

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

“RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE QUINUA DE GRANO NEGRO (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA LOCALIDAD DE SULLUSCOCHA, LLACANORA, CAJAMARCA”

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

MERLYN TALITA MUÑOZ BERNAL

Asesores:

Ing. M. Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS

Dr. TORIBIO NOLBERTO TEJADA CAMPOS

CAJAMARCA – PERÚ

-2026-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: Merlyn Talita Muñoz Bernal

DNI: 73665839

Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía

2. Asesor:

Ing.M.Sc. Jesús Hipólito De la Cruz Rojas.

3. Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias

4. Grado académico o título profesional:

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

5. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia

profesional

Trabajo académico

6. Título de Trabajo de Investigación: "RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE QUINUA DE GRANO NEGRO (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA LOCALIDAD DE SULLUSCOCHA, LLACANORA, CAJAMARCA"

7. Fecha de evaluación: 09/02/2026

8. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%

10. Código Documento: oid: 3117:555061109

11. Resultado de la Evaluación de Similitud: 17%

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O
DESAPROBADO

Fecha Emisión: 10/01/2026

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
26724113



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cinco días del mes de febrero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 034-2026-FCA-UNC, de fecha 12 de enero del 2026, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE QUINUA DE GRANO NEGRO (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA LOCALIDAD DE SULLUSCOCHA, LLACANORA, CAJAMARCA**", realizada por la Bachiller **MERLYN TALITA MUÑOZ BERNAL** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las trece horas y doce minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE



Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
SECRETARIO



Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL



Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
ASESOR



Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Marceliano Muñoz Ortiz e Yrma Bernal Huamán, que por su apoyo incondicional y desinteresado he logrado alcanzar mis metas, además de haberme inculcado valores para ser mejor persona y profesional.

A mi hermano Víctor Hugo y a mis abuelos Daniel, Teofista, Alejandro, y Petronila por siempre impulsarme a seguir adelante y sobre todo por siempre confiar en mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y nunca desampararme en este largo camino y alcanzar mis metas.

A mis padres Marceliano e Yrma, por su sacrificio y apoyo constate a lo largo de mis estudios y el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas (Asesor) por su orientación y apoyo en la realización y culminación de este trabajo de investigación.

Al Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos (Asesor) por haberme brindado su amistad, apoyo, en la formulación, realización y culminación de este trabajo de investigación, además de sus enseñanzas y consejos durante todo el proceso de la investigación realizada.

A la Estación Experimental Agraria Baños del Inca- INIA; especialmente al Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas y a las excelentes personas que laboran ahí, las cuales me brindaron la oportunidad y el apoyo constante para la realización de este trabajo de investigación.

RESUMEN

Trabajo de investigación ejecutado en la localidad de Sulluscocha, Llacanora, Cajamarca, durante el año 2024, con el objetivo de determinar el rendimiento y características morfológicas de dos variedades experimentales de quinua de grano negro en comparación a la variedad Testigo, INIA 420 Negra Collana. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones; los tratamientos de estudio fueron Variedad experimental Familia 20, Familia 71 y Variedad INIA 420 Negra Collana. Se evaluaron características morfológicas siguiendo directrices establecidas por la UPOV para el cultivo de quinua, así como, el rendimiento de grano. El rendimiento de las Familias 20 y 71, fue 1,967.71 y 1,802.60 kg/ ha^{-1} , y el Testigo, que rindió 0,790.10 kg/ ha^{-1} respectivamente. En cuanto a las variables morfológicas cuantitativas, las Familias 20 y 71, mostraron diferencias respecto al Testigo, en las variables días a la floración, madurez fisiológica, altura de planta, ancho de lámina de la hoja, número de dientes de la hoja, longitud de panoja, diámetro de panoja, diámetro de grano, peso de grano; observándose que los promedios de las variedades experimentales fueron estadísticamente similares, pero superiores que el Testigo; sin embargo, se observó similitud en los tres tratamientos en la variable largo de lámina de la hoja; por otro lado, en las variables cualitativas, las variedades experimentales mostraron diferencias respecto al Testigo en color de follaje, ángulo de base de la hoja, pigmentación en las axilas foliares del tallo y densidad de la panoja; pero similares en contenido de saponinas del grano, glaucescencia de follaje, color del tallo, color de las rayas del tallo, color de la inflorescencia, color de la panícula, color de la semilla y color de la semilla sin el tegumento. Finalmente, se concluye que las dos variedades experimentales, Familias 20 y 71, tienen mejor rendimiento que el Testigo.

Palabras clave: quinua negra, variedades experimentales, características.

ABSTRACT

This research was conducted in Sulluscocha, Llacanora, Cajamarca, during 2024, with the objective of determining the yield and morphological characteristics of two experimental black quinoa varieties compared to the control variety, INIA 420 Negra Collana. A Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications was used. The treatments were experimental varieties Family 20, Family 71, and the INIA 420 Negra Collana variety. Morphological characteristics were evaluated following UPOV guidelines for quinoa cultivation, as well as grain yield. The yields of Families 20 and 71 were 1,967.71 and 1,802.60 kg/ ha^{-1} , respectively, while the control yielded 0,790.10 kg/ ha^{-1} . Regarding quantitative morphological variables, Families 20 and 71 showed differences compared to the Control in the variables days to flowering, physiological maturity, plant height, leaf blade width, number of leaf teeth, panicle length, panicle diameter, grain diameter, and grain weight. The averages of the experimental varieties were statistically similar but higher than those of the Control. However, similarity was observed in the three treatments in the variable leaf blade length. On the other hand, in the qualitative variables, the experimental varieties showed differences compared to the Control in foliage color, leaf base angle, pigmentation in the leaf axils of the stem, and panicle density. However, they were similar in grain saponin content, foliage glaucity, stem color, stem stripe color, inflorescence color, panicle color, seed color, and seed color without the seed coat. Finally, it is concluded that the two experimental varieties, Families 20 and 71, have better performance than the Control.

Keywords: black quinoa, experimental varieties, characteristics

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA.	i
AGRADECIMIENTO.	ii
RESUMEN..	iii
ABSTRACT..	iv
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE TABLAS.	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Bases teóricas.	8
2.2.1 Origen y taxonomía.	8
2.2.2 Morfología de la planta.	9
2.2.3 Fenología del cultivo	10
2.2.4 Rendimiento del cultivo de quinua	11
2.2.5 Enfermedades	12
2.3 Definición de términos básicos	13
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Ubicación y período de ejecución del experimento	15
3.2 Materiales experimentales	17
3.2.1 Material biológico.	17
3.2.2 Materiales y equipos de oficina	17
3.2.3 Equipos, herramientas y material de campo	17
3.2.4 Insumos de campo	17
3.3 Metodología	17
3.3.1 Factores, niveles, variables (independientes), y tratamientos en estudio.	17
3.3.2 Evaluaciones realizadas	19
3.3.3 Diseño experimental y arreglo de los tratamientos	20
3.3.4 Croquis de experimento.	21
3.3.5 Procedimiento	22
3.3.6 Evaluación y tratamiento de datos	24

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
4.1 Rendimiento de grano	25
4.2 Características morfológicas cuantitativas.	27
4.1.1. Días a la floración.	28
4.1.2. Madurez fisiológica	30
4.1.3. Altura de planta	33
4.1.4. Ancho de lámina	36
4.1.5. Largo de Lámina	38
4.1.6. Número de dientes de la hoja	41
4.1.7. Longitud de panoja	43
4.1.8. Diámetro de panoja.	46
4.1.9. Diámetro de grano.	48
4.1.10. Peso de grano	51
4.3 Características morfológicas cualitativas	53
4.3.1 Carácter N° 1. Contenido de saponina en el grano	55
4.3.2 Carácter N° 2. Color de Follaje	55
4.3.3 Carácter N° 3. Glaescencia de Follaje.	55
4.3.4 Carácter N° 6. Angulo de base de la hoja	55
4.3.5 Carácter N°8. Color de tallo.	56
4.3.6 Carácter N° 9. Rayas en el tallo	56
4.3.7 Carácter N° 10. Color de las rayas del tallo	56
4.3.8 Carácter N°11. Pigmentación de las axilas foliares del tallo	56
4.3.9 Carácter N° 12. Color de la inflorescencia	57
4.3.10 Carácter N°15. Color de la panícula	57
4.3.11 Carácter N° 16. Densidad de panícula	57
4.3.12 Carácter N°17. Color de la semilla	57
4.3.13 Carácter N° 18. Color de la semilla sin el tegumento	57
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	58
5.1 Conclusiones	58
5.2 Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
CAPÍTULO VII. ANEXOS.	65
7.1 Datos de campo de las variables de rendimiento y de las características cuantitativas	65
7.2 Panel Fotográfico	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Etapas fenológicas del cultivo de quinua.	11
2	Variable independiente.	18
3	Evaluaciones	19
4	Tratamientos y randomización.	20
5	Análisis de varianza (ANVA), de rendimiento.	25
6	Promedio de rendimiento de grano de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.0	26
7	Análisis de varianza (ANVA), de Días a la Floración.	28
8	Promedio de días a la floración de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05	29
9	Análisis de varianza (ANVA), de días a la Madurez Fisiológica.	31
10	Promedio de días a la Madurez Fisiológica de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	32
11	Análisis de varianza (ANVA), Altura de planta	34
12	Promedio de la Altura de planta de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05	34
13	Análisis de varianza (ANVA), de ancho de lámina.	37
14	Promedio del Ancho de lámina de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	37
15	Análisis de varianza (ANVA), de largo de lámina.	39
16	Promedio del largo de lámina de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	39
17	Análisis de varianza (ANVA), de Número de Dientes de hoja	41
18	Promedio del número de dientes de la hoja de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	42
19	Análisis de varianza (ANVA), de Longitud de Panoja.	44
20	Promedio de la de Longitud de Panoja de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05	44
21	Análisis de varianza (ANVA), Diámetro de Panoja	46
22	Promedio del Diámetro de panoja de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	47
23	Análisis de varianza (ANVA), de Diámetro de grano.	49
24	Promedio del Diámetro de grano de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	49
25	Análisis de varianza (ANVA), de Peso de grano.	51
26	Promedio de Peso de grano de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.	52
27	Resultados de evaluación de los variables cualitativa.	54
28	Promedios de la variable rendimiento y características cuantitativas.	65
29	Promedio de características cuantitativas.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Mapa de ubicación de la parcela experimental..	16
2	Diseño del campo experimental y distribución de los tratamientos.	21
3	Rendimiento de grano de los tratamientos	26
4	Días a la floración de los tres tratamientos.	29
5	Días a la Madurez Fisiológica de los tratamientos..	32
6	Altura de planta de los tratamientos.	35
7	Ancho de lámina de los tratamientos.	38
8	Largo de lámina de los tratamientos.	40
9	Número de dientes de hoja de los tratamientos..	42
10	Longitud de Panoja de los tratamientos.	45
11	Diámetro de panoja de los tratamientos.	47
12	Diámetro de grano de los tratamientos..	50
13	Peso de grano de los tratamientos.	52
15	Semilla con tratamiento VITAVAX – 300. (A) (B) Variedades experimentales 20 y 71. (C) Variedad testigo INIA 420 Negra.	66
14	Siembra de quinua negra en la Localidad de Sulluscocha..	66
16	Emergencia de los tratamientos (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana.	67
17	Deshierbo y segundo abonamiento.	67
19	Evaluación de floración (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana.	.67
18	Evaluación de largo y ancho de lámina de hoja.	67
20	Evaluación de número de dientes de hoja.	67
21	Primera fumigación (Capsaína) para evitar daño por insectos y pájaros.	67
22	Evaluación de altura y diámetro de planta..	67
23	Evaluación de madurez fisiológica, presencia de axilas pigmentadas de los tratamientos (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana.	67
24	Cosecha de quinua.	67
25	Asesor y colaborador al finalizar la cosecha.	67
26	Evaluación de la forma de panoja. (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana	67
27	Proceso de limpiado de grano.	67
28	Peso de grano de quinua Negra por tratamiento (Kg/ha).	67
29	Conteo de 1000 semillas por tratamiento..	67
30	Peso de las 1000 semillas..	67
31	Determinación del color de semilla sin el tegumento.	67
32	Determinación de diámetro de grano de cada tratamiento.	67
33	Evaluación del contenido de saponina del grano de cada tratamiento.	67

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo de trascendental importancia que actualmente experimenta un proceso de revalorización gracias a sus cualidades agronómicas y nutricionales. Desde la perspectiva agronómica, destaca por su notable versatilidad y plasticidad, lo que le permite adaptarse a diversos ambientes desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud. En el ámbito nutricional, es considerada un alimento nutracéutico debido a que aporta carbohidratos, proteínas y lípidos esenciales, además de un amplio rango de minerales y vitaminas como la Vitamina E. Posee un balance aminoacídico elevado en lisina y metionina, así como compuestos de alto valor funcional, entre los que destacan polifenoles, fitoesteroles y flavonoides (Campos et al., 2022). Aunque históricamente fue desplazada tras la conquista española, hoy su producción se intensifica globalmente, resaltando la relevancia comercial de sus tres colores de grano: blanco, rojo y negro; siendo este último es el más valorado en el mercado, pues alcanza precios superiores en un 40% en comparación al grano blanco y un 20% respecto al grano rojo.

No obstante, a pesar de que el Perú es el principal productor de quinua a nivel mundial, con una cosecha de 113.4 mil toneladas reportada en el año 2022 MIDAGRI (2022), la región de Cajamarca tiene limitantes para alcanzar una buena producción. Las variedades locales suelen ser tardías y presentan un alto contenido de saponina, factores que restringen su comercialización masiva, por ello en los últimos años se han introducido nuevas variedades; asimismo, existe una marcada carencia de variedades de grano negro con buen potencial productivo, ya que la única opción disponible es la variedad INIA 420 Negra Collana, que ha sido liberada en Puno (INIA, 2008); y al ser introducida en la zona de Cajamarca no ha logrado cubrir las expectativas de los productores debido a su baja productividad (con rendimientos entre 400 y 700 kg/ha) y su alta susceptibilidad al mildiu (Tejada, 2020). Esta problemática genera una contradicción económica;

aunque el grano negro posee un mercado muy favorable con precios elevados, los agricultores no lo producen por cuanto la variedad existente tiene bajos rendimientos, que son aproximadamente un 50% menores en comparación con otras variedades de quinua.

Frente a este contexto, esta investigación se justifica por la necesidad de mejorar la seguridad alimentaria y la rentabilidad económica de los agricultores al fomentar el cultivo de quinua de grano negro, ya que es muy nutritiva y tiene buena demanda con precios altos; siendo factible cultivarla en la sierra ya que es un cultivo con capacidad de soportar condiciones adversas como sequías, heladas y diversidad de suelos; todo lo cual, puede beneficiar a los agricultores de la sierra norte (Tejada, 2020). Este estudio forma parte de un programa de mejoramiento genético desarrollado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), cuyo fin es generar y liberar una nueva variedad de grano negro con buenas características de rendimiento y sanidad.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de dos variedades experimentales (familias 20 y 71), frente a la variedad testigo; al determinar el rendimiento y las características morfológicas de estas dos familias (20 y 71) para identificar sus diferencias respecto a la variedad INIA 420 Negra Collana en la localidad de Sulluscocha, Llacañora, Cajamarca. A través de esta evaluación, se busca generar la información técnica necesaria sobre la productividad y morfología de las familias en estudio, lo cual constituye un requisito primordial para la futura liberación de una nueva variedad que responda a las demandas comerciales y productivas de la región.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Pazmiño y Gualli (2022) realizaron un estudio de “Caracterización morfo agronómica de ocho accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) provenientes de Bolivia, Perú y Chile, en el cantón Guaranda, provincia Bolívar”, este estudio se llevó a cabo en la Granja Lagua Coto; Ecuador, con el objetivo de caracterizar los principales descriptores morfo agronómicos de ocho accesiones; seleccionar las mejores accesiones con potencialidad agronómica y generar una base de datos. Los tratamientos fueron: T1: LPQ-4, T2: Titicaca Tallo Amarillo, T3: Titicaca Tallo Rojo, T4: QQ-74 Misa, T5: Puno Pasankalla, T6: CQ-407 Pasankalla, T7: Quinua Negra y T8: UEB Crema. Se llevó a cabo la caracterización de descriptores morfológicos del grano y la evaluación de 17 componentes agronómicos. Se realizaron análisis de varianza, prueba de Tukey, correlación y regresión. Los resultados fueron, que la respuesta agronómica del germoplasma fue diferente para los atributos del grano: color, sabor y tamaño. Los componentes que incrementaron el rendimiento fueron el ciclo de cultivo, altura de planta, peso del grano por planta y de mil granos. El tratamiento con el rendimiento más elevado fue el T1: LPQ-4 con 1444 kg/ha, contenido medio de saponina, grano de color blanco, forma redonda y tamaño grande y el contenido de saponina en el grano la accesión T7: Quinua Negra presentó el valor promedio más bajo (quinua dulce).

Villanueva (2021) llevó a cabo un estudio de “Rendimiento de cuatro variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay – Junín” con los objetivos de valorar las peculiaridades agronómicas de la planta de quinua y establecer la productividad de 4 variedades de quinua; Hualhuas y Huancayo del Valle del Mantaro, y las otras dos Pasankalla y Negra Collana de Puno. Los procedimientos se ordenaron en las parcelas de bloques según el diseño de bloques completos al azar y se repitieron 4 veces.

Los resultados obtenidos fueron, la variedad Huancayo tuvo el mayor tiempo de maduración con 195,5 días, la variedad Negra Collana es la más temprana, con un tiempo de madurez de 148,5 días. Se encontró una correlación directa entre los días de vencimiento y el rendimiento. Las variedades de Hualhuas y Huancayo en rendimientos fueron tan altos como 3.77 3.76 kg /parcela (2945 y 2937 kg/ha), mientras que los rendimientos de Pasankalla y Negra Collana fueron de 2.83 y 2.63 kg / parcela (2211 y 20 55 kg / ha), respectivamente.

Cervantes (2016) llevó a cabo una “Evaluación del rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el sector de Pumaranra, Anexo Kerapata del distrito de Tamburco” llevado a cabo en la Inter Cuenca Alto Apurímac, cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento del cultivo de quinua de las variedades Blanca de Junín, INIA 420 Negra Collana e INIA 415 Pasankalla bajo dos tipos de fertilización, empleando un diseño experimental por bloques con arreglo factorial del tipo 3 x 3 con 3 repeticiones, dando los siguientes resultado: la variedad con mayor altura, peso de la biomasa aérea y rendimiento fue la Blanca de Junín alcanzando una longitud promedio de 1.46 metros, un peso de materia seca de 6512 kg/ha y rendimientos en grano de 2061 kg/ha. Mientras que la variedad que le secundó en rendimientos fue la INIA 420 – Negra Collana con un rendimiento en grano de 1836 kg/Ha.

Colachagua (2015) realizó un estudio de “Parcelas de comprobación de compuestos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en dos localidades del valle del Mantaro”, realizado en la E.E.A El Mantaro y el Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA Santa Ana, con los objetivos de determinar la capacidad de rendimiento de los compuestos en relación a los tratamientos testigos del cultivo de quinua y comparar los componentes en rendimiento de los tratamientos en estudio, con las variedades Hualhuas, Huancayo y Blanca de Junín. El diseño experimental fue el de bloque completamente randomizado con arreglo factorial de 2x5 con tres repeticiones.

Obteniendo los siguientes resultados: los compuestos B y A con promedios de 13.94 kg/parcela (2788 kg/ha) y 13.78 kg/parcela (2756 kg/ha) respectivamente superan en rendimiento a las variedades testigos Blanca de Junín, Hualhuas y Huancayo que presentaron promedios de 12.65 kg/parcela (2530 kg/ha); 11.76 kg/parcela (2352 kg/ha) y 10.98 kg/parcela (2196 kg/ha), el rendimiento en la localidad 1 (INIA) se obtuvo 13.52 kg/parcela (2704 kg/ha) mientras en la localidad 2 (El Mantaro) con 11.72 Kg/parcela (2344 kg/ha).

Laura (2022) llevó a cabo la siguiente investigación “Caracterización agronómica y morfológica de las accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) obtenidas ancestralmente vía descriptor bioversity international”, realizadas, en instalaciones del Banco de Germoplasma de Quinua, con el objetivo de determinar características agronómicas, morfológicas y el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) de las 24 accesiones, obtenidas con conocimiento ancestral, vía descriptora Bioversity International en los Centros Experimentales de Camacani e Illpa periodo 2019 -2020. Se utilizó el diseño estadístico experimental es factorial de 2 x 2, diseño bloque completamente al azar (DBCA), obteniéndose los siguientes resultados; la accesión Maranga tuvo 5.84 gr. es más alto peso, seguido por INIA Salcedo (5.05 g.), y Blanca de Juli (5.02g.), el menor rendimiento fue Negra Collana (2.67g), seguido por Misa Misa (3.01g.). Se comprobó la variedad: Kancolla (0.652Kg/parcela), seguido por Choclito (0.567 kg/parcela), seguido por Blanca de Juli (0.523 kg/parcela); el rendimiento más bajo lo obtuvo la accesión Qoyto (0.260 kg/parcela), seguido por Negra Collana (0.261 kg/parcela) y Misa Misa (0.310 kg/parcela).

De La Vega (2022) realizó un estudio de “Evaluación de la fenología, morfología y rendimiento de seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones agroecológicas de Vilcabamba - Grau – Apurímac” con el objetivo de evaluar el comportamiento fenológico, morfológico y rendimiento de seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Will)

en condiciones agroecológicas del distrito de Vilcabamba, provincia de Grau - Apurímac, se utilizó seis variedades de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), distribuidas en un arreglo de diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 3 repeticiones y 18 unidades experimentales. Concluyendo con respecto al rendimiento que el peso por grano por panoja presenta diferencia significativa entre variedades evaluado al 95 % de confianza. Siendo la variedad Amarilla Marangani con mejor resultados para rendimiento con un peso de grano de 25gr por panoja, seguido de Pino con 19.84gr, Blanca Junín con 18.22gr, Ccoito con 17.87gr, INIA Salcedo con 10.82gr y Pasankalla con 8.37gr.

Perez (2018) realizó un estudio del “Comportamiento de 09 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones de secano, en el Centro Poblado de Yatun, Cutervo, Región Cajamarca”, con el objetivo de evaluar el comportamiento de nueve variedades de quinua en condiciones de secano y su efecto sobre el rendimiento. Se utilizó el diseño experimental, con Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones en forma aleatoria. Obteniendo el siguiente resultado; en condiciones controladas de riego, las variedades Amarilla Marangani, Salcedo INIA, Amarilla Sacaca y Blanca de Juli registraron el mayor rendimiento de grano con 3331.74, 2440.71, 2299.98 y 2831.90 kg/ha; mientras que Roja Pasankalla, registro el menor rendimiento de grano, con 1167.45 kg/ha. En condiciones de secano, las variedades Amarilla Sacaca, Salcedo INIA y Amarilla Marangani mostraron los mayores rendimiento de grano, con 2373.01, 2254.60 y 2149.84 kg/ha; mientras que la variedad Roja Pasankalla registró el menor rendimiento con 1057.14 kg/ha. Se produjo una reducción de los rendimientos en la mayoría de las variedades, por efecto de la condición de secano, siendo las variedades más afectadas fueron: Amarilla Maranganí, Blanca de Juli y Negra Collana, que redujeron sus 65 rendimientos en 35.48%, 43.73% y 23.21%.

Soto et al. (2019) llevaron a cabo un “Estudio comparativo en rendimiento y calidad de 12 variedades de quinua orgánica en la comunidad campesina de San Antonio de Manallasac, Ayacucho”, el objetivo fue señalar y describir cómo se realizó la adaptación de las variedades de quinua y determinar su rendimiento y calidad en las condiciones climáticas de C.C San Antonio de Manallasacc, teniendo cómo indicadores a nivel agronómico: rendimiento Kg/ha. y altura de planta (cm), en calidad: nivel de proteína (%) y granulometría (% de granos de 2 mm. 1.7 mm. 1.4 mm y de fondo) y Económico: rentabilidad (%). Los resultados obtenidos fueron, las variedades precoces Illpa INIA, INIA Salcedo, 432 INIA Altiplano y la Roja Pasankalla tuvieron rendimientos de 1.96, 1.87, 2.6 y 3.22 tm/ha. Así mismo, las variedades tardías de Amarilla de Marangani, Hualhuas, Rosada Junín, Huancayo, INIA 433, INIA 420 Negra Collana, Amarilla Sacaca y Blanca Junín, tuvieron rendimientos de 3.7, 4.15, 3.21, 3.25, 4.72, 2.53, 3.17 y 4.62.

Tejada (2020) realizó un trabajo de investigación “Nueva variedad de “quinua” *Chenopodium quinoa* Wild. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes” en la región Cajamarca, con el objetivo de generar una nueva variedad de “quinua” para la sierra norte del Perú y contribuir a la competitividad de este grano andino, realizado entre 2013 y 2018, se evaluaron características fenotípicas, madurez fisiológica, reacción a mildiu y rendimiento de grano; teniendo también la opinión de los agricultores. Los datos cuantitativos obtenidos fueron analizados mediante el ANVA y la PRM de Duncan. Del Compuesto Genético A, introducido de la sierra central, se genera la nueva variedad de quinua, INIA 437 Roja del Norte, que posee grano blanco y semidulce; color púrpura en follaje y panoja; del mismo modo, características sobresalientes de tolerancia al mildiu y productividad, mostrando menor daño a dicha enfermedad y mayor rendimiento que el Testigo, variedad Blanca

de Junín; asimismo, mayor rentabilidad y estabilidad productiva; siendo apta para cultivarse en la zona de estudio.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Origen y taxonomía*

Según Mujica (2015) la quinua tiene su origen en las orillas del lago Titicaca, habiéndose expandido por todo el altiplano además de valles interandinos y otras zonas. Esta fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas (hace más de cinco mil años), sin embargo, con la llegada de los españoles fue relegada por los cereales y hasta prohibida.

Este cultivo presenta una amplia adaptación hasta los 4.000 metros sobre el nivel del mar, además de una adaptabilidad agronómica, alta materia de aminoácidos esenciales, contribuyendo a la seguridad alimenticia y la nutrición de las diversas comunidades que lo han cultivado y sustentado hasta hoy en día (Villanueva, 2021).

Mujica et al. (2004) mencionan la siguiente clasificación taxonómica para la quinua:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Angiospermas
Familia:	Chenopodiáceas
Género:	Chenopodium
Sección:	Chenopodia
Subsección:	Cellulata
Especie:	<i>Chenopodium quinoa</i> , Willdenow.

2.2.2 Morfología de la planta

La quinua es una planta herbácea anual, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, posee características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento de acuerdo a las diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva.

a. Planta. La planta se muestra erguida, y alcanza alturas desde 0.60 a 3.00 m, dependiendo de la variedad de quinua, los genotipos, la fertilidad del suelo, y las condiciones ambientales donde se cultiva (Apaza et al., 2013).

b. Raíz. Según Mujica et al., (2004), la raíz de la quinua es pivotante, vigorosa, profunda, pudiendo alcanzar hasta 1,80 cm de profundidad, es muy ramificada y fibrosa, lo cual le atribuye resistencia a la sequía y brinda estabilidad a la planta.

c. Tallo. A partir del cuello de la planta es cilíndrico, y anguloso a partir de las ramificaciones, presenta diferentes coloraciones del verde al rojo, varias veces presenta estrías y también axilas pigmentadas de color, verde rojo o púrpura (Apaza et al., 2013).

d. Hojas. Son alternas con dos partes bien definidas, el peciolo que es largo y acanalado, de diferentes colores verde, rosado, rojo y purpura, y la lámina de diferentes formas: romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna, está cubierta de cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés. Los colores que muestra la hoja van del verde al rojo con diferentes tonalidades (Gómez y Aguilar, 2026).

e. Inflorescencia. Según Apaza et al., (2013) es una panoja, conformada por un eje central, ejes secundarios, ejes terciarios, ápice de las ramas y pedicelos que sostienen a los glomérulos. El eje principal es el más desarrollado que los secundarios, y puede ser laxa (amarantiforme) o compacta (glomerulada), la longitud de la panoja es distinta, dependiendo de

los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se cultiva y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, el número de glomérulos por panoja va de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3000, con panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia.

f. Flores. Son pequeñas, con tamaño máximo de 3 mm, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, tienen 10% de polinización cruzada (Mujica et al., 2004).

g. Fruto. Es un aquenio, de forma cilíndrica, lenticular, elipsoidal, cónico o esferoidal, levemente ensanchado hacia el centro. Está constituido por el perigonio sepalode que envuelve a la semilla por completo, y con tiene una sola semilla, de coloración variable, la cual se desprende con facilidad a la madurez, puede llegar de 1.5 a 3 mm de diámetro (Gómez y Aguilar, 2016).

h. Semilla. Es el fruto maduro sin el perigonio, de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, es la capa que cubre la semilla y está adherida al pericarpio, en ella se encuentra la saponina que da el sabor amargo al grano. El embrión, formado por dos cotiledones y la radícula que forma, aproximadamente, el 30% del volumen total de la semilla el cual envuelve al perisperma como un anillo, con una curvatura de 320°, es de color amarillo, mide 3,54 mm de longitud y 0,36 mm de ancho, Perisperma, es el principal tejido de almacenamiento, conformado principalmente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa el 60% de la superficie de la semilla prácticamente (Apaza et al., 2013).

2.2.3 Fenología del cultivo

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas, y son los siguientes:

Tabla 1*Etapas fenológicas del cultivo de quinua.*

Etapa Fenológica	Características	Tiempo
Pre emergencia	Hay desplazamiento de la radícula y la plúmula.	3 días después de la siembra
Emergencia	La plántula sale del suelo, se observa las hojas cotiledonales.	7 – 10 días después de la siembra.
Dos hojas verdaderas	Se observa 2 hojas verdaderas encima de las cotiledonales.	15 – 20 días después de la siembra
Cuatro a seis hojas verdaderas	Se observa 2 a 3 pares de hojas verdaderas, las cotiledonales hojas se vuelven amarillentas.	25 – 45 días después de la siembra
Ramificación	Se observa 8 hojas las cotiledonales caen.	45 – 50 días después de la siembra.
Inicio de la panoja	En el ápice la inflorescencia va saliendo y el tallo comienza a estirarse y engrosar.	55 – 60 días después de la siembra.
Panojamiento	Se observa la inflorescencia por completo.	65 – 70 días después de la siembra
Inicio de la floración	Se observa la flor hermafrodita abierta con estambres separados	75 – 80 días después de la siembra.
Floración	Se observa hasta un 5% de flores abiertas en el medio día	90 – 100 días después de la siembra.
Grano lechoso	Se observa un líquido blanquecino del fruto al ser presionado.	100 – 130 días después de la siembra.
Grano pastoso	Al ser presionado el fruto, la consistencia es pastosa.	130 – 160 días después de la siembra.
Madurez fisiológica	Hay una resistencia al ser presionado por la uña, cambio de color de la planta.	160 – 180 días después de la siembra

Fuente: Calla (2012).

2.2.4 Rendimiento del cultivo de quinua

Mujica et al. (1999) nos dicen que el rendimiento, varía de acuerdo a la variedad a cultivar, ya que existen algunas con mayor capacidad genética de producción que otras, cambia también de

acuerdo a la fertilización o abonamiento proporcionado, ya que la quinua responde favorablemente a una mayor fertilización sobre todo nitrogenada y fosfórica.

Para la quinua INIA 420 - NEGRA COLLANA, se obtuvo un rendimiento promedio de 3,01 t/ha, en comparación con el testigo Salcedo INIA que obtuvo 2,86 t/ha (INIA, 2008).

2.2.5 Enfermedades

La enfermedad que causa más daños en la quinua, es el Mildiu; causado por *Peronospora farinosa*, que afecta principalmente a las hojas, reduciendo el área fotosintética de la planta, en consecuencia, afecta negativamente el desarrollo de la planta y el rendimiento el follaje, generando una reducción considerable en el rendimiento (Solveig, 2000).

a. Signo: esporangiíforos que miden entre 167 y 227 μm de longitud y entre 11.0 y 14.8 μm de diámetro y que una vez que alcanzan su desarrollo máximo, forman los esporangios, que son las estructuras propagativas del patógeno (Solveig, 2000).

b. Síntomas: Se muestra inicialmente con ligeros puntitos cloróticos como manchas pequeñas en el haz de las hojas, estos crecen y forman áreas cloróticas grandes e irregulares, primero se muestra como clorosis en el haz y luego como necrosis, su coloración varía de clorótica o amarilla, rosada, rojiza u otro dependiendo del color de la planta, además se observa un micelio de color gris en el envés de las hojas (Gómez y Aguilar, 2016).

c. Métodos de Control

Control cultural

Gómez y Aguilar (2016) recomiendan utilizar semillas sanas y procedentes de semilleros certificados.

Rotación con cultivos que no sean hospederos del mildiu.

Evitar el monocultivo, ya que la principal fuente de inóculo son las oósporas que quedan en los restos de cosechas pasadas.

Mantener una densidad óptima del cultivo, porque el exceso de plantas puede generar alta humedad que favorece el desarrollo de los hongos.

Control genético

La siembra de variedades resistentes ofrece la ventaja de ser un método de control menos costoso para el agricultor (Solveig, 2000).

Control químico

Se recomienda la aplicación de fungicidas en base a Mefenoxan + Mancozeb los primeros 60 días y posteriormente un fungicida orgánico en base a Bacillus subtilis (Gómez y Aguilar, 2016).

Control orgánico o ecológico

Desinfectar y tratar las semillas con microorganismos benéficos como: *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis*, en la siembra aplicar microorganismos, como la bacteria *Bacillus subtilis* y el hongo *Trichoderma* spp, realizar la aplicación de extractos de plantas con características de control de hongos: ajos (*Allium sativum*), cola de caballo (*Equisetum arvense*), finalmente Aplicar un caldo sulfocálcico en forma preventiva 250 ml/ en bomba de mochila de 15 lt, y con efecto curativo 300 ml/en bomba de mochila de 15 lt (Gómez y Aguilar., 2016).

2.3 Definición de términos básicos

a. Caldo sulfocálcico. Según Agricultura INIFAP, (2021), el caldo sulfocálcico es un producto mineral de uso agrícola, que puede ser preparado por los agricultores. Sirve para la prevención y el control de algunas plagas y/o enfermedades (Mildiu); además de ayudar a superar las deficiencias nutricionales de calcio y azufre en los cultivos, aporta nutrientes para el crecimiento, floración y fructificación de las plantas.

b. Nutracéuticos. Con este término se conoce a algunos alimento o los componentes nutricios de estos alimentos que ejerce acción benéfica en la salud de los seres humanos (Guzmán et al., 2009).

c. Versatilidad. La quinua se presenta con un alto potencial tanto desde sus bondades nutritivas como de su versatilidad agronómica que quiere decir que ese adapta de diferentes condiciones ambientales que se le presenten en su cultivo (Apaza et al., 2013).

d. Saponina. Según Ahumada et al. (2016), las saponinas son un compuesto anti nutricional de las semillas de quinua. Están contenidas en la cáscara y son las responsables del sabor amargo. Su contenido permite distinguir las variedades de quinua como dulces y/o amargas, no obstante, su presencia no se restringe a las semillas, también se encuentra en las hojas de la planta y en menor proporción en las flores y frutos, actuando como barreras protectoras contra el ataque de patógenos y herbívoros.

e. Desamargado o desaponificación. Según Villarroel et al. (2020), se llama así al proceso de eliminación de saponinas de la quinua, o desamargado de la quinua. Tomándose como base el lavado manual de la quinua, el tiempo de lavado de la quinua dependerá de varios factores, como, la cantidad de quinua, temperatura del agua, velocidad del motor de la máquina, entre otros. El grano de quinua luego de ser lavado debe tener un porcentaje de saponina (< 0,12%).

f. Variedad experimental. Según Márquez et al. (2021) se trata de un material genético que en investigaciones anteriores presentó buenas características agronómicas, de rendimiento, tolerancia a enfermedades y puede ser cultivada masivamente por los agricultores.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

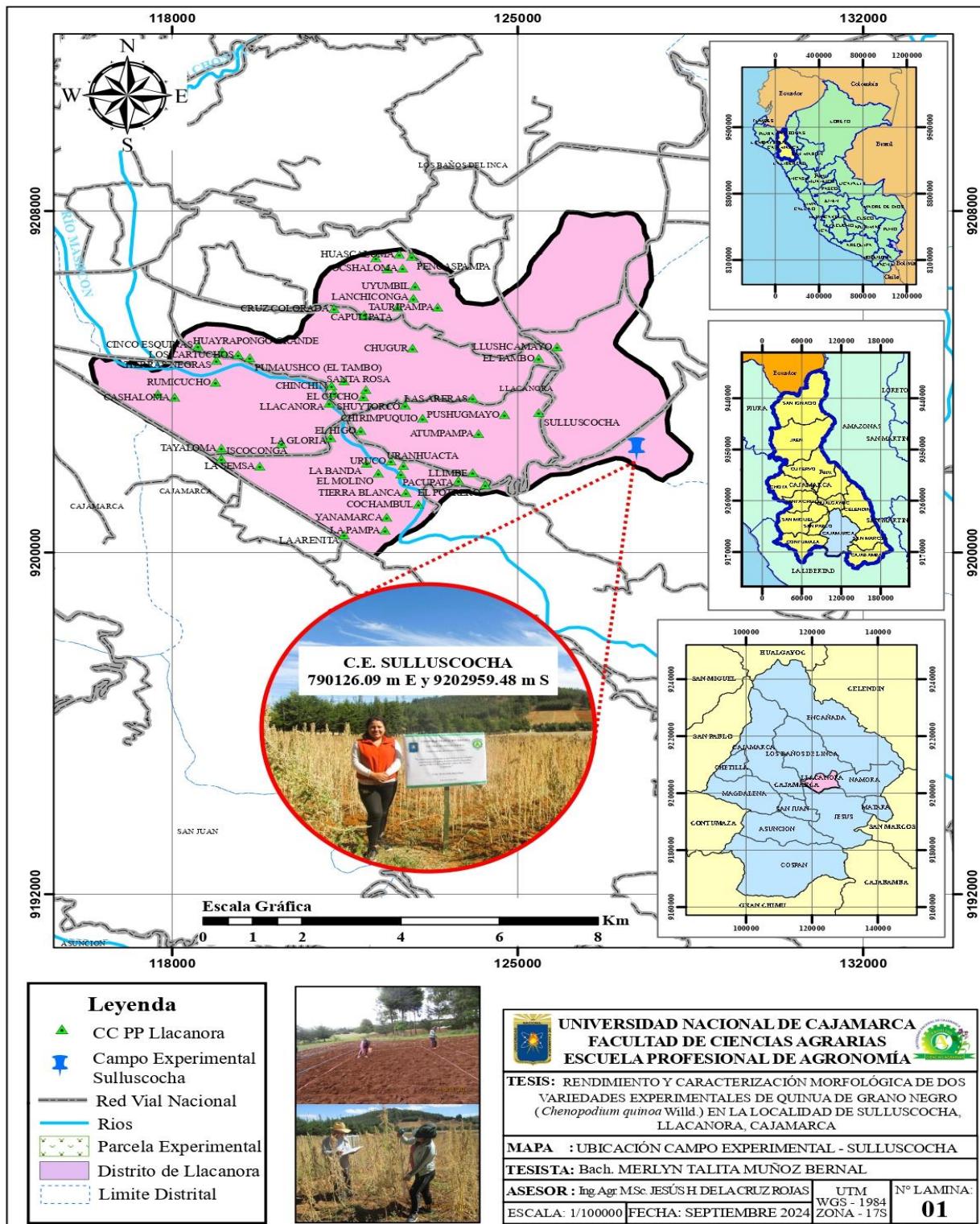
3.1 Ubicación y período de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Sulluscocha, distrito de Llacañora, provincia y región de Cajamarca, donde el INIA tiene su Anexo Experimental. El trabajo se condujo entre los meses de enero y agosto del año 2024 bajo condiciones de secano, período en que los agricultores cultivan la quinua en la zona de estudio.

Las coordenadas geográficas UTM del lugar son 790126.09 m E y 9202959.48 m S y a una altitud de 2983 m.s.n.m.

Figura 1

Mapa de ubicación de la parcela experimental.



3.2 Materiales experimentales

3.2.1 *Material biológico*

Semillas de quinua (Variedad INIA 420 Negra Collana, Familia 20, Familia 71) obtenidas de la cosecha de la campaña 2023.

3.2.2 *Materiales y equipos de oficina*

Hojas bond A 4, cartulinas, tijeras, perforador, engrapador, fasters, lapiceros.

Computadora, impresora, GPS del celular, cámara fotográfica, balanza mecánica, balanza electrónica de precisión.

3.2.3 *Equipos, herramientas y material de campo*

Cultivadora INIA con Rueda, mochila de fumigar.

Herramientas, machete, palana, pico, lampa, rastrillo, wincha, horquetas de madera para el tapado de la semilla.

Costales, bolsas de papel, bolsas de plástico, lápiz, etiquetas de identificación, letrero de identificación, hilo pabilo, rollo de rafia, estacas.

3.2.4 *Insumos de campo*

Abonos (Gallinaza, Guano de Isla, Urea, Fosfato Diamónico, Cloruro de Potasio).

3.3 Metodología

3.3.1 *Factores, niveles, variables (independientes), y tratamientos en estudio*

a. Factor de estudio. Se cuenta con un solo factor en estudio, que corresponde a genotipo o variedades de quinua.

b. Niveles del factor estudio. Se llevó a cabo con tres niveles de estudio del factor antes mencionado.

Nivel 1 (T1): Variedad experimental de quinua Familia 20.

Nivel 2 (T2): Variedad experimental de quinua Familia 71.

Nivel 3 (T3): Variedad de quinua INIA 420 Negra Collana, Testigo.

Tabla 2

Variable independiente.

Variable independiente	Nivel de investigación	Tratamientos de estudio			
		Tratamientos	Nombre de variedad	Procedencia	Color de grano
Genotipos de quinua	Explicativa	T1	Variedad experimental, Familia 20	INIA-EEA. Baños del Inca	Negro
		T2	Variedad experimental, Familia 71	INIA-EEA. Baños del Inca	Negro
		T3	Variedad de quinua INIA 420 Negra Collana.	INIA-EEA. Illpa Puno.	Negro

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Evaluaciones realizadas

Tabla 3

Evaluaciones

Variable	Definición conceptual	Indicadores
Color del follaje	Sensación a la vista del follaje.	Días desde la siembra hasta que la planta presente mayor cantidad de hojas.
Glauescencia del follaje	Capa blanquecina sobre las hojas	Presencia o ausencia de polvo blanquecino
Hoja: tamaño	Longitud de hojas del tercio medio	Longitud y ancho máximo de la hoja
Hoja: dentado	Número de dientes de la hoja	Dentado: ausente o débil, medio, fuerte.
Hoja: ángulo de la base	Descripción del ángulo de la base de la hoja respecto al pecíolo	Observar si el ángulo la hoja es agudo, obtuso, o truncado.
Floración	Fase en que la planta presenta sus flores abiertas, en antesis.	Días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado el 50% de la floración.
Color del tallo principal	Sensación a la vista del tallo principal	Color predominante del tallo principal en la madurez fisiológica.
Presencia de estrías en el tallo	Rayas con hueco que se hallan a lo largo del tallo.	Observar el tallo principal en el tercio inferior de la planta.
Color de las estrías del tallo.	Sensación a la vista de las estrías presentes en el tallo.	Observar la parte media de la planta en plena floración.
Tallo: pigmentación en las axilas foliares	Sensación a la vista en la intersección entre el tallo principal y las ramas.	Observar la intersección entre el tallo principal y las ramas primarias.
Inflorescencia: color	Sensación a la vista de la panoja, que se encuentra en el ápice de la planta.	Se observa el color de la panoja en la etapa de floración
Madurez fisiológica	El grano está formado, pero le falta perder humedad antes de su cosecha	Días desde la siembra hasta que el 50% de plantas se encuentren en madurez fisiológica
Color de la panoja	Color de la panoja al llegar a la madurez fisiológica.	Observar el color de la panoja en el tercio superior de la planta.
Forma y densidad de la panoja	Configuración de la panícula de la quinua	Glomerulada, Intermedia y/o Amarantiforme o laxa.
Diámetro de panoja	Distancia entre las partes extremas de la panoja, tomando su parte media.	Centímetro
Longitud de panoja	Distancia entre el inicio y la parte final de la panoja.	Centímetro
Altura de planta	Distancia entre el cuello de la planta y su ápice.	Metro
Color de la semilla	Sensación a la vista de la semilla	Observar el perigonio
Color de la semilla sin el tegumento	Sensación a la vista de la semilla sin el tegumento que la protege.	Observar tras frotar las semillas con papel de lija.
Rendimiento	Cantidad de cosecha	Kilogramos / hectárea
Peso de grano	Resultado del peso de mil semillas.	Gramos
Grano: contenido de saponina	Método afrosimétrico estándar (KOZIOL, 1991), prueba de formación de espuma.	Espuma producida en tubos de ensayo luego de agitar 0.5 g de muestra en 5 ml de agua destilada

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Diseño experimental y arreglo de los tratamientos

a. Localidad. El estudio se llevó a cabo en el anexo experimental Sulluscocha, distrito de Llacañora, provincia y región de Cajamarca.

b. Diseño experimental. Se usó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones.

Tabla 4

Tratamientos y randomización.

Tratamientos		Randomización		
Clave	Nombre	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1	Variedad experimental de quinua, Familia 20	102	203	303
T2	Variedad experimental de quinua, Familia 71	101	201	302
	Variedad de quinua INIA	103	202	301
T3	420 Negra Collana.			

Fuente: Elaboración propia

c. Características del campo experimental

Repeticiones

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 3 (T1, T2 y T3)

Largo: 11.60 m

Ancho: 4.0 m

Área de las repeticiones: 46.4 m²

Parcela experimental

Numero de surcos por parcela: 4

Ancho de surco: 0.80

Largo de la parcela o largo del surco: 4 m

Ancho de la parcela: 3.20 m

Área de parcela: 12.8 m²

Calles dentro de bloques

Ancho de la calle: 1.0 m

Largo de la calle: 11.60 m

Área total del experimento

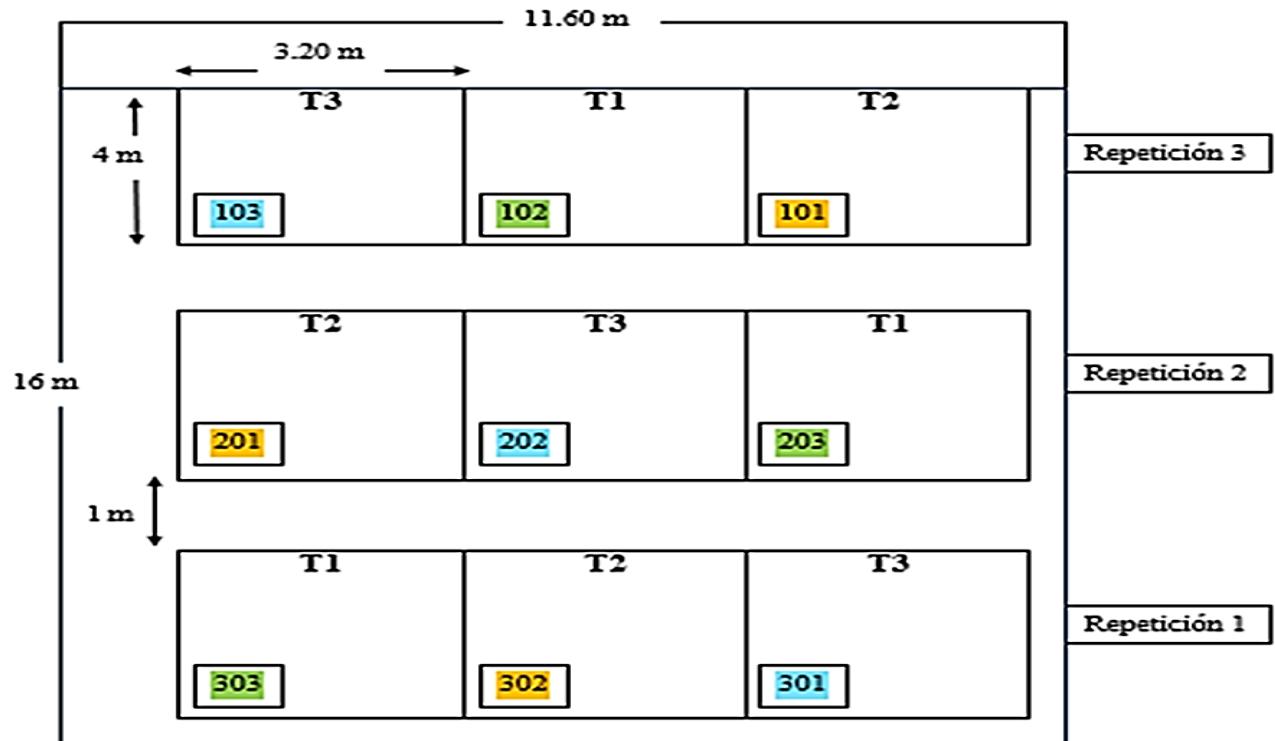
Área del experimento: 186.60 m²

Número de parcelas: 09 (101, 102, 103, 201,, 303)

3.3.4 Croquis de experimento

Figura 2

Diseño del campo experimental y distribución de los tratamientos.



3.3.5 Procedimiento

a. Fase de gabinete y almacén previa a la instalación del experimento

En primer lugar, se prepararon los materiales e insumos para la instalación del experimento.

Para la elección de la semillas se seleccionó granos con características sobresalientes y semejantes (sanidad, igualdad en color), de la cosecha del año anterior, realizada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través del Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas a las cuales se les realizó un tratamiento con Vitavax-300(wp) y se procedió a la instalación en campo definitivo.

También se prepararon estacas, los abonos orgánicos y fertilizantes sintéticos con sus respectivas taras, para facilitar la aplicación, además se utilizó rafia para delimitar el campo experimental.

b. Fase de campo

Preparación del área del terreno e instalación del cultivo. Identificado el área de terreno se procedió a la instalación del proyecto, primero se llevó a cabo una limpieza ligera de residuos de las cosechas pasadas (pajilla de trigo), malezas, y se procedió con la aradura del área a cultivar con tracción mecánica.

Surcado y marcado del terreno experimental. El surcado se llevó a cabo con la ayuda de la cultivadora INIA con rueda, seguidamente utilizando wincha, rafia y estacas se procedió a delimitar el área total, los bloques de cada repetición, que fueron ubicados a 80cm entre ellos, además del área que fueron calles y los bordes.

Instalación del cultivo. Antes de realizar la siembra se procedió aplicar el primer abonamiento, concorde a los requerimientos del cultivo, aplicando fertilizante sintético y abonos

orgánicos. La aplicación de fertilizante sintético, fue la mitad de nitrógeno y el 100% del fosforo y potasio.

La siembra se realizó a manera de chorro continuo en cada surco, los cuales se estaban distanciados a 80 cm entre surco y surco en los tratamientos, seguidamente se procedió a tapar levemente las semillas con la ayuda de una orqueta. La cantidad de semilla fue de 10 kg/ ha.

Sistema de riego. No se realizó la aplicación de ningún tipo de riego, ya que fue un cultivado al secano de acuerdo a las condiciones de los agricultores.

Control de malezas. Esta labor se llevó a cabo de manera manual, para evitar el desarrollo de arvenses, que afecten el adecuado crecimiento del cultivo convirtiéndose en competencia, se realizó de manera oportuna, para mantener el campo limpio y el cultivo se desarrolle adecuadamente.

Segunda fertilización. Se llevó a cabo al momento de realizar el aporque del cultivo, con la aplicación de la segunda parte del nitrógeno.

Control fitosanitario. Para lograr un control adecuado, se llevó a cabo monitoreos del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas, observando plantas al azar y realizando aplicaciones fitosanitarias únicamente en el caso de presencia de insectos, para el control de enfermedades se realizaron evaluaciones con el fin de determinar la infestación natural de patógenos.

Cosecha. Se llevó a cabo de manera oportuna, cuando los granos se encontraban en una madurez organoléptica o comercial, ya que impiden la penetración de la uña y la planta ha secado completamente, se realizó de forma manual con la ayuda de una hoz.

3.3.6 Evaluación y tratamiento de datos

a. Técnicas de evaluación. Las evaluaciones se llevaron a cabo en el campo constantemente, con el fin de obtener información de las variables antes mencionadas, realizando observaciones y mediciones de acuerdo a las etapas fenológicas que presente el cultivo.

Para la caracterización morfológica se ha considerado directrices de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) para el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), y que se hallan en el documento TG/328/1 que fue publicado el 30 de octubre de 2018 (UPOV, 2018).

b. Instrumento de evaluación. Se utilizaron diferentes instrumentos, como reglas, cintas métricas y winchas para medir longitudes de hoja, diámetro de panoja, altura de planta, altura de panoja, escalas para la incidencia y severidad de mildiu en quinua, balanza mecánica, balanza electrónica de precisión, y un registro de campo para anotar datos en campo y almacén.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de la información. Los datos cuantitativos se procesaron usando paquetes de computación como Excel, para luego hacer los análisis estadísticos usando software SAS (Statistical Analysis System) para determinar las diferencias o similitudes entre los tratamientos de estudio. De otro lado, la información cualitativa fue sometida a un minucioso análisis.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se presentan dos partes, la primera parte referente sobre los resultados del rendimiento de grano y la segunda parte referente a la caracterización morfológica de los tres tratamientos en estudio.

4.1 Rendimiento de grano

Al realizar el Análisis de Varianza de la variable rendimiento (Tabla 5), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones, ya que, la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, pero hay alta diferencia estadística entre los tratamientos de estudio; dado que, la F calculada es mayor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01. Además, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 5.862 % que es un valor aceptable para esta variable, a su vez el promedio obtenido de rendimiento de grano es $1,520.140 \text{ kg/ha}^{-1}$, ver Tabla 28 en Anexos.

Tabla 5

Análisis de varianza (ANVA), de rendimiento.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	9715.33	4857.66	0.61 NS	6.94	18
Tratamientos	2	2439182.87	1219591.43	153.56**	6.94	18
Error	4	31768.27	7942.06			
Total	8	2480666.47				
C.V = 5.86 %				$\bar{x}=1,520.140 \text{ kg/ha}$		

N.S: no significativo

**: Altamente significativo

Los resultados de la Prueba de Duncan (Tabla 6) muestran que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 1,967.71 y 1,802.60 kg/ha^{-1} en rendimiento, y ambos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en

comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado $0,790.10 \text{ kg/ ha}^{-1}$ en rendimiento.

Tabla 6

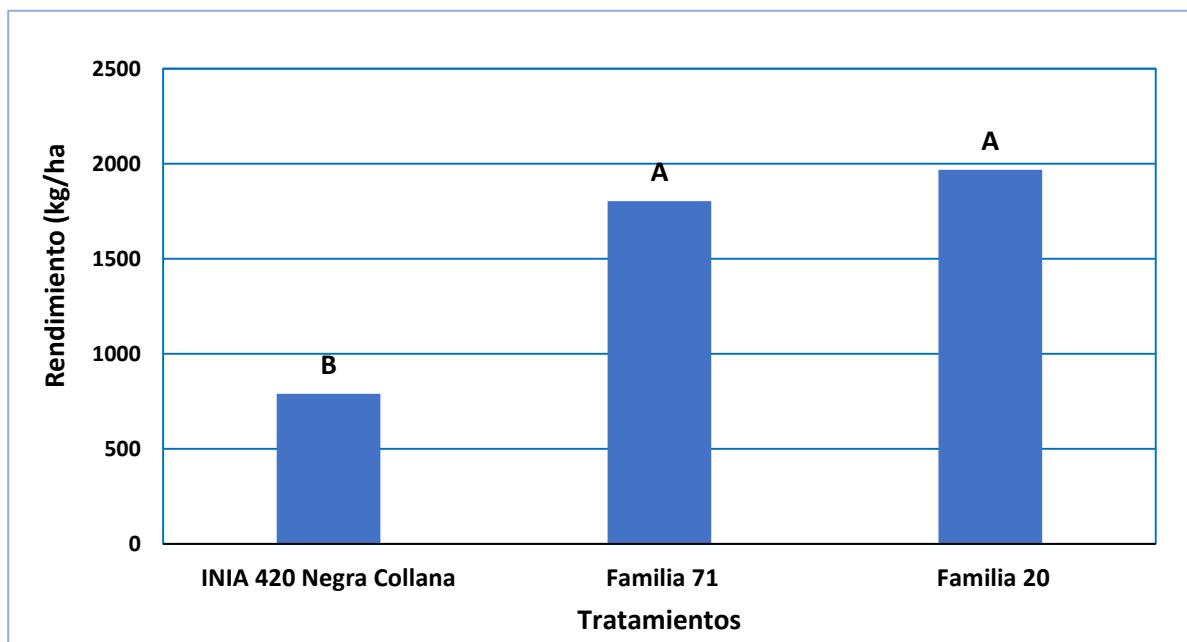
Promedio de rendimiento de grano de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ ha ⁻¹)	Significación estadística al 5% (*)
Variedad Experimental, Familia 20	1,967.71	A
Variedad experimental, Familia 71	1,802.60	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	0,790.10	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 3

Rendimiento de grano de los tratamientos



En conclusión, la variedad testigo INIA 420 Negra Collana tuvo un rendimiento de $0,790.10 \text{ kg/ ha}^{-1}$, menor en comparación a las variedades experimentales Familias 20 y 71 que obtuvieron $1,967.71$ y $1,802.60 \text{ kg/ ha}^{-1}$ en rendimiento de grano.

Del mismo modo Valenzuela (2024) en su proyecto “Ensayo de Adaptación y Eficiencia de líneas promisorias de quinua negra en tres localidades de Cajamarca, el rendimiento para de la Variedad INIA 420 Negra Collana fue de 673.3 y para las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71 un rendimiento de $1,438.1$ y $1,582.3 \text{ kg/ ha}^{-1}$, resultados que son inferiores a muestra resultado obtenido, de la misma manera Huayllacayan y Zuñiga (2019) en su proyecto de investigación Adaptabilidad y potencial de rendimiento de 10 variedades de quinua en la localidad de Chango, Región Pasco, para la variedad Negra Collana obtuvo un promedio de rendimiento de grano de $635.5 \text{ kg/ ha}^{-1}$, menor al resultado que hemos obtenido.

Por otro lado Pazmiño y Gualli (2022) afirman que el rendimiento de grano depende de la interacción genotipo ambiente. Los factores ambientales más importantes son la latitud, altitud, la precipitación específicamente cuando la planta se encuentra en la etapa reproductiva. Son importantes también las características físicas, químicas y biológicas del suelo, además la sanidad y nutrición del cultivo.

4.2 Características morfológicas cuantitativas

En esta parte se presentan los resultados de las variables evaluadas sobre la morfología de los tratamientos en estudio, siempre haciendo una comparación de los dos tratamientos (Familia 20 y Familia 71) con el Testigo (variedad INIA 420 Negra Collana), considerando tanto variables cuantitativas como cualitativas. En el caso de variables cuantitativas se presenta los resultados de los análisis estadísticos, mientras que para las variables cualitativas se realiza la descripción correspondiente de acuerdo a lo observado en campo.

4.1.1. Días a la floración

En la tabla 7 de la variable de Número de Días a la floración, se ha observado que no existe diferencia estadística entre repeticiones, dado que Fc es menor que la Ft al nivel de 0.05 y 0.01, lo que significa que los promedios obtenidos en las repeticiones son iguales estadísticamente, pero si existe alta diferencia estadística entre los tratamientos de estudio; ya que, el Fc es mayor que el Ft. Por otro lado, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 0.47 % que es un valor aceptable para esta variable, además de que el promedio obtenido es 70.77 días desde la siembra (dds), ver Tabla 28 en Anexos.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANVA), de Días a la Floración.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc		
				0.05	0.01	Ft
Repeticiones	2	0.010	0.0052	3.30 NS	6.94	18
Tratamientos	2	0.992	0.496	312.70**	6.94	18
Error	4	0.0063	0.0015			
Total	8	1.0097				
C.V = 0.47 %				$\bar{x} = 70.77$ dds		

N.S: no significativo

**: Alta significación

Al observar una alta significación estadística, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al nivel de 0.05 para saber cuál o cuáles de los tratamientos son diferentes (Tabla 8).

Los resultados, nos muestran que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 74.33 y 75.00 dds., respectivamente; y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 63 días a la floración.

Tabla 8

Promedio de días a la floración de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

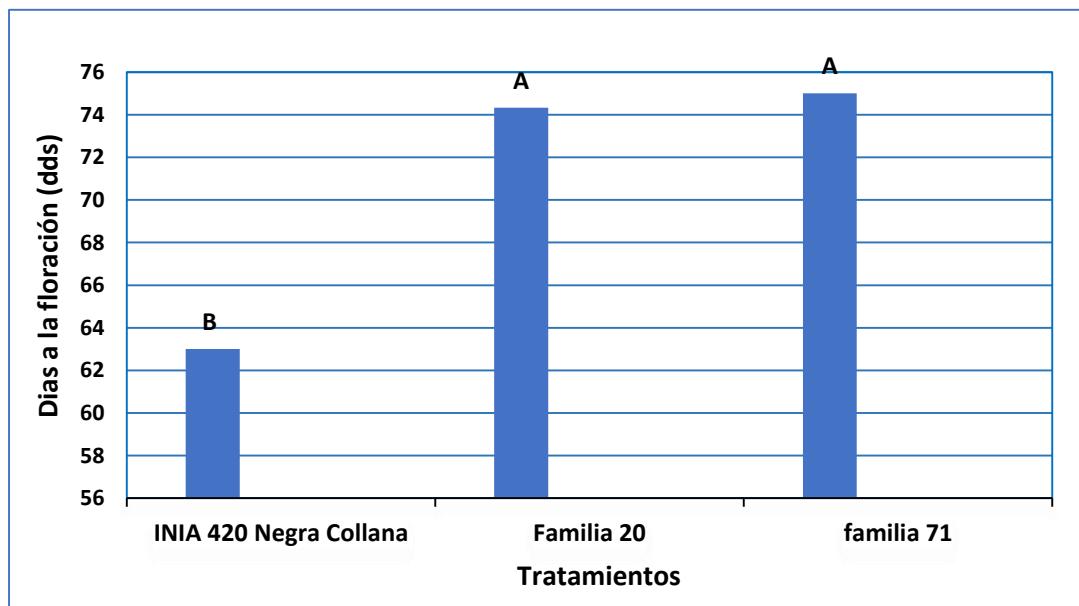
Tratamiento	Días a la Floración	Significación estadística al 5% (*) (dds)
Variedad Experimental, Familia 20	74.33	A
Variedad experimental, Familia 71	75.00	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	63.00	B

dds: días desde la siembra

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 4

Días a la floración de los tres tratamientos



En conclusión, la variedad Testigo, INIA 420 Negra Collana, alcanza la época de floración en menos días, comparado las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, con valores de 63.00, 74.33y 75.00 días desde la siembra hasta la etapa de floración respectivamente,

determinando ser más precoz. De la misma manera a este resultado Cervantes (2016), en su tesis titulada “Evaluación del rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el sector de Pumaranra” determinó que la variedad INIA 420 – Negra Collana fue la más precoz alcanzando la etapa de inicio de floración en 59 días, seguido de INIA 415 – Pasankalla con 62 días y finalmente la variedad Blanca de Junín con 75 días.

Por otro lado Valenzuela (2024), en su proyecto de investigación “Ensayo de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua negra (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres localidades de Cajamarca” llegó a la conclusión que la variedad INIA 420 Negra Collana, es más precoz que las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, habiendo alcanzado la floración a los 61.1, 74.2 y 74.6 días desde la siembra, respectivamente.

Esta diferencia en el número de días a la floración en una misma variedad, puede ser la consecuencia de las condiciones ambientales del lugar donde se realizó el experimento. Según Gómez y Aguilar (2026), las variedades del Altiplano de Perú y Bolivia y las quinuas del nivel del mar son las de menor sensibilidad al fotoperíodo y además poseen menor longitud del ciclo a antesis. La duración del ciclo a antesis también está influenciada por la altitud sobre el nivel del mar de la zona de origen de la quinua.

4.1.2. Madurez fisiológica

En el Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable Número de días a la madurez fisiológica (Tabla 9), se observa que existe alta significación estadística entre repeticiones, lo que quiere decir, que los promedios de las repeticiones son diferentes estadísticamente, y también hay alta significación estadística entre los tratamientos de estudio, dado que la F_c (F calculada) es mayor que la F_t (F tabular) al nivel de 0.05 y 0.01 en ambos casos. Por otra parte, se ha observado un Coeficiente

de variabilidad de 0.11% que es un valor aceptable para esta variable, además de que el promedio obtenido es 153.22 días desde la siembra (dds) hasta la madurez fisiológica.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANVA), de días a la Madurez Fisiológica.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft
Repeticiones	2	0.009	0.0045	23.02 **	6.94 0.05 0.01
Tratamientos	2	1.183	0.5915	18.72**	6.94 18
Error	4	0.0007	0.0001		
Total	8	1.193			
C.V = 0.11 %			$\bar{x}=153.22$ dds		

**: Altamente significativo

**: Altamente significativo

Al analizar los resultados de la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 0.05 (Tabla 10) se observa que la variedad testigo INIA 420 Negra Collana, llega en 140.66 días desde la siembra a la madurez fisiológica, siendo esta más precoz, comparado con variedades experimentales 20 y 71 que son estadísticamente similares con valores de 159.33 y 159.66 días desde la siembra a la madurez fisiológica, respectivamente.

Tabla 10

Promedio de días a la Madurez Fisiológica de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

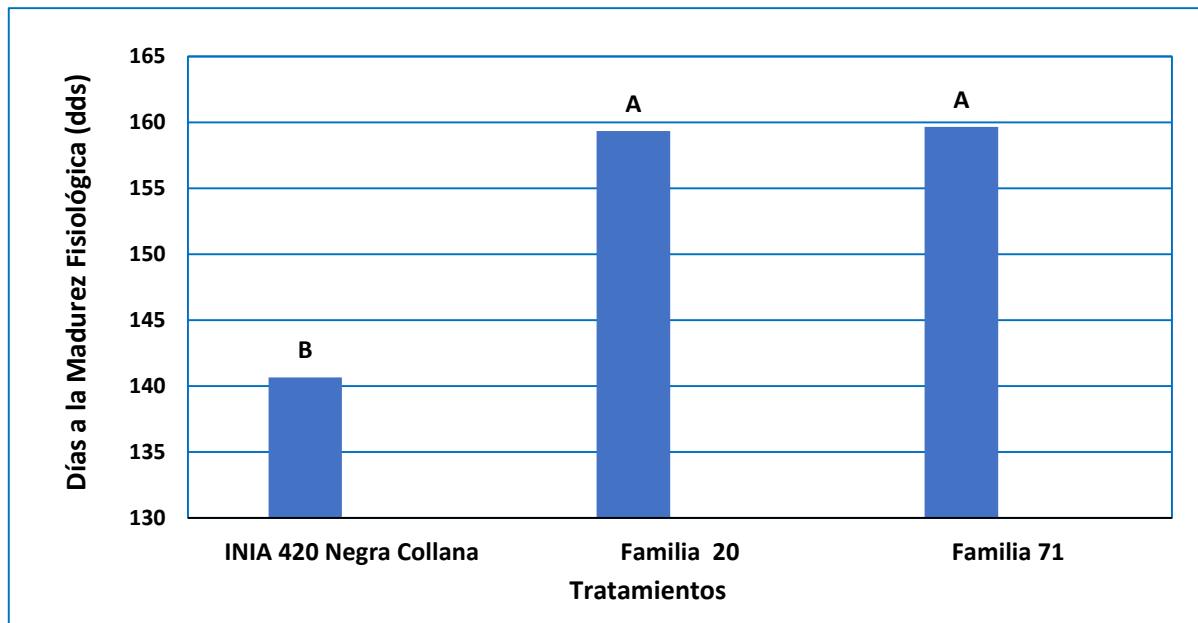
Tratamiento	Días a la Madurez Fisiológica (dds)	Significación estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	159.33	A
Variedad experimental, Familia 71	159.66	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	140.66	B

dds: días desde la siembra

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 5

Días a la Madurez Fisiológica de los tratamientos.



En forma definitiva, se ha observado que la variedad testigo INIA 420 Negra Collana, alcanza la madurez fisiológica en un número menor de días desde la siembra, que las variedades

experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, habiendo alcanzado la madurez fisiológica a los 140.66, 159.33 y 159.66 dds, respectivamente.

De la misma manera Valenzuela (2024), al llevar a cabo su “Ensayo de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua negra (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres localidades de Cajamarca, determinó que la variedad INIA 420 Negra Collana, es más precoz que las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, habiendo alcanzado la madurez fisiológica los 145.6, 169.4 y 169.4 días desde la siembra, respectivamente. Así mismo Villanueva (2021), en su tesis “Rendimiento de cuatro variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay – Junín” concluyó que la variedad Negra Collana maduró más temprano, con un tiempo de madurez de 148,5 días, en comparación, la variedad Huancayo que en 195,5 días alcanzó la madurez fisiológica. Por otro lado Apaza et al (2013), determinan que la variedad INIA 420- Negra Collana, llega desde la siembra hasta la madurez fisiológica en 138 días.

4.1.3. Altura de planta

Del cuadro de Análisis de Varianza de la Altura de planta (Tabla 11), se precisa que no hay diferencia estadística entre repeticiones, es decir que los promedios obtenidos son iguales estadísticamente, debido a que la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, en cambio existe alta significación estadística entre los tratamientos de estudio, dado que el Fc es mayor que el Ft al nivel de 0.05 y 0.01. Asimismo, el Coeficiente de variabilidad para esta variable es 5.506 % que es un valor aceptable, a su vez el promedio obtenido de altura planta es 107.38 cm ver Tabla 28 en Anexos.

Tabla 11*Análisis de varianza (ANVA), Altura de planta.*

Fuente	de	Grados	de	Suma	de	Cuadrado	Fc	Ft
variación		libertad		cuadrados		medio		0.05 0.01
Repeticiones		2		90.651		45.325	1.30 NS	6.94
Tratamientos		2		3785.212		1892.606	54.14 **	6.94
Error		4		139.839		34.959		
Total		8		4015.703				
C.V = 5.506 %				$\bar{x}=107.38$ cm				

N.S: no significativo

**: Altamente significativo

Luego, al analizar los resultados de la Prueba Rango Múltiple de Duncan (Tabla 12) para la variable Altura de planta, se reafirma que las líneas promisorias 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 126.200 y 117.083 cm, y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 78.860 cm.

Tabla 12

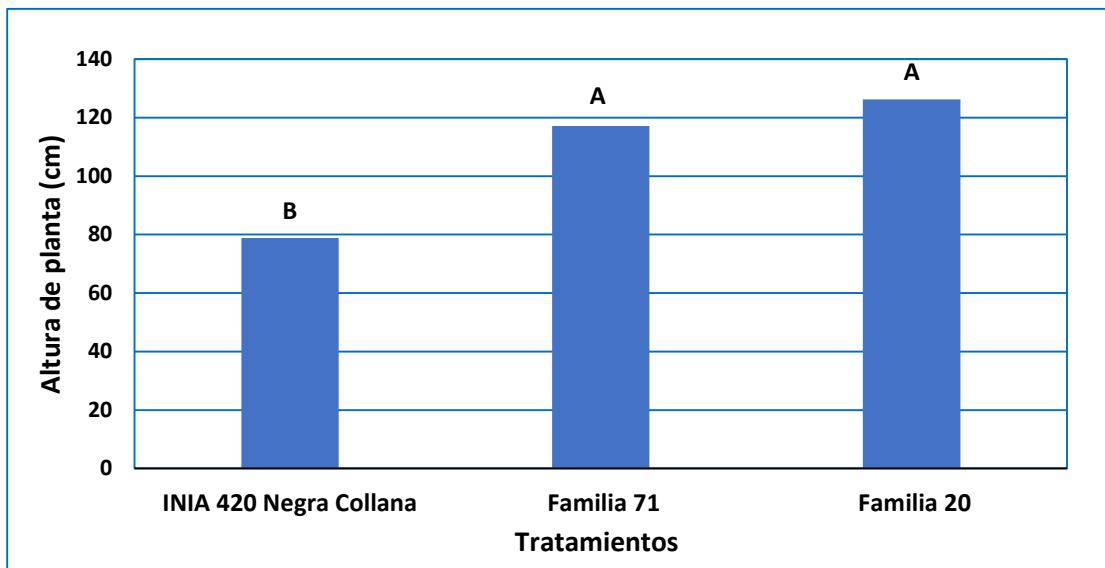
Promedio de la Altura de planta de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Significación
		estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	126.200	A
Variedad experimental, Familia 71	117.083	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	78.860	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 6

Altura de planta de los tratamientos



En definitiva, se concluye que la variedad testigo variedad INIA 420 Negra Collana presenta menor altura de planta 78.860 cm, en comparación con las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, con 126.200 y 117.083 cm en altura de planta.

Del mismo modo Valenzuela (2024), en su tesis “Ensayo de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua negra (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres localidades de Cajamarca” concluyó que variedad INIA 420 Negra Collana tiene menor altura de planta, que las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, habiendo alcanzado una altura de 52.1, 88.7 y 89 cm de altura. Comparando a nuestros los resultados obtenidos, la variedad testigo INIA 420 Negra Collana, y las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, muestran mayor altura respectivamente.

Villanueva (2021), en su tesis “Rendimiento de cuatro variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay – Junín” muestra que la altura de la planta de las variedades Huancayo y Hualhuas son parecidas, con un

promedio de 0.88 y 0.84 cm, por otro lado, las variedades Pasankalla y Negra Collana son muy diferentes, destacando que la media de ambas es de 0,68 cm, siendo estás más pequeñas.

Mendoza y Guiar (2017), en su proyecto de investigación “Evaluación del comportamiento de seis variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa*), en dos localidades, Cutervo, Región – Cajamarca – 2015” concluyeron que la variedad Negra Collana y Santa Ana fueron más pequeñas con 0.75 y 0.62, en comparación a la variedad Blanca de Junín registró la mayor altura con 1.35 m, estos resultados mostrados en altura de planta de la variedad Negra Collana fueron bajos en comparación a las demás variedades.

La altura de planta de la variedad INIA 420 Negra Collana según Gómez y Aguilar (2026) varía de 94 a 110 cm, logrando un mejor desarrollo en la zona agroecológica Suni del Altiplano, entre los 3815 y 3900 m, s, n, m, con clima frío seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4° a 15°C.

4.1.4. Ancho de lámina

Al realizar el Análisis de Variancia del Ancho de lámina de la hoja (Tabla 13), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones debido a que la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, sin embargo hay diferencia estadística entre los tratamientos de estudio; dado que la Fc (F calculada) es mayor que la Ft (F tabular) al nivel de 0.05 ; por otro lado, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 10.50% que es un valor aceptable para esta variable, además de que el promedio obtenido de ancho de lámina es 5.69 cm ver Tabla 28 en Anexos.

Tabla 13*Análisis de varianza (ANVA), de ancho de lámina.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc			Ft
				0.05	0.01		
Repeticiones	2	4.4397	2.219	6.20 NS	6.94		18
Tratamientos	2	8.1980	4.099	11.46*	6.94		18
Error	4	1.4310	0.357				
Total	8	14.068					
C.V = 10.50 %				$\bar{x}=5.69$ cm			

N.S: no significativo

*: significativo

Al analizar los resultados de la Prueba de Rango Múltiple Duncan (Tabla 14) se confirma que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 6.65 y 6.04 ancho de lámina, respectivamente; y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 4.39 en ancho de lámina.

Tabla 14

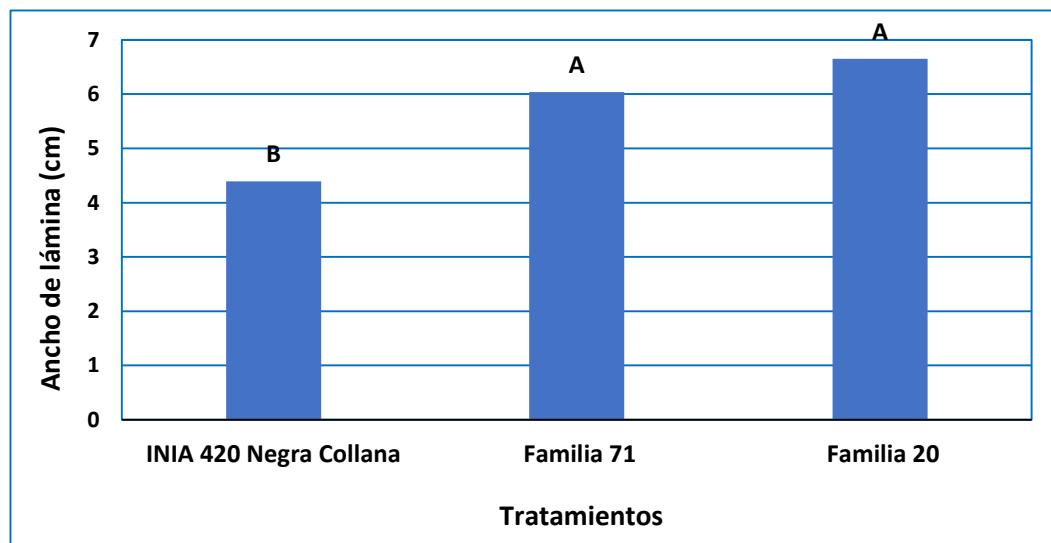
Promedio del Ancho de lámina de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Ancho de lámina (cm)	Significación estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	6.65	A
Variedad experimental, Familia 71	6.04	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	4.39	B

(>): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 7

Ancho de lámina de los tratamientos.



Se concluye que la variedad testigo variedad INIA 420 Negra Collana ha mostrado 4.39 cm en ancho de lámina, que es menor comparado a las variedades experimentales 20 y 71 con valores de 6.65 y 6.04 cm de ancho de lámina.

Como el autor Laura (2022) menciona, el ancho de lámina obtenido para la variedad negra Collana en su estudio fue en un promedio de 3.4975cm, que es menor a nuestro resultado, y también menor al ancho de lámina que nos muestra Apaza et al. (2013) en el Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú el ancho de lámina para la variedad Negra Collana es de 5,30 a 6,60 cm.

4.1.5. Largo de Lámina

Al realizar el Análisis de Varianza del largo de lámina de la hoja (Tabla 15), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones, y tampoco existe diferencia estadística entre los tratamientos de estudio, ya que la F calculada es menor que la F tabular al

nivel de 0.05 y 0.01 en ambos casos; por otro lado, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 13.014 % que es un valor aceptable para esta variable y el promedio obtenido de largo de lámina es 5.75 cm, ver Tabla 29 en Anexos.

Tabla 15

Análisis de varianza (ANVA), de largo de lámina.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Ft		
				0.05	0.01	
Repeticiones	2	1.108	0.554	0.99 NS	6.94	18
Tratamientos	2	1.608	0.804	1.43 NS	6.94	18
Error	4	2.244	0.561			
Total	8	4.962				
C.V = 13.014%				$\bar{x} = 5.75$ cm		

N.S: no significativo

Los resultados de la Prueba de Rango Múltiple Duncan (Tabla 16) confirman que las variedades experimentales 20, 71 y la variedad INIA 420 Negra Collana son estadísticamente similares con valores de 6.33, 5.60, y 5.33 largo de lámina de la hoja, respectivamente.

Tabla 16

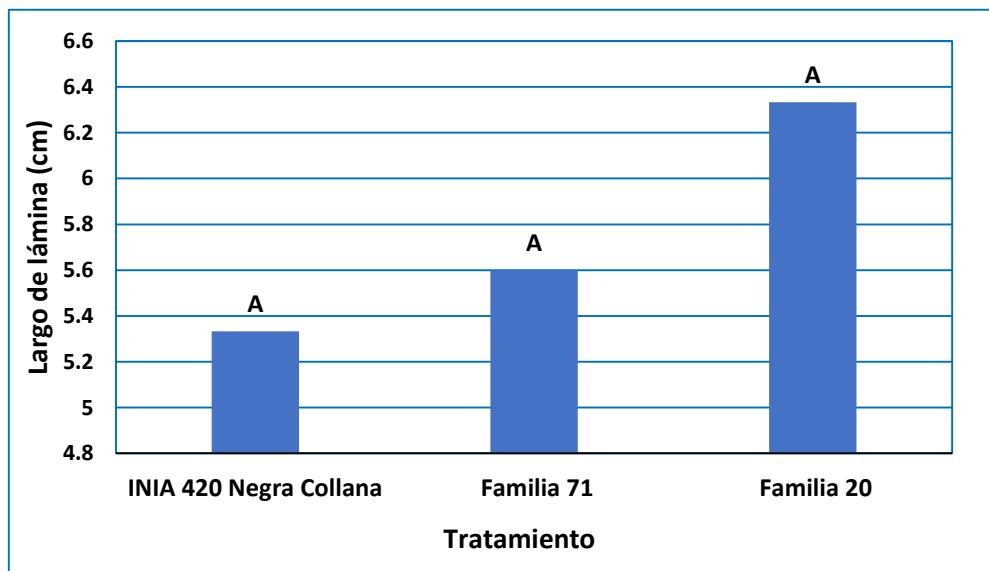
Promedio del largo de lámina de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Largo de lámina (cm)	Significación Estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	6.3333	A
Variedad Experimental, Familia 71	5.6000	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	5.3333	A

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 8

Largo de lámina de los tratamientos



En conclusión, la variedad INIA 420 Negra Collana presenta estadísticamente un largo de lámina de 5.33 cm, que es estadísticamente similar al largo de lámina de las variedades experimentales líneas promisorias 20 y 72 con valores de 6.33 y 5.60 cm.

Apaza et al. (2013) en el Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, el largo de lámina para la variedad Negra Collana es de 6,40 a 9,60 cm, que es mayor al largo de lámina obtenido para la variedad Negra Collana, pero se aproxima al largo de lámina de las familias 20 y 71, por otro lado Laura (2022) en su estudio de Caracterización Agronómica y Morfológica de las accesiones de quinua obtenidas ancestralmente vía descriptor bioversity international- Puno obtuvo un largo de lámina de 3.7 cm que se encuentra por debajo a nuestro resultado obtenido para esta variable.

4.1.6. Número de dientes de la hoja

En el Análisis de Varianza del número de dientes de la hoja (Tabla 17), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones dado que la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, no obstante, hay alta diferencia estadística entre los tratamientos de estudio; ya que la F calculada es mayor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01. Por otro lado, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 5.24% que es un valor aceptable para esta variable, además de que el promedio obtenido es 12.14 dientes por hoja, ver Tabla 29 en Anexos.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANVA), de Número de Dientes de hoja

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc		Ft 0.05 0.01
				2.75NS	6.94	
Repeticiones	2	0.1806	0.0903			18
Tratamientos	2	1.224	0.6124	18.72**	6.94	18
Error	4	0.1315	0.0328			
Total	8	1.5371				
C.V = 5.24 %				x=12.14 dientes/hoja		

N.S: no significativo

**: Altamente significativo

Luego, al observar los resultados de la Prueba de Duncan (Tabla 18) resulta que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 15.00 y 12.53 dientes de la hoja, respectivamente; y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 8.90 número de dientes de hoja.

Tabla 18

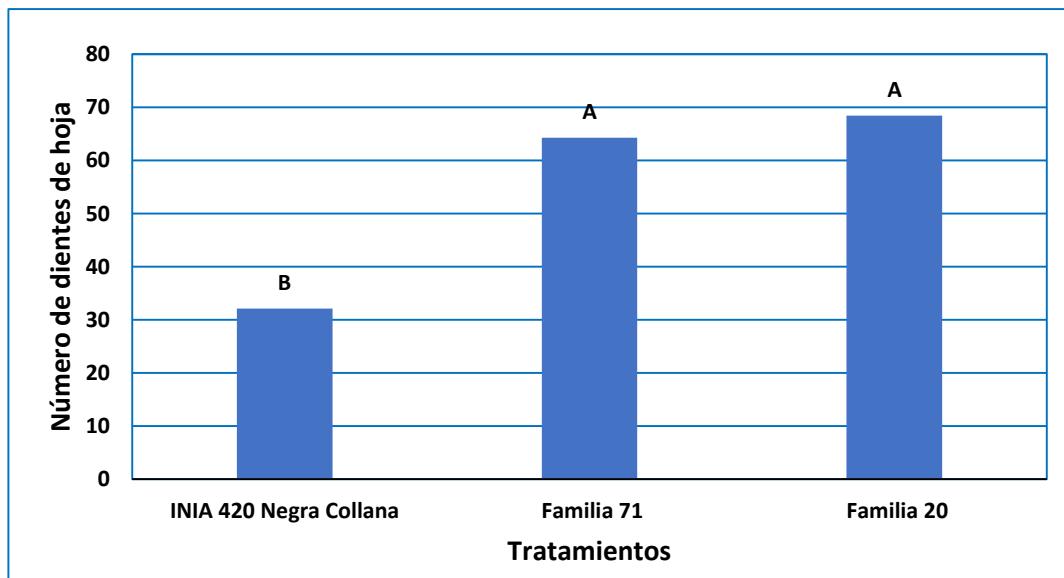
Promedio del número de dientes de la hoja de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Número de dientes de la hoja	Significación estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	15.00	A
Variedad experimental, Familia 71	12.53	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	8.90	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 9

Número de dientes de hoja de los tratamientos.



En conclusión, la variedad testigo INIA 420 Negra Collana presentó 8.90 número de dientes de hoja, menor que las familias 20 y 71 que presentaron valores de 15 y 12.53 número de dientes de hoja respectivamente.

Apaza et al. (2013) afirman en el Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú que la variedad Negra Collana tiene entre 12 a 25 dientes diente por hoja, siendo el resultado que hemos obtenido para esta variable menor, y semejante a los valores obtenidos en las familias.

Mujica et al. (2004) en su libro Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Ancestral Cultivo Andino nos dicen que el número de dientes de las hojas de quinua es variable, influenciada por el genotipo y el ambiente, del mismo modo (Laura, 2022) en su estudio de Caracterización Agronómica de accesiones de quinua en Puno menciona que, los dientes de las hojas son variables con los genotipos, desapego de entre plantas, abonamiento, situaciones ambientales adversas, de la misma manera Huillca (2019) en su estudio Comparativo de Rendimiento, caracterización Botánica, Comportamiento Fenológico Y Contenido De Saponina De 11 Líneas Promisorias de Quinua en K'ayra-Cusco menciona que, el número de dientes de la hoja es uno de los caracteres más constantes, y varía según la variedad de 3 a 20 dientes.

4.1.7. Longitud de panoja

En el Análisis de Varianza de la variable de longitud de panoja (Tabla 19), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones, es decir que los promedios obtenidos son iguales y que la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, por el contrario; hay alta diferencia estadística entre los tratamientos de estudio, es decir que el Fc es mayor que el Ft al nivel de 0.05 y 0.01, demás , se ha observado un coeficiente de variabilidad de 7.694 % que es un valor aceptable para esta variable, y el promedio obtenido de longitud de panoja es 54.958 cm, ver Tabla 29 en Anexos.

Tabla 19*Análisis de varianza (ANVA), de Longitud de Panoja.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc		Ft
				0.05	0.01	
Repeticiones	2	84.419	42.209	2.36 NS	6.94	18
Tratamientos	2	2372.14	1186.073	66.33 **	6.94	18
Error	4	71.523	17.880			
Total	8	2528.090				
C.V = 7.694 %				$\bar{x}=54.958$ cm		

N.S: no significativo

**: Altamente significativo

De acuerdo a los resultados de la Prueba de Rango Múltiple Duncan (Tabla 20) se comprueba que las variedades experimentales líneas promisorias 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 68.467 y 64.283 cm; y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 32.127 cm respectivamente.

Tabla 20

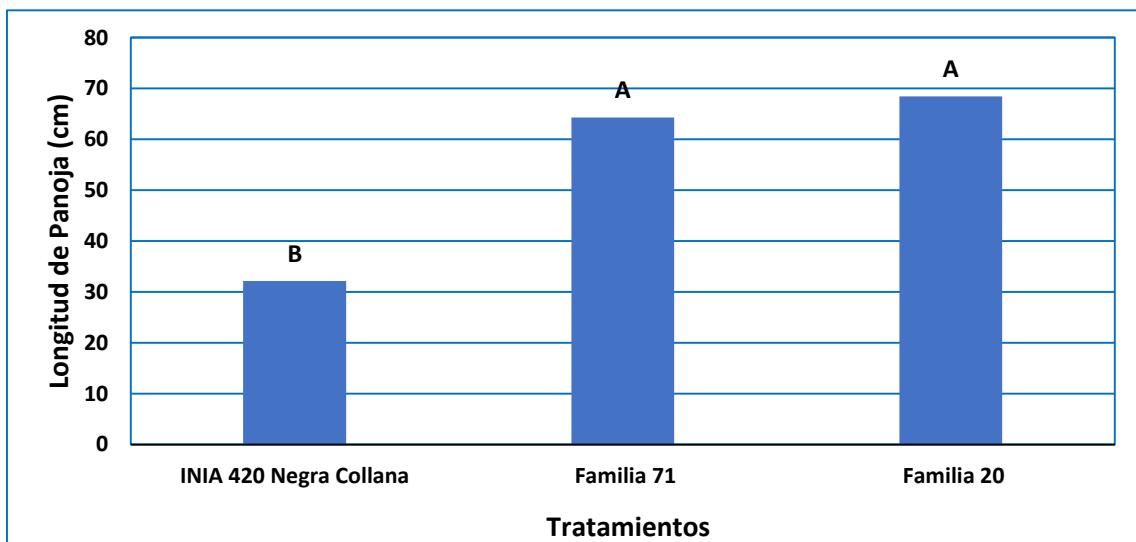
Promedio de la de Longitud de Panoja de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Longitud de panoja (cm)	Significación estadística
		al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	68.467	A
Variedad experimental, Familia 71	64.283	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	32.127	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 10

Longitud de Panoja de los tratamientos.



En conclusión, la variedad testigo INIA 420 Negra Collana ha mostrado una longitud de panoja de 32.127 cm, menor que la longitud de panoja de las variedades experimentales líneas promisorias 20 y 71, que alcanzaron una Longitud de panoja de 68.467 y 64.283 cm, respectivamente. El resultado obtenido para la variedad testigo INIA 420 Negra Collana se encuentra dentro de los márgenes de longitud de panoja que nos presenta Apaza et al. (2013) en el Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú con una longitud de panoja de 30 y 35 cm.

Mendoza y Guivar (2017) en dos localidades, Cutervo, Región – Cajamarca obtuvieron en la variedad Negra Collana 45 cm de Longitud de Panoja, un estudio similar realizado por Villanueva (2021) en las localidad de Aramachay- Junín obtuvo una longitud de panoja de 39.69 cm, ambos resultados fueron mayores a nuestro resultado obtenido. Por otro lado Valenzuela (2024) en tres localidades de Cajamarca obtuvo un resultado de 25.8 cm, que es menor al resultado que hemos obtenido.

Mujica et al. (2004) en su libro Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro, mencionan que la longitud de panoja es variable influenciada por el genotipo, ambiente donde se desarrolla y las condiciones de fertilidad de los suelos.

4.1.8. Diámetro de panoja

En el Análisis de Varianza (ANOVA) de la de Diámetro de panoja (Tabla 21), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones es decir que los promedios obtenidos son iguales y que la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, caso contrario ocurre entre los tratamientos de estudio, ya que, hay alta diferencia estadística es decir que el Fc es mayor que el Ft al nivel de 0.05 y 0.01, además, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 8.641 % que es un valor aceptable para esta variable, y el promedio obtenido de diámetro de panoja es 5.87 cm; ver Tabla 29 en Anexos.

Tabla 21

Análisis de varianza (ANVA), Diámetro de Panoja

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc			Ft	
				0.05	0.01			
Repeticiones	2	0.175	0.087	0.34 NS	6.94		18	
Tratamientos	2	18.823	9.411	36.55 **	6.94		18	
Error	4	1.030	0.257					
Total	8	20.028						
C.V = 8.641 %				$\bar{x}=5.87$ cm				

N.S: no significativo

**: Altamente significativo

Luego, al observar los resultados mostrados por la Prueba de Rango Múltiple Duncan (Tabla 22) resulta que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con

valores de 7.110 y 6.663 cm de diámetro de papa, respectivamente; y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 3.cm.

Tabla 22

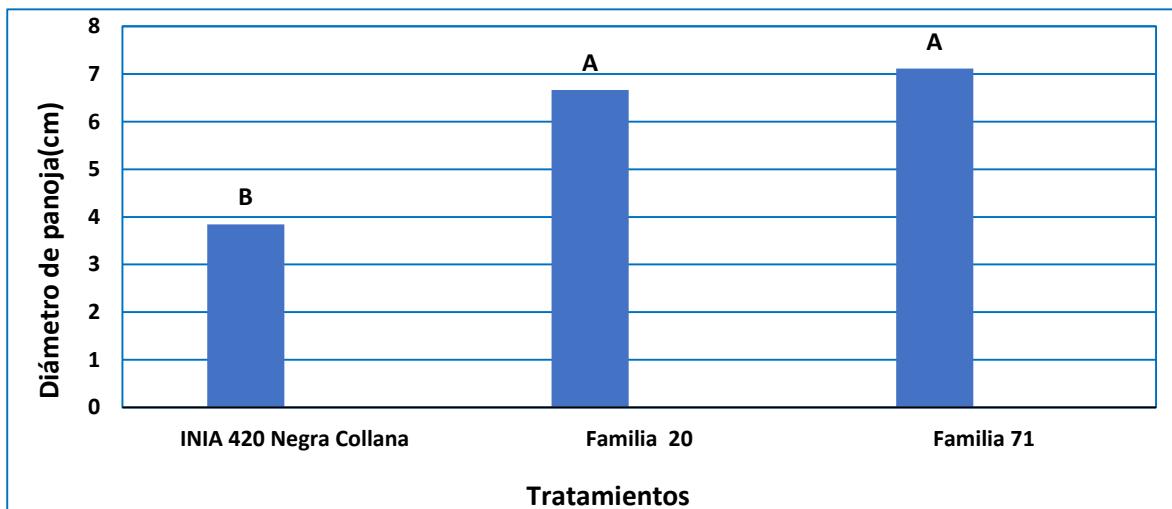
Promedio del Diámetro de papa de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Diámetro de papa cm	Significación
		estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	6.663	A
Variedad experimental, Familia 71	7.110	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	3.843	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 11

Diámetro de papa de los tratamientos.



En definitiva, concluimos que el testigo, variedad INIA 420 Negra Collana ha mostrado 3.843 cm de diámetro de papa, menor en comparación con las variedades experimentales líneas promisorias 20 y 71 que presentan un diámetro mayor de papa con valores de 7.110 y 6.66 cm.

Del mismo modo Valenzuela (2024) en su investigación Ensayo de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua negra (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres localidades de Cajamarca, en la variable diámetro de papa para la variedad Negra Collana obtuvo una longitud de papa de 2.5, y para las líneas promisorias 20 y 71 valores de 4.4 y 4.6, siendo todos los valores obtenidos menores que nuestro resultado. Por otro lado Laura (2022) en su proyecto de tesis Caracterización Agronómica de accesiones de quinua en Puno, obtuvo un valor mayor de diámetro de papa de 4.84 cm.

Según Apaza et al. (2013) en su libro Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, el diámetro de papa de la variedad INIA 420 Negra Collana es de 5,00 a 7,00 cm, mayor que nuestro resultado obtenido, razón por la cual Haro (2015) en su investigación Caracterización Morfoagronómica de tres variedades de quinua de color *Chenopodium quinoa* Willd. bajo condiciones agroecológicas de Laredo- La Libertad nos menciona que la diferencia de diámetro de papa que existe, se debe a la constitución genética intrínseca de cada variedad al interactuar con las condiciones ambientales durante el desarrollo de la investigación.

4.1.9. Diámetro de grano

Al realizar el Análisis de Varianza del Diámetro de grano (Tabla 23), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones, ya que la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, sin embargo, hay diferencia estadística entre los tratamientos de estudio F calculada es mayor que la F tabular al nivel de 0.05. Por otro lado, el Coeficiente de variabilidad

es de 4.21 % que es un valor aceptable para esta variable, además de que el promedio obtenido de ancho de lámina es 1.88 mm ver Tabla 29 en Anexos.

Tabla 23

Análisis de varianza (ANVA), de Diámetro de grano.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Ft		
				0.05	0.01	
Repeticiones	2	0.008	0.004	0.70 NS	6.94	18
Tratamientos	2	0.134	0.067	10.63 *	6.94	18
Error	4	0.025	0.006			
Total	8	0.168				
C.V = 4.21 %				$\bar{x} = 1.88 \text{ mm}$		

N.S: no significativo

*: significativo

Luego, al observar los resultados de la Prueba de Duncan (Tabla 24) resulta que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 1.93 y 2.01 diámetro de grano, respectivamente; y dichos tratamientos fueron ambos mayores estadísticamente al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 1.72 cm diámetro de grano.

Tabla 24

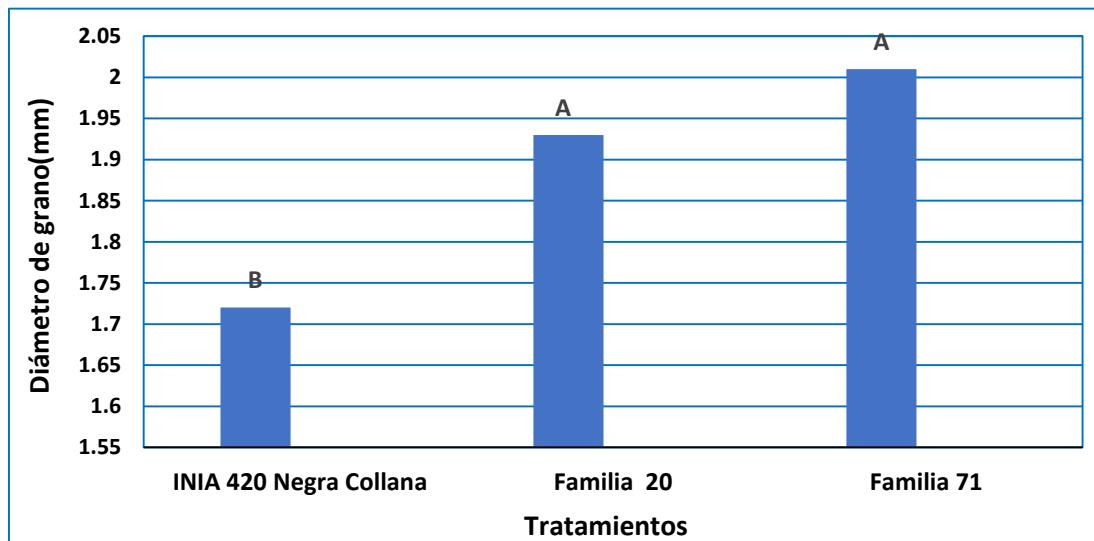
Promedio del Diámetro de grano de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Diámetro de grano mm	Significación
		estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	1.93	A
Variedad experimental, Familia 71	2.01	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	1.72	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 12

Diámetro de grano de los tratamientos.



Se concluye determinando que la variedad INIA 420 Negra Collana posee menor diámetro de grano 1.72 cm, comparado con las variedades experimentales 20 y 71 con valores de 1.93 y 2.01 mm .

Valenzuela (2024) en su estudio Ensayo de Adaptación y Eficiencia de líneas promisorias de quinua negra en tres localidades de Cajamarca, determinó 1.81 cm de diámetro para la variedad INIA 420 Negra Collana, valor superior a nuestro resultado obtenido, y para las variedades experimentales, Líneas Promisorias 20 y 71, 1.89 y 1.99 mm de diámetro, valores inferiores a nuestro resultado.

Apaza et al. (2013) en su libro Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, para la variedad Negra Collana el diámetro de grano es de 1,60 mm, menor a nuestro resultado obtenido.

La FAO (2019) establece que se considera al grano de quinua grande si el grano tiene un diámetro mayor de 1,7 mm y hasta 2,0 mm, mediano de 1,4 mm a 1,7 mm y pequeño menor de

1,4 mm, y se concluye que el diámetro de grano que hemos para la variedad testigo Negra Collana y las variedades experimentales 20 y 71 se encuentran dentro del rango de grano grande, por otro lado Gamboa et al. (2018) a determino productores de los Andes peruanos tiene preferencia por variedades mejoradas de quinua y también granos grandes y de mejor calidad.

4.1.10. Peso de grano

Al realizar el Análisis de Varianza del peso de grano (Tabla 25), se ha observado que no hay diferencia estadística entre repeticiones, dado que, la F calculada es menor que la F tabular al nivel de 0.05 y 0.01, no obstante, hay diferencia estadística entre los tratamientos de estudio; ya que la F calculada es mayor que la F tabular al nivel de 0.05. Por otro lado, se ha observado un Coeficiente de variabilidad de 9.02 % que es un valor aceptable para esta variable, además de que el promedio obtenido de peso de grano es 2.48 g; ver Tabla 28 en Anexos.

Tabla 25

Análisis de varianza (ANVA), de Peso de grano.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	0.0002	0.0001	0.00 NS	6.94	18
Tratamientos	2	0.7205	0.3602	7.52 *	6.94	18
Error	4	0.1915	0.0478			
Total	8	0.9124				
C.V = 9.02 %				$\bar{x} = 2.48$ g		

N.S: no significativo

*: significativo

Luego, al observar los resultados de la Prueba de Duncan (Tabla 26) resulta que las variedades experimentales 20 y 71 son estadísticamente similares con valores de 2.563, 2.680 g para la variable de peso de grano, respectivamente; y dichos tratamientos fueron ambos mayores

estadísticamente en comparación al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana que ha mostrado 2.03 g.

Tabla 26

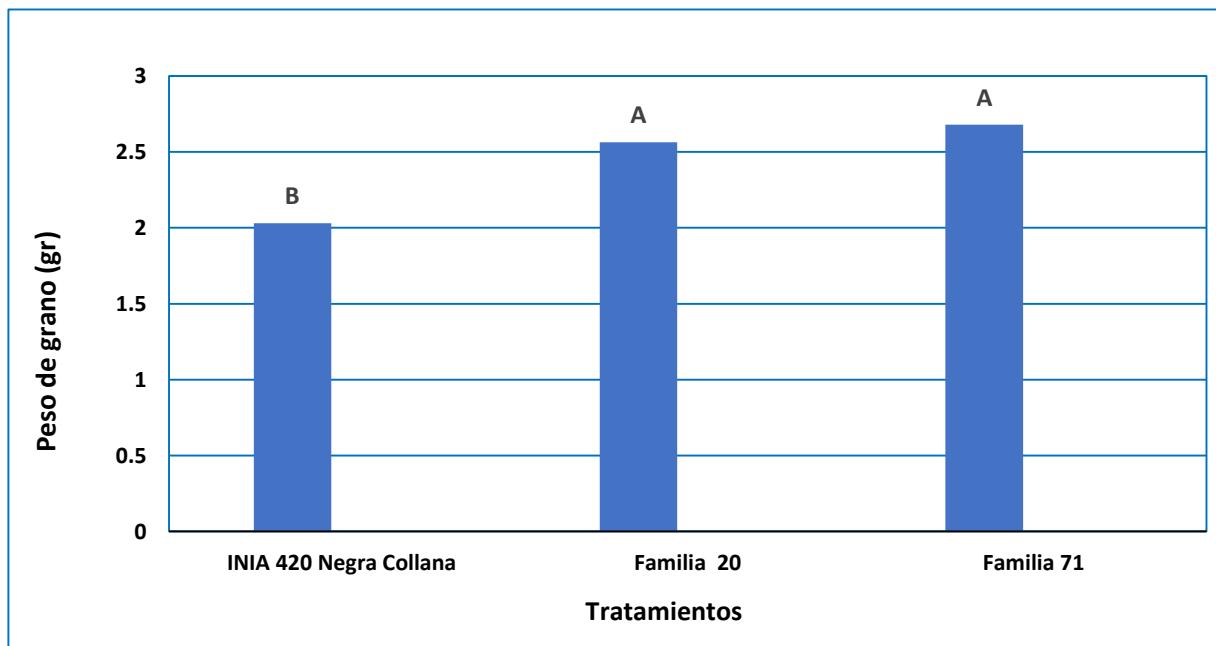
Promedio de Peso de grano de los tratamientos y significación estadística por Prueba de Duncan al 0.05.

Tratamiento	Peso de grano (g)	Significación estadística al 5%
Variedad Experimental, Familia 20	2.563	A
Variedad experimental, Familia 71	2.680	A
Testigo, INIA 420 Negra Collana	2.03	B

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares.

Figura 13

Peso de grano de los tratamientos.



En conclusión, la variedad testigo INIA 420 Negra Collana presenta 2.03 gr de peso de grano, menor en comparación a las variedades experimentales 20 y 71 que obtuvieron 2.56 y 2.68 g.

Apaza et al. (2013) en su libro Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, para la variedad INIA 420 Negra Collana determinó para la variable peso de grano un valor de 2.03 g, valor igual a nuestro resultado obtenido.

Valenzuela (2024) en su estudio Ensayo de Adaptación y Eficiencia de líneas promisorias de quinua negra en tres localidades de Cajamarca, para la Variedad INIA 420 Negra Collana, obtuvo un peso de grano de 2.57 g y las Líneas Promisorias Familia 20 y 71, un peso de grano de 2.87 y 3.27 g, valores que son mayores a nuestro resultado.

Pazmiño y Gualli (2022) mencionan que el peso de grano depende de la interacción del genotipo con el ambiente. Además de factores climáticos en la etapa reproductiva de la planta, la sanidad y nutrición del cultivo son también muy influentes.

4.3 Características morfológicas cualitativas

A continuación, se presentan los resultados de los caracteres o variables cualitativas, para lo cual se ha considerado los caracteres establecidos por directrices de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2018) (Tabla 27), en las que se consideran diferentes grados de variación para cada variable.

Tabla 27*Resultados de evaluación de los variables cualitativa.*

Número del carácter, según Directrices de la UPOV	Variable cualitativa y grado de expresión	Familia 20	Familia 71	INIA 420 Negra Collana
Grano: contenido de saponinas				
1	ausente o bajo	x	x	x
Follaje color				
2	verde medio	x	x	
	verde oscuro			x
Follaje: Glaescencia				
3	media	x	x	x
Hoja: Ángulo de la base				
6	agudo			x
	obtuso	x	x	
Tallo: Color				
8	verde	x	x	x
Tallo: Rayas				
9	presentes	x	x	x
Tallo: color de las rayas				
10	verde	x	x	x
Tallo: Pigmentación en las axilas foliares				
11	ausente o muy leve			x
	media	x	x	
Inflorescencia: color				
12	verde	x	x	x
Panícula: color				
15	marrón amarillento claro	x	x	x
Panícula: densidad				
16	media	x	x	
	densa			x
Semilla: color				
17	negro	x	x	x
Semilla: color sin el tegumento				
18	gris	x	x	x

Fuente: Elaboración propia en base a las directrices de la (UPOV 2018)

4.3.1 Carácter N° 1. Contenido de saponina en el grano.

De acuerdo a la prueba de formación de espuma que nos presenta la UPOV, (2018), denominado Método Afrosimétrico Estándar, se determinó que los tres tratamientos presentan un contenido “ausente o bajo” de saponina (tabla 27); lo cual, concuerda con Apaza et al. (2013) quienes dicen que la variedad INIA 420 Negra Collana contiene 0.00% de saponina; que es un valor “ausente o bajo”. Respecto a esta característica de contenido de saponina en la quinua, Ahumada et al. (2016) menciona que este producto es responsable del sabor amargo del grano y son consideradas variedades de quinuas dulces cuando presenta menos del 11 % ($<0,11\%$) y variedades amargas cuando presentan más a 11% ($>0,11\%$) y nuestro resultado se trataría de materiales genéticos dulces.

4.3.2 Carácter N° 2. Color de Follaje

En esta característica, se ha determinado diferencia entre las dos variedades experimentales (20 y 71) y el testigo, la variedad INIA 420 Negra Collana; siendo las dos variedades experimentales de color de follaje “verde medio”, mientras que el testigo de un color “verde oscuro” (Tabla 27).

4.3.3 Carácter N° 3. Glauescencia de Follaje

En este carácter no se ha observado diferencia entre las variedades experimentales 20 y 71, con la variedad testigo INIA 420 Negra Collana; todas presentan un grado de “glauescencia de media” (Tabla 27).

4.3.4 Carácter N° 6. Angulo de base de la hoja

En esta carácter se ha observado diferencia entre los tratamientos variedades experimentales 20 y 71, los cuales presentan un ángulo de la base “obtuso”, por el contrario, la

variedad testigo INIA 420 Negra Collana presenta un ángulo de la base de la hoja “agudo (Tabla 27).

4.3.5 Carácter N°8. Color de tallo

En este carácter los tres tratamientos, variedad testigo INIA 420 Negra Collana y las dos variedades experimentales 20 y 71, presentan un color de tallo igual, de color “verde” (Tabla 27), característica que coincide con Apaza et al. (2013) para la variedad Negra Collana es color de tallo es verde.

4.3.6 Carácter N° 9. Rayas en el tallo

En este carácter se ha determinado que los tres tratamientos; variedad testigo INIA 420 Negra Collana y las dos variedades experimentales 20 y 71, “presentan rayas” en el tallo (Tabla 27), variable que concuerda con Apaza et al. (2013) para la variedad INIA 420 Negra Collana presenta rayas en el tallo.

4.3.7 Carácter N° 10. Color de las rayas del tallo

Se ha observado en este carácter que los tres tratamientos variedad INIA 420 Negra Collana y las dos variedades experimentales 20 y 71; presentan rayas en tallo de color “verde (Tabla 27), del mismo modo Apaza et al. (2013) para la variedad Negra Collana presenta un color de rayas verde que concuerda con nuestro resultado de estudio.

4.3.8 Carácter N°11. Pigmentación de las axilas foliares del tallo.

Para este carácter se ha determinado diferencia entre el testigo INIA 420 Negra Collana; ya que presenta una pigmentación de las axilas ausente o muy leve, por el contrario, las variedades experimentales 20 y 71 presentan una pigmentación de las axilas media (Tabla 27). Resultado que coincide con Apaza et al. (2013) para la variedad Negra Collana presenta una pigmentación de axilas ausente.

4.3.9 Carácter N° 12. Color de la inflorescencia

En este carácter la variedad testigo INIA 420 Negra Collana y los dos tratamientos variedades experimentales 20 y 71 presentan igualdad en su inflorescencia que es de color “verde” (Tabla 27), resultado que coincide con Apaza et al. (2013) para la variedad Negra Collana.

4.3.10 Carácter N°15. Color de la panícula

Se ha determinado para este carácter que el testigo variedad INIA 420 Negra Collana y los dos tratamientos variedades experimentales 20 y 71 poseen una panícula de color “marrón amarillento claro” (Tabla 27).

4.3.11 Carácter N° 16. Densidad de panícula

En este carácter se observó diferencia entre el testigo, variedad testigo INIA 420 Negra Collana; que presenta una densidad de panícula “densa”, con los dos tratamientos variedades experimentales 20 y 71 que es de densidad de panícula “media” (Tabla 27), del mismo modo Apaza et al. (2013) para la variedad INIA 420 Negra Collana concuerda con nuestro resultado.

4.3.12 Carácter N°17. Color de la semilla

Se ha observado para en el presente carácter que no existe diferencia entre la variedad testigo INIA 420 Negra Collana y los dos tratamientos variedades experimentales 20 y 71, ya que presentan un color de semilla “negro” (Tabla 27), como nos menciona Apaza et al. (2013) en su para la variedad Negra Collana el color de grano es negro que coincide con nuestro resultado.

4.3.13 Carácter N° 18. Color de la semilla sin el tegumento

No se ha observado diferencia en este carácter, ya que la variedad Testigo INIA 420 Negra Collana y las variedades experimentales 20 y 71, poseen color de la semilla sin el tegumento de color “gris” (Tabla 27), resultado que concuerda con Apaza et al. (2013) para la variedad Negra Collana.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las variedades experimentales, Familias 20 y 71, alcanzaron mayor rendimiento que la variedad Testigo; habiéndose observado valores de $1,967.71$ y $1,802.60 \text{ kg/ ha}^{-1}$ para las Familias 20 y 71, respectivamente; cifras que fueron estadísticamente similares entre sí, pero superiores al rendimiento del Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana, que rindió $0,790.10 \text{ kg/ ha}^{-1}$.

Las variedades experimentales mostraron diferencias respecto al Testigo en las variables cuantitativas de días a la floración, madurez fisiológica, altura de planta, ancho de lámina, número de dientes de la hoja, longitud de panoja, diámetro de panoja, diámetro de grano, peso de grano; habiéndose hallado que los promedios de las variedades experimentales, Familias 20 y 71, fueron estadísticamente similares, pero diferentes que el Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana.

Las variedades experimentales mostraron similitud respecto al Testigo en la variable cuantitativa de largo de lámina; habiéndose hallado valores de 6.33 , 5.60 y 5.33 cm para las variedades experimentales, Familias 20 y 71, y la variedad Testigo, INIA 420 Negra Collana, respectivamente.

Las variedades experimentales, Familias 20 y 71, mostraron diferencias respecto al Testigo, variedad INIA 420 Negra Collana, en las variables cualitativas de color de follaje, ángulo de la base de la hoja, pigmentación en las axilas foliares del tallo y densidad de la Panícula; pero fueron similares en las variables de contenido de saponinas del grano, glauescencia de follaje, color del tallo, color de las rayas del tallo, color de la inflorescencia, color de la panícula, color de la semilla, color de la semilla sin el tegumento.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda seguir realizando investigaciones con las diferentes variedades y ecotipos de quinua, para así poder mejorar la producción, y el nivel de vida de los agricultores cajamarquinos; con quinuas que se adapten a las condiciones económicas y ambientales de toda la región.

Se recomienda seleccionar la mejorar variedad experimental de quinua de grano negro; que presente mejor rendimiento y adaptabilidad a las condiciones ambientales de cada localidad, con el fin de liberar una nueva variedad de quinua negra propia de la Región Cajamarca que cumpla con los requerimientos de los agricultores.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultura, y INIFAP. (2021). Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos elaboración de caldo sulfocálcico. <Https://Www.Gob.Mx/Produccionparaebienestar>.

Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(3), 438–469. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043>

Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. (Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, Eds.; 1st ed., Vol. 1). <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/76>

Calla, J. (2012). Manejo agronómico del cultivo de la quinua contenido. <Https://Www.Agrobanco.Com.Pe/Data/Uploads/Ctecnica/038-C-Quinua.Pdf>

Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd): composición nutricional y componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209–220. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>

Cervantes, N. (2016). *Evaluación del rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el sector de Pumaranra, anexo Kerapata del distrito de Tamburco*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].

Colachagua, C. (2015). *Parcelas de comprobación de compuestos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en dos localidades del Valle del Mantaro*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

De La Vega, S. (2022). *Evaluación de la fenología, morfología y rendimiento de seis cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones agroecológicas de Vilcabamba -Grau - Apurímac*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac].

FAO. (2019). Proyecto de sección 3.2.7: tamaño del grano en la norma para la quinua.

Gamboa, C., Van Den Broeck, G., & Maertens, M. (2018). Smallholders' preferences for improved quinoa varieties in the Peruvian Andes. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10).
<Https://Doi.Org/10.3390/Su10103735>

Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua* (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Universidad Nacional Agraria la Molina., Eds.). www.fao.org/publications/es

Guzmán, B., Hernández, J., Ortega, S., Viruegas, R., & Barrita, S. (2009). Los nutracéuticos. Lo que es conveniente saber. *Revista Mexicana De Pediatría*, 76, 136–145.
www.medigraphic.com

Haro, E. (2015). *Caracterización morfoagronómica de tres variedades de quinua de color Chenopodium quinoa Willd. bajo condiciones agroecológicas de Laredo- La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-ca/2.5/pe/B>

Huayllacayan, Z., & Zuñiga, P. (2019). *Adaptabilidad y potencial de rendimiento de 10 variedades de quinua (Chenopodium quinoa wild.) en la localidad de Chango, Región Pasco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion].

Huillca, M. (2019). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización botánica, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 11 líneas promisorias de quinua*

(Chenopodium quinoa Willdenow) bajo condiciones del centro agronómico K'ayra-Cusco.

[Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].

INIA. (2008). Quinua Inia 420-Negra Collana. www.inia.gob.pe

Laura, R. (2022). *Caracterización agronómica y morfológica de las accesiones de quinua (Chenopodium quinoa Willd) obtenidas ancestralmente vía descriptor bioversity international.* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Del Altiplano].

Márquez, K., Vega, L., & Alvarez, L. (2021). Glosario de términos agronómicos.

Mendoza, O., & Guivar, N. (2017). *Evaluación del comportamiento de seis variedades de quinua (Chenopodium quinoa), en dos localidades, Cutervo, Región – Cajamarca - 2015.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

MIDAGRI. (2022). Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción - quinua campaña agrícola 2022/2023.

<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1383/1/Observatorio%20de%20as%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20-Quinua%20%20.pdf>

Mujica, Á. (2015). El origen de la quínoa y la historia de su domesticación.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67723/NR40344.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathee, J. (1999). Quinua ancestral cultivo de los Andes.

<https://ciq.org.bo/wp-content/uploads/2022/09/16-LIBRO-Quinua-ancestral-cultivo-de-los-andes-r-miranda.pdf>

Mujica, A., Jacobsen, S., Izquierdo, J., & Marathee, J. (2004). Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. (FAO, Ed.; 2nd ed.).

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*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal De Bolívar].

Perez, E. (2018). *Comportamiento de 09 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) bajo condiciones de secano, en el centro poblado de Yatun, Cutervo, Región Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Solveig, T. (2000). El mildiu de la quinua en la zona Andina. In Centro Internacional de Biociencia Agrícola.

https://www.researchgate.net/publication/303942286_El_Mildiu_de_la_Quinua_en_la_Zona_Andina.

Soto, M., Allende, R., & Romero, V. (2019). Estudio comparativo en rendimiento y calidad de 12 variedades de quinua orgánica en la comunidad campesina de San Antonio de Manallasac, Ayacucho. *Campus*, 25(29), 57–65. <https://doi.org/10.24265/campus.2020.v25n29.04>

Tejada, T. (2020). Nueva variedad de “quinua” *Chenopodium quinoa* Wild. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes. *Arnaldoa*, 27(3), 751–768. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.273.27306>

Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). (2018). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad para la quinua-documento TG/328/1 (pp. 1–22). www.upov.int

Valenzuela, L. (2024). *Ensayo de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua negra (*Chenopodium quinoa* Willd.) en tres localidades de Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

Villanueva, S. (2021). *Rendimiento de cuatro variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de agricultura orgánica en la localidad de Aramachay - Junín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Villarroel, J., Orozco, J., Cayán, J., & García, E. (2020). Optimización del proceso de desaponificado de la quinua por el método de lavado, caso práctico en la empresa ASOALIENU. *Dominio de las Ciencias*, 6, 898–918. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1324>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1 Datos de campo de las variables de rendimiento y de las características cuantitativas.

Tabla 28

Promedios de la variable rendimiento y características cuantitativas.

Parcela	Trat.	Rep.	Rdto. de grano (kg/ ha ⁻¹)	Floración (dds)	Madurez fisiológica (dds)	Altura planta (cm)	Ancho de lámina hoja (cm)
101	Familia 71	1	1851.56	76	159	123.05	6.58
102	Familia 20	1	1821.88	74	159	131.85	7.52
103	Negra Collana	1	760.94	63	140	74.15	5.42
201	Familia 71	2	1801.56	74	161	118.25	5.695
202	Negra Collana.	2	845.31	62	142	86.75	4.39
203	Familia 20	2	2028.13	74	160	123.7	7.27
301	Negra Collana.	3	764.06	64	140	75.68	3.37
302	Familia 71	3	1754.69	75	159	109.95	5.835
303	Familia 20	3	2053.13	75	159	123.05	5.175

Tabla 29

Promedio de características cuantitativas.

Parcela	Trat.	Rep.	Número dientes hoja (prom)	Longitud de panoja (cm)	Diámetro de panoja (cm)	Diámetro de grano (mm)	Peso de grano (gr)	Largo lámina hoja (cm)
101	Familia 71	1	14	64.65	7.43	2.03	2.83	6
102	Familia 20	1	13.8	74.65	6.78	1.9	2.47	5.94
103	Negra Collana	1	9.9	37.65	3.34	1.72	1.98	4.98
201	Familia 71	2	13	65.95	7.15	1.98	2.43	5.3
202	Negra Collana.	2	9.6	33.7	3.61	1.73	2.05	5.5
203	Familia 20	2	16.4	63.35	6.38	2.07	2.81	5.4
301	Negra Collana.	3	7.2	25.03	4.58	1.71	2.06	5.5
302	Familia 71	3	10.6	62.25	6.75	2.02	2.78	5.51
303	Familia 20	3	14.8	67.4	6.83	1.82	2.41	7.69

7.2 Panel Fotográfico

Figura 14

Semilla con tratamiento VITAVAX – 300. (A) (B) Variedades experimentales 20 y 71. (C)

Variedad testigo INIA 420 Negra

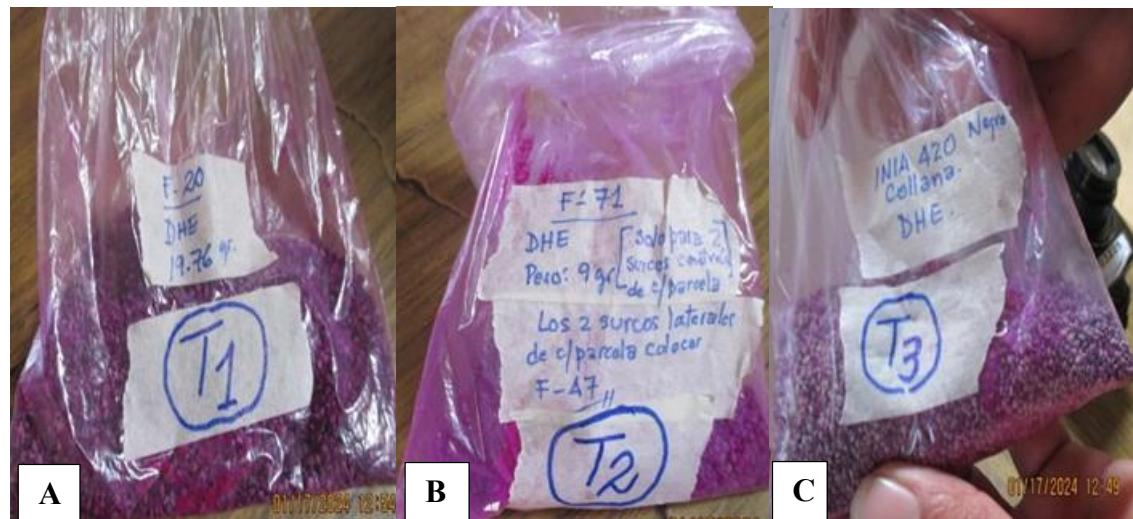


Figura 15

Siembra de quinua negra en la Localidad de Sulluscocha.



Figura 16

Emergencia de los tratamientos (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana.



Figura 17

Deshierbo y segundo abonamiento.



Figura 18

Evaluación de floración (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana.



Figura 19

Evaluación de largo y ancho de lámina de hoja.



Figura 20

Evaluación de número de dientes de hoja.



Figura 21

Primera fumigación (Capsaína) para evitar daño por insectos y pájaros.



Figura 23

Evaluación de madurez fisiológica, presencia de axilas pigmentadas de los tratamientos (A)

Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana.

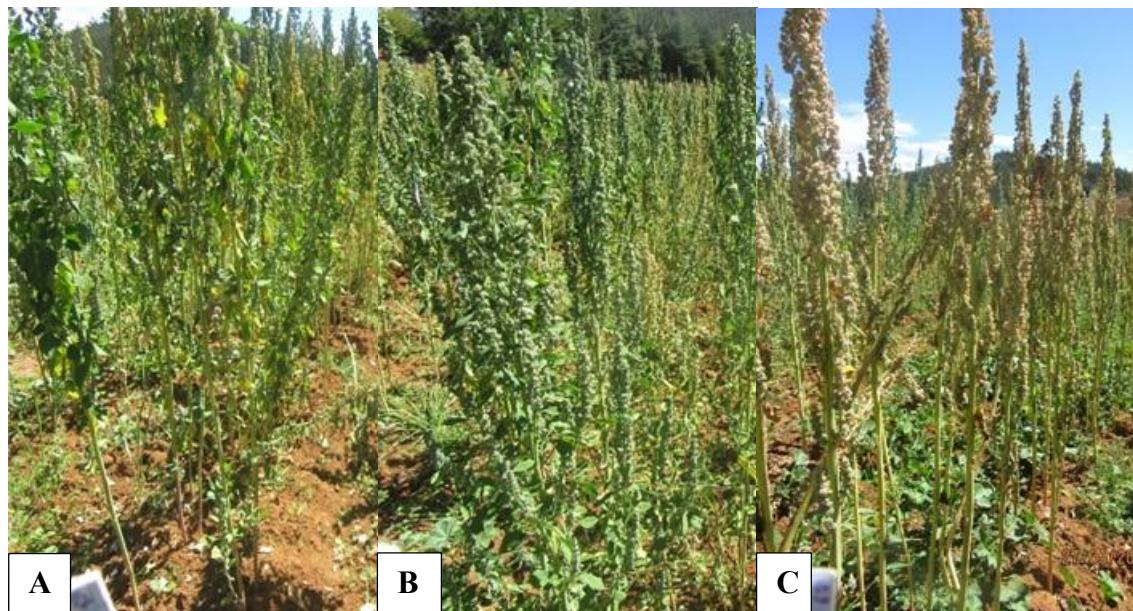


Figura 22

Evaluación de altura y diámetro de planta.



Figura 24

Cosecha de quinua.



Figura 25

Asesor y colaborador al finalizar la cosecha.



Figura 26

Evaluación de la forma de panoja. (A) Variedad experimental 20. (B) Variedad experimental 71. (C) Variedad INIA 420 Negra Collana



Figura 27

Proceso de limpiado de grano.



Figura 28

Peso de grano de quinua Negra por tratamiento (Kg/ha).



Figura 29

Conteo de 1000 semillas por tratamiento.



Figura 30

Peso de las 1000 semillas.



Figura 31

Determinación del color de semilla sin el tegumento

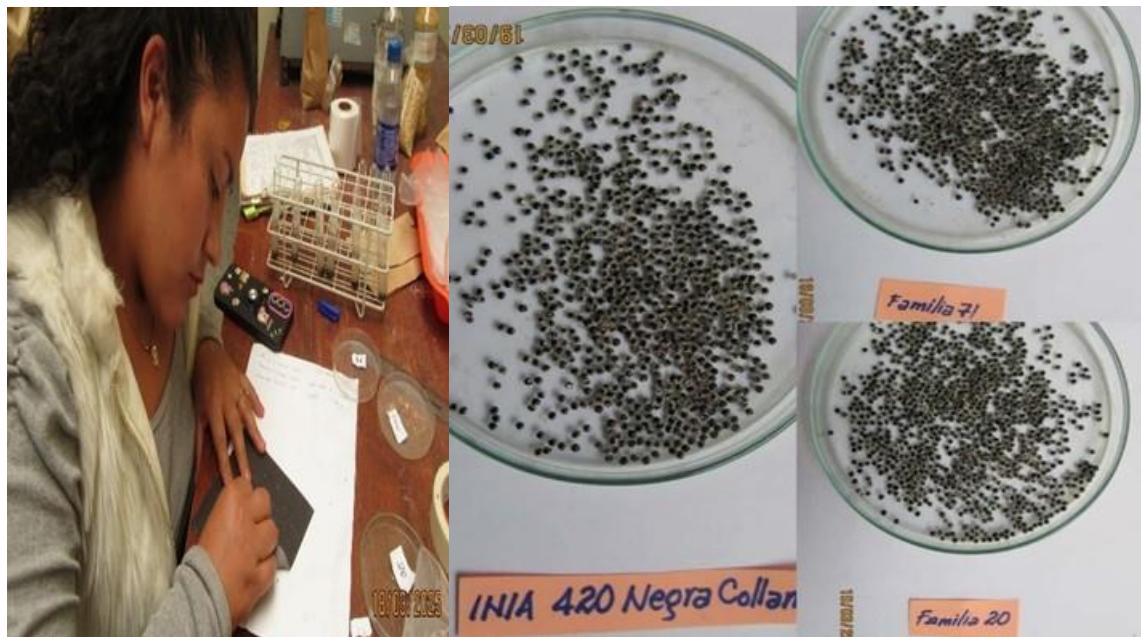


Figura 32

Determinación de diámetro de grano de cada tratamiento.



Figura 33

Evaluación del contenido de saponina del grano de cada tratamiento.

