	12	7	3	9.99	90.01	0.19	0.5617	343.8
9	3	50	29	125	2.6	70.8	43.9	2	8	10	2	5.4	94.6	0.35	15.857	978.53
10	3	90	48	135	2.5	119.4	60.8	1.7	25	20	4	37.63	62.37	0.04	40.102	2512.14
11	3	100	54	132	1.6	143.2	67.9	2.1	25	20	2	20.96	79.04	0	31.671	1922.56
12	3	80	21	124	2.4	92.1	60.1	2.5	10	5	3	24.62	75.38	0.26	21.904	1343.82

Anexo 4 Manejo del cultivo

Figura 1 Siembra de los tratamientos





Figura 2 Control de malezas





Figura 3 Proceso de raleo y aporque





Figura 4 Aplicación de fertilizantes





Figura 5 Evaluación de mildiu





Figura 6 Toma de variable Numero de plantas por metro lineal





Figura 7 Toma de variables altura de la planta y longitud de la panoja





Figura 8 Toma de variables Diámetro de la panoja y Color de la panoja





Figura 9 Evaluación de acame de raíz y acame de tallo





Figura 10 Toma de variables días a la cosecha y madurez fisiológica del tratamiento





Figura 11 Corte de accesiones de quinua





Figura 12 Secado de tratamientos y ubicación de los tratamientos





Figura 13 Trilla de tratamientos y limpieza del grano





Figura 14 Toma de variables Peso de 1000 granos y tamaño del grano





Figura 15 Toma de variable Color de grano





Figura 16 Almacenamiento





Figura 17 Toma de variable contenido de saponina .









Anexo 5 Glosario de términos técnicos

Accesiones: muestra de semillas, materiales de siembra o plantas, conservada en un banco de germoplasma. Cada accesión debe ser distinto y, en términos de integridad genética, lo más cercano posible a la muestra proporcionada originalmente.

Antocianina: son pigmentos vegetales hidrosolubles que dan a frutas y verduras sus colores rojo, azul y violeta, y que poseen propiedades antioxidantes. Pertenecen a la familia de los flavonoides y su coloración y estabilidad dependen del pH del medio, siendo rojos en medios ácidos y azules en medios alcalinos.

Astringente: es un producto químico o natural que se utiliza para reducir la pérdida de agua en las plantas, especialmente en condiciones de estrés hídrico. Los astringentes pueden ser aplicados a las plantas para ayudar a mantener la humedad en el suelo y reducir la transpiración.

Autógama: son aquellas que se reproducen por autofecundación, es decir, los gametos que se unen para formar el cigote proceden de la misma planta.

Betalaínas: son pigmentos naturales hidrosolubles (solubles en agua) que proporcionan los colores rojo y amarillo a ciertas plantas.

Competitividad inequitativa: es una situación en la que las empresas o individuos compiten en un mercado de manera desigual, debido a la existencia de barreras, obstáculos o ventajas injustas que afectan la capacidad de algunos competidores para participar en condiciones de igualdad.

Desaponificación: proceso de eliminación o reducción de saponinas en productos vegetales, suelos o aguas. Las saponinas son compuestos naturales con propiedades espumantes y tóxicas para algunos microorganismos y animales

Escarificado: proceso utilizado para mejorar la germinación de semillas con cubiertas duras o impermeables. Consiste en romper, debilitar o desgastar la testa (cubierta de la semilla) para facilitar la absorción de agua y oxígeno, promoviendo así la germinación.

Germoplasma: Conjunto de genes que se transmiten a la descendencia por medio de células reproductoras, y que permiten perpetuar una especie o una población de organismos.

Glomérulo: es un tipo de inflorescencia en la que las flores se agrupan de manera compacta y densa en un eje muy corto o casi nulo, formando una estructura globosa o semiesférica.

Gluten: es una proteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales, está formado por dos proteínas principales: la gliadina y la glutenina, que tienen la capacidad de formar una red elástica cuando se mezclan con agua.

Mecánicos abrasivos: son técnicas utilizadas para eliminar o reducir la cantidad de malezas, hierbas y otros vegetales indeseables en los campos de cultivo.

Perigonio: es una estructura floral que se encuentra en algunas plantas, especialmente en aquellas que tienen flores no diferenciadas en sépalos y pétalos. Se refiere al conjunto de piezas florales que rodean los órganos reproductivos (estambres y pistilos) en una flor, pero no están claramente diferenciadas en sépalos (hojas que protegen la flor antes de abrirse) y pétalos (partes vistosas y coloridas).

Pigmento: son compuestos coloreados de origen natural que le dan su color característico. Estos pigmentos son responsables del atractivo visual y las propiedades beneficiosas, como la capacidad antioxidante, que pueden tener para la salud.

Primordio: es el estado inicial de un órgano en formación. Es un grupo de células madre que da lugar a órganos aéreos, como las hojas y las flores.

Resilientes: capacidad de un organismo, comunidad, sistema o individuo para recuperarse rápidamente de dificultades, adaptarse a cambios o superar adversidades. En otras palabras, la resiliencia es la habilidad de enfrentar y manejar situaciones de estrés, crisis o desafíos sin ser destruido por ellos, sino adaptándose o incluso saliendo fortalecido.

Rubro: se refiere a una categoría o clasificación de cultivos o productos agrícolas según su tipo, uso o características. Los rubros agrícolas pueden ser clasificados de diversas maneras, como de cultivos, refiere a la clasificación de cultivos según su tipo, como cereales, legumbres, frutas, verduras, etc, de productos de refiere a la clasificación de productos agrícolas según su uso

Saponina: se consideran las responsables del sabor amargo de las semillas, por lo que para la industria alimentaria se constituyen en un residuo derivado del

procesamiento de las semillas requerido para su consumo, el cual se puede valorizar.

Tamiza: herramienta o dispositivo utilizado para separar y clasificar partículas de diferentes tamaños, formas y densidades en una muestra de suelo, grano o semilla.

Taninos: tienen funciones de defensa en las plantas, ya que poseen propiedades astringentes y antinutrimentales (que interfieren con la absorción de nutrientes), como la capacidad de ligarse a las proteínas de la dieta, impidiendo su absorción, lo cual confiere a la planta protección contra herbívoros e insectos.