

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y EVALUACIÓN
AGROBOTÁNICA DE 14 LINEAS DE QUINUA DE GRANO BLANCO Y
VARIEDAD CICA 18 (*Chenopodium quinoa* Willd) EN K'AYRA – CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. UHLE MAX HUANACO QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESORA:

Dra. ELISABET CESPEDES FLOREZ

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor ELISABET CESPEDES FLOREZ
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: COMPARATIVO DE RENDIMIENTO
Y EVALUACIÓN AGROBOTÁNICA DE 14 LINEAS DE
QUINUA DE GRANO BLANCO Y VARIEDAD CJCA 18
(Chenopodium quinoa Willd) EN K'AYRA - CUSCO

Presentado por: UHLE MAX HUANACO QUISPE DNI N° 76698124;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 28 de ABRIL de 2026


.....
Firma

Post firma ELISABET CESPEDES FLOREZ

Nro. de DNI 23881755

ORCID del Asesor 0000-0002-4389-2227

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:583635694

UHLE MAX HUANACO QUISPE (1).docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:583635694

183 páginas

Fecha de entrega

27 abr 2026, 8:07 a.m. GMT-5

44.605 palabras

Fecha de descarga

27 abr 2026, 8:35 a.m. GMT-5

232.556 caracteres

Nombre del archivo

UHLE MAX HUANACO QUISPE (1).docx

Tamaño del archivo

21.4 MB

4% Similitud general

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




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 16 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

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

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

A mi madre, Gloria Quispe; por su presencia firme a lo largo de este proceso, soporte emocional constante y fuente de fortaleza en las etapas de mayor exigencia.

A mi padre, Máximo Huanaco; por el respaldo brindado durante mi formación profesional, así como por los principios, orientaciones y enseñanzas que guiaron el cumplimiento de mis objetivos.

A mi hermana Lina; por su compañía permanente y por los años compartidos en el entorno familiar, que consolidaron mi desarrollo personal.

A Neneruth A.; por su acompañamiento continuo, comprensión y motivación sostenida, factores determinantes en la consecución de las metas planteadas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; institución que permitió mi formación académica y desarrollo profesional. A la Facultad de Agronomía y Zootecnia y a la Escuela Profesional de Agronomía; por los recursos, la orientación y las condiciones brindadas para la ejecución de la presente investigación.

A la Dra. Elisabet Céspedes Flórez; por la asesoría técnica, el seguimiento permanente y el aporte académico durante el desarrollo del trabajo de tesis.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía; por la transmisión de conocimientos, la exigencia académica y el impulso constante hacia el mejoramiento profesional.

A mis primos Edson y Enma; por el respaldo y estímulo brindado durante esta etapa.

A mis amigos Hender Palomino, Cristian Huayllani y Luis Ilberto; por el acompañamiento, el soporte emocional y los momentos compartidos que contribuyeron a sobrellevar este proceso.

A todas las personas que participaron directa o indirectamente en este recorrido; mi reconocimiento y agradecimiento. Este resultado también refleja su contribución.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. Objetivos	4
2.1.1. Objetivo general	4
2.1.2. Objetivos específicos.....	4
2.2. Justificación.....	4
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes	7
4.2. Bases teóricas	12
4.2.1. Generalidades del cultivo de quinua	12
4.2.1.1. Origen y domesticación.....	12
4.2.1.2. Distribución geográfica	13
4.2.1.3. Importancia económica y social	14
4.2.1.3.1. Importancia económica.....	14
4.2.1.3.2. Importancia social.....	17
4.2.1.4. Taxonomía de la quinua	20

4.2.1.5. Morfología de la quinua	20
4.2.1.5.1. Planta	20
4.2.1.5.2. Raíz.....	21
4.2.1.5.3. Tallo.....	21
4.2.1.5.4. Hojas.....	22
4.2.1.5.5. Inflorescencia.....	22
4.2.1.5.6. Flores	23
4.2.1.5.7. Fruto	23
4.2.1.5.8. Semilla.....	24
4.2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos.....	24
4.2.1.6.1. Altitud y zonas agroecológicas.....	24
4.2.1.6.2. Temperatura.....	24
4.2.1.6.3. Precipitación y manejo hídrico	25
4.2.1.6.4. Fotoperiodo.....	25
4.2.1.6.5. Suelo y pH	26
4.2.1.6.6. Radiación solar y humedad relativa.....	26
4.2.1.7. Fenología de la quinua.....	27
4.2.1.7.1. Emergencia	28
4.2.1.7.2. Desarrollo vegetativo.....	28
4.2.1.7.3. Ramificación.....	29
4.2.1.7.4. Botón floral y formación de inflorescencia	30
4.2.1.7.5. Floración y antesis	30
4.2.1.7.6. Llenado de grano y maduración	31
4.2.2. Variedades de quinua	32
4.2.2.1. Variedades mejoradas por el INIA	32
4.2.2.2. Variedades regionales y de universidades	33
4.2.2.3. Clasificación por uso y mercado	33
4.2.3. Genotipo CICA – 18.....	34
4.2.3.1. Procedencia y antecedentes	34
4.2.3.2. Descripción botánica	35
4.2.3.3. Características fenológicas	36

4.2.3.4. Características agronómicas (rendimiento)	36
4.2.3.5. Adaptación y uso como material de referencia	37
4.2.4. Plagas y enfermedades	38
4.2.4.1. Principales plagas	38
4.2.4.2. Principales enfermedades	39
4.2.5. Mejoramiento genético de la quinua	41
4.2.5.1. Fundamentos del mejoramiento genético	41
4.2.5.1.1. Finalidad del mejoramiento genético	41
4.2.5.1.2. Objetivos del mejoramiento genético	41
4.2.5.1.3. Métodos de mejoramiento en plantas cultivadas	41
4.2.6. Rendimiento de grano en quinua	44
4.2.6.1. Definición de rendimiento	44
4.2.6.2. Rendimientos en el Perú	44
4.2.6.3. Producción mundial de quinua	45
4.2.6.4. Producción nacional y regional de quinua en el Perú	46
4.2.6.5. Factores que afectan el rendimiento	47
4.2.7. Características agronómicas	48
4.2.8. Descriptores	48
4.2.8.1. Tipos de descriptores	49
4.2.8.2. Caracterización	50
4.3. Marco conceptual	50
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	52
5.1. Tipo y enfoque de la investigación	52
5.2. Ubicación espacial	52
5.3. Ubicación temporal	54
5.4. Materiales y metodología	54
5.4.1. Materiales	54
5.4.2. Metodología	56
5.4.2.1. Diseño experimental	56
5.4.2.2. Características del campo experimental	57
5.4.2.3. Conducción del experimento	59

5.4.2.4. Evaluaciones	66
5.4.2.5. Análisis estadístico	71
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
6.1. Rendimiento	73
6.1.1. Peso de grano por planta	73
6.1.2. Rendimiento transformado a toneladas/ha	78
6.1.3. Peso de mil granos.....	83
6.2. Características agronómicas.....	88
6.2.1. Altura de planta	88
6.2.2. Diámetro de tallo	93
6.2.3. Longitud de peciolo.....	96
6.2.4. Longitud de la hoja.....	100
6.2.5. Ancho de la hoja.....	104
6.2.6. Longitud de panoja.....	109
6.2.7. Diámetro de panoja	113
6.2.8. Diámetro de grano	118
6.3. Características botánicas	122
6.3.1. Tipo y habito de crecimiento.....	122
6.3.2. Características botánicas del tallo	124
6.3.3. Características botánicas de ramificación	126
6.3.4. Características botánicas de hoja.....	127
6.3.5. Características botánicas de inflorescencia	129
6.3.6. Características botánicas de grano	131
VII. CONCLUSIONES.....	133
7.1. Conclusiones	133
7.2. Recomendaciones.....	135
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	137
IX. ANEXOS.....	144

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comportamiento de exportaciones de quinua peruana (2018 – 2023).	16
Tabla 2. Composición nutricional de la quinua por categorías (100 g).	18
Tabla 3. Rendimiento promedio del cultivo de quinua/ha en regiones seleccionadas del Perú. .	45
Tabla 4. Producción de quinua (TM), principales países productores a nivel mundial.....	46
Tabla 5. Evolución de la producción de quinua a nivel nacional.	47
Tabla 6. Historial del área experimental	53
Tabla 7. Material genético evaluado.....	55
Tabla 8. Tratamientos en estudio.	56
Tabla 9. Estructura de análisis de varianza (ANVA) para un DBCA.....	72
Tabla 10. Peso promedio de grano por planta (g).....	73
Tabla 11. Análisis de varianza para peso de grano por planta.....	74
Tabla 12. Prueba de Tukey para peso de grano por planta (g).	74
Tabla 13. Rendimiento de grano transformado a t/ha.....	78
Tabla 14. Análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha).	79
Tabla 15. Prueba de Tukey para rendimiento de grano (t/ha).....	79
Tabla 16. Peso de mil granos (g).	83
Tabla 17. Análisis de varianza para peso de mil granos.	84
Tabla 18. Prueba de Tukey para peso de mil granos (g).....	84
Tabla 19. Altura promedio de 10 plantas en (cm).	88
Tabla 20. Análisis de varianza para altura de planta.	89
Tabla 21. Prueba de Tukey para altura de planta (cm).	89
Tabla 22. Diámetro promedio del tallo (mm).....	93
Tabla 23. Análisis de varianza para diámetro del tallo.....	93
Tabla 24. Diámetro del tallo (mm).	94
Tabla 25. Longitud promedio del pecíolo (cm).	96
Tabla 26. Análisis de varianza para longitud del pecíolo.	97
Tabla 27. Longitud de pecíolo (cm).....	98
Tabla 28. Longitud promedio de hoja (cm).	100
Tabla 29. Análisis de varianza para longitud de la hoja.	101
Tabla 30. Longitud de hoja (cm).....	102
Tabla 31. Ancho promedio de la hoja (cm).	104
Tabla 32. Análisis de varianza para ancho de hoja.	105
Tabla 33. Prueba de Tukey para ancho de hoja (cm).....	106
Tabla 34. Longitud promedio de panoja (cm).	109
Tabla 35. Análisis de varianza para longitud de panoja.	110
Tabla 36. Prueba de Tukey para longitud de panoja (cm).	110
Tabla 37. Diámetro promedio de panoja (cm).	113
Tabla 38. Análisis de varianza para diámetro de panoja.	114

Tabla 39. Prueba de Tukey para diámetro de panoja (cm).	115
Tabla 40. Diámetro promedio de grano (mm).	118
Tabla 41. Análisis de varianza para diámetro de grano.	119
Tabla 42. Diámetro de grano (mm).....	119
Tabla 43. Densidad de siembra, tipo y habito de crecimiento.	122
Tabla 44. Caracterización del tallo en líneas de quinua.....	124
Tabla 45. Caracterización de la ramificación en líneas de quinua.....	126
Tabla 46. Caracterización de las hojas en líneas de quinua.	127
Tabla 47. Caracterización de inflorescencias en líneas de quinua.	129
Tabla 48. Caracterización de los granos en líneas de quinua.	131
Tabla 49. Meta y balance para el nivel 180–150–37.5 (N–P ₂ O ₅ –K ₂ O)	159
Tabla 50. Dosis por planta (0.80 m × 0.10 m; 125,000 plantas/ha).....	160
Tabla 51. Resultados de peso de granos por planta (g).....	161
Tabla 52. Resultados de peso mil granos (g)	162
Tabla 53. Resultados de altura de plantas (cm)	163
Tabla 54. Resultados de diámetro de tallo (mm)	164
Tabla 55. Resultados de longitud de peciolo (cm).....	165
Tabla 56. Resultados de longitud de la hoja (cm).....	166
Tabla 57. Resultados de ancho de la hoja (cm)	167
Tabla 58. Resultados de longitud de panoja (cm).....	168
Tabla 59. Resultados de diámetro de panoja (cm).....	169
Tabla 60. Resultados de diámetro de grano (mm)	170
Tabla 61. Características principales de la variedad “CICA-18”.	171

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la parcela experimental (Centro Agronómico K'ayra – UNSAAC).	53
Figura 2. Diseño de campo: distribución de tratamientos (DBCA).	58
Figura 3. Esquema de unidad experimental y parcela neta.	59
Figura 4. Peso de grano por planta (g).	76
Figura 5. Rendimiento de grano (t/ha).	81
Figura 6. Peso de mil granos (g).	86
Figura 7. Altura de planta (cm).	91
Figura 8. Diámetro del tallo (mm).	95
Figura 9. Longitud del pecíolo (cm).	99
Figura 10. Longitud de hoja (cm).	103
Figura 11. Ancho de hoja (cm).	107
Figura 12. Longitud de panoja (cm).	112
Figura 13. Diámetro de panoja (cm).	116
Figura 14. Diámetro de grano (mm).	120

RESUMEN

La presente investigación titulada: “*Comparativo de rendimiento y evaluación agrobotánica de 14 líneas de quinua de grano blanco y variedad CICA-18 (Chenopodium quinoa Willd) en K’ayra – Cusco*”, tuvo como fin evaluar el rendimiento y las características agrobotánicas de catorce líneas de quinua de grano blanco comparando con la variedad “CICA-18”. El estudio se desarrolló en “K’ayra” – Cusco, bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 15 tratamientos y cuatro repeticiones. El análisis estadístico se efectuó mediante ANVA y prueba de "Tukey" al 5 % y 1 % de significancia. Los resultados demostraron diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados. En el rendimiento, las líneas L-222-14 (7.52 t/ha) y L-210-14 (7.45 t/ha) fueron estadísticamente superiores a la variedad “CICA-18” (6.23 t/ha), evidenciando su mayor eficiencia productiva. En las características agronómicas, las líneas L-222-14, L-210-14 y L-212-14 destacaron por su mayor altura de planta (277.19 cm frente a 241.64 cm en “CICA-18”) y por su mayor longitud y diámetro de panoja (84.94 cm y 13.07 cm, respectivamente), superando ampliamente a “CICA-18” (58.26 cm y 10.01 cm). En cuanto a las características botánicas, todos los genotipos presentaron hábito de crecimiento “Herbáceo” y alta uniformidad fenotípica, diferenciándose únicamente en el color del grano, predominando el blanco perlado (98 %) en las líneas de selección frente al amarillo dorado de “CICA-18”. Se concluye que; las líneas L-222-14 y L-210-14 evidenciaron un comportamiento agronómico y morfológico superior, constituyéndose con alto potencial de rendimiento y estabilidad morfológica, recomendándose su validación en otras localidades hacia futuro.

Palabras clave: CICA – 18, Quinua, Rendimiento, Características Agronómicas, Líneas de Selección, Evaluación Comparativa.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) constituye uno de los cultivos andinos de mayor relevancia estratégica para el Perú y el mundo, su importancia deriva tanto de su elevado valor nutricional como de su función socioeconómica. La FAO (2013) reconoce a este grano como un recurso alimentario con amplio potencial para la seguridad alimentaria mundial, debido a su composición nutricional equilibrada de proteínas de alta calidad, aminoácidos esenciales, vitaminas y diversos minerales. Gómez y Aguilar (2016). Sostienen su extraordinaria adaptabilidad a condiciones agroecológicas diversas incluyendo suelos pobres, heladas, sequías y salinidad, le permite cultivarse desde los 600 hasta más de 4 000 m. s. n. m., consolidando al país como su principal centro de origen y diversidad genética. En el ámbito nacional, la quinua ha experimentado un crecimiento sostenido en producción y exportaciones durante la última década. No obstante, el MIDAGRI (2023), precisa que el rendimiento promedio nacional descendió a 1.5 t/ha; influenciado por factores como la degradación de suelos, el uso de semillas heterogéneas y la limitada aplicación de tecnología agrícola. En la región Cusco, estos problemas se acentúan por la escasez de variedades adaptadas y la falta de evaluaciones que integren aspectos agronómicos y botánicos en el proceso de mejoramiento genético. Frente a esta situación, el CICA, ha generado líneas de quinua en proceso de selección con el propósito de identificar materiales de alto rendimiento y estabilidad fenotípica. En ese contexto, la presente investigación tuvo como objetivo comparar el rendimiento y las características agrobotánicas de catorce líneas de quinua de grano blanco frente a la variedad "CICA-18", en "K'ayra" – Cusco. Los resultados contribuirán al fortalecimiento del mejoramiento genético de la quinua, orientado a la obtención de materiales élite con mayor productividad, uniformidad y adaptación a las condiciones del altiplano cusqueño.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) constituye un cultivo representativo de los Andes; valorado por su alto contenido nutricional, su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas y su creciente relevancia económica y social. El Perú es identificado como el principal centro de origen y diversidad genética de esta especie; pese a ello, la productividad del cultivo en la región Cusco aún se mantiene restringida. El MIDAGRI (2023) precisa que el rendimiento promedio alcanzó apenas 1.93 t/ha, cifra inferior a la registrada en regiones como Puno. Esta diferencia refleja la persistencia de limitaciones asociadas al uso de variedades tradicionales de baja pureza genética y escaso desempeño agronómico bajo condiciones locales. La limitada disponibilidad de líneas mejoradas, junto con la falta de validación experimental de nuevos genotipos, ha reducido el interés de los agricultores por ampliar su cultivo, priorizando especies de mayor estabilidad económica como papa o maíz. Asimismo, el cambio climático impone nuevas exigencias sobre la adaptación de materiales genéticos más resistentes y productivos. Bajo este escenario, el “Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA)” ha desarrollado catorce líneas de quinua de grano blanco en proceso de selección, las cuales requieren ser evaluadas y comparadas con una variedad como la “CICA-18”.

Por tanto, el problema objeto de la presente investigación se sitúa en la ausencia de información técnica y científica referente al rendimiento y a las características agrobotánicas de estas líneas de quinua bajo condiciones experimentales. Esta carencia restringe su validación genética y limita su incorporación en programas de mejoramiento; la identificación de materiales élite con mayor potencial agronómico y capacidad de adaptación para la región Cusco exige, por consiguiente, una evaluación comparativa rigurosa.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto serán los rendimientos de grano y como serán las características agrobotánicas de 14 líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en proceso de selección y de la variedad CICA – 18 en el Centro Agronómico “K’ayra” del distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco en la campaña agrícola 2023-2024?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuánto serán los rendimientos de grano de 14 líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en proceso de selección y de la variedad CICA – 18, en el Centro Agronómico “K’ayra”?
2. ¿Cómo serán las características agronómicas de 14 líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en proceso de selección y de la variedad CICA – 18, en el Centro Agronómico “K’ayra”?
3. ¿Cómo serán las características botánicas de 14 líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en proceso de selección y de la variedad CICA – 18, en el Centro Agronómico “K’ayra”?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Comparar el rendimiento de grano y características agrobotánicas de 14 líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en proceso de selección y de la variedad CICA – 18 en el Centro Agronómico “K’ayra” del distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco - campaña agrícola 2023 – 2024.

2.1.2. *Objetivos específicos*

1. Comparar el rendimiento de grano de 14 líneas de quinua de grano blanco en proceso de selección y de la variedad CICA – 18 en el Centro Agronómico “K’ayra”, campaña agrícola 2023 – 2024.
2. Evaluar las características agronómicas de tallo, hoja, panoja y grano de 14 líneas de quinua de grano blanco en proceso de selección y de la variedad CICA – 18 en el Centro Agronómico “K’ayra”, campaña agrícola 2023 – 2024.
3. Determinar las características botánicas de tallo, hoja, panoja y grano de 14 líneas de quinua de grano blanco en proceso de selección y de la variedad CICA – 18 en el Centro Agronómico “K’ayra”, campaña agrícola 2023 – 2024.

2.2. Justificación

La presente investigación se sustenta en la necesidad de afrontar la reducida productividad de la quinua en la región Cusco, condición que restringe su competitividad agronómica y económica frente a otros cultivos comerciales, y que incide de manera directa en los ingresos de los productores altoandinos; bajo este escenario, la evaluación agronómica de catorce líneas en proceso de selección, junto con la variedad “CICA-18”, posibilita identificar genotipos con mayor

rendimiento, mejor capacidad de adaptación y mayor eficiencia en el uso de los recursos productivos, generando alternativas tecnológicas viables orientadas al incremento de la rentabilidad agrícola, al fortalecimiento de la economía local y a la inserción del grano en mercados progresivamente más exigentes. La mejora del desempeño productivo del cultivo promueve de manera indirecta la estabilidad social de las comunidades rurales; se atenúa la migración hacia espacios urbanos, se refuerza la seguridad alimentaria y se revaloriza la quinua como cultivo estratégico asociado a la identidad cultural y a las prácticas agrícolas ancestrales de los Andes. Desde una perspectiva científica, el estudio proporciona información técnica sistematizada sobre el comportamiento agrobotánico, productivo y genético de nuevos materiales evaluados bajo condiciones edafoclimáticas locales; esta evidencia constituye un soporte consistente para futuros programas de mejoramiento, investigación y desarrollo agronómico. En consecuencia, los resultados obtenidos se proyectan como un instrumento objetivo para la toma de decisiones tanto de investigadores como de productores, contribuyendo a la sostenibilidad, valorización estratégica y fortalecimiento del cultivo de quinua en el Perú.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El rendimiento de grano y la evaluación agrobotánica de 14 líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en proceso de selección, serán diferentes a la variedad CICA – 18, bajo condiciones del Centro Agronómico “K’ayra” del distrito de San Jerónimo provincia y región Cusco, en la campaña agrícola 2023-2024.

3.2. Hipótesis específicas

1. El rendimiento de grano de catorce líneas de quinua en proceso de selección serán diferentes con la variedad CICA – 18, bajo condiciones del Centro Agronómico “K’ayra”, campaña agrícola 2023 – 2024.
2. Las características agronómicas del tallo, hoja, panoja y grano de catorce líneas en proceso de selección serán diferentes a las expresadas por la variedad CICA – 18, bajo condiciones del Centro Agronómico “K’ayra”, campaña agrícola 2023 – 2024.
3. Las características botánicas del tallo, hoja, panoja y grano de catorce líneas en evaluación serán similares a las observadas en la variedad CICA – 18, bajo condiciones del Centro Agronómico “K’ayra”, campaña agrícola 2023 – 2024.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Internacional

Apaza (2006) desarrolló la investigación titulada “Evaluación comparativa del comportamiento agronómico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano Norte de Bolivia”, cuyo propósito consistió en analizar el desempeño agronómico de diez variedades provenientes de diferentes zonas del Altiplano boliviano bajo las condiciones ambientales de la localidad de Belén. El experimento se estableció mediante un “Diseño de Bloques Completos al Azar” (DBCA), estructurado con diez tratamientos y cuatro repeticiones; se evaluaron variables morfológicas tales como altura de planta, diámetro de tallo y panoja, además del rendimiento y de parámetros fisiotécnicos vinculados al desarrollo vegetativo, entre ellos biomasa seca e índice de área foliar. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre variedades, destacando Huganda por presentar el mayor rendimiento (65.72 g por planta) y el índice de cosecha más alto (38.8%), mientras que Real blanca registró el menor rendimiento (28.65 g por planta). Asimismo, se observaron diferencias marcadas en la altura de planta y características de la panoja, así como efectos climáticos adversos, especialmente la irregularidad de lluvias, que influyeron en la emergencia y desarrollo fenológico del cultivo. En términos de tolerancia a estreses, Surumi mostró mayor resistencia a heladas, en contraste con Chucapaca, que resultó más susceptible. El estudio concluyó que existe una amplia variabilidad agronómica y fenotípica entre las variedades evaluadas, identificándose genotipos con alto potencial de adaptación y rendimiento para el Altiplano Norte.

Chuquimarca (2019) desarrolló la investigación titulada “Evaluación de la adaptación y rendimiento de diez líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en la parroquia Calpi, cantón

Riobamba, provincia de Chimborazo”, en Riobamba, con el propósito de analizar la adaptación y el rendimiento de diez líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en contraste con tres variedades testigo. El experimento se estableció bajo un “Diseño de Bloques Completos al Azar” (DBCA), estructurado con trece tratamientos y cuatro repeticiones; se evaluaron variables morfológicas, productivas y fenológicas, además de indicadores de resistencia frente a factores bióticos. Los resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre los materiales evaluados, destacando la línea promisoría LQEP8 con el mayor rendimiento (1147.22 kg/ha), mientras que el testigo INIAP Pata de venado registró el menor valor (594.44 kg/ha). Asimismo, se observaron variaciones relevantes en la altura de planta (105.83 a 154.77 cm), dimensiones foliares y características de la panoja, así como una amplia variabilidad fenológica, con ciclos que oscilaron entre 131.25 y 196.75 días hasta la cosecha. En relación con el contenido de saponina, las líneas evaluadas se caracterizaron por ser materiales dulces (0%), a diferencia del testigo Chimborazo (0.1%). La investigación concluyó que la línea LQEP8 presenta el mejor desempeño agronómico y productivo, identificándose como una alternativa de alto potencial para las condiciones agroclimáticas de la zona.

4.1.2. Nacional

Huillca (2019) ejecutó un estudio en el “Centro Agronómico K’ayra” durante la campaña agrícola 2016–2017; el objetivo fue evaluar el rendimiento, la caracterización botánica, la dinámica fenológica y el contenido de saponina en once líneas promisorias de quinua, comparadas con la variedad testigo “CICA–17”. La investigación se implementó bajo un “Diseño de Bloques Completos al Azar” (DBCA), con doce tratamientos y cuatro repeticiones; la evaluación consideró diez plantas por unidad experimental. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos analizados. La línea L–20–2012 alcanzó el mayor rendimiento

(3.10 t/ha), mientras L-18-2012 registró el valor mínimo (1.83 t/ha). La caracterización botánica permitió identificar variaciones en ramificación, color del tallo, forma foliar y estructura de la panoja. El comportamiento fenológico mostró amplitud en el ciclo; emergencia a los 4 días y madurez fisiológica a los 155 días. El contenido de saponina presentó variabilidad; la línea L-16-2012 destacó con 0.98 ml, valor reducido con implicancia comercial. Huillca (2019) concluye que existe variabilidad agronómica y fenotípica entre las líneas, con potencial para procesos de mejoramiento genético en condiciones altoandinas.

Dávalos (2022) condujo un estudio enfocado en el comportamiento agronómico de catorce líneas promisorias de quinua y una variedad testigo, bajo condiciones del “Centro Agronómico K’ayra”, distrito de San Jerónimo, Cusco, durante el periodo comprendido entre septiembre de 2018 y septiembre de 2019. El experimento se estableció mediante un “Diseño de Bloques Completamente al Azar” (DBCA), con quince tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 60 unidades experimentales. La evaluación incluyó variables de rendimiento, descriptores agrobotánicos y determinación del contenido de saponina; este último medido mediante el índice de espuma. Los resultados evidenciaron amplia variabilidad entre los genotipos evaluados. Las líneas L-203-14 y L-225-14 alcanzaron los mayores rendimientos de grano (6.99 y 6.89 t/ha). La línea L-273-14 registró el mayor peso de grano por planta (57.83 g), mientras L-241-14 presentó el mayor peso de mil granos (4.19 g). Se identificaron diferencias en altura de planta, diámetro de tallo, morfología foliar y estructura de la panoja. En cuanto a calidad, la línea L-210-14 mostró el menor contenido de saponina, condición favorable para consumo directo. Dávalos (2022) determina la existencia de genotipos superiores con potencial para programas de mejoramiento y diversificación varietal en ambientes altoandinos.

Huamanguillas (2023) ejecutó un estudio orientado a evaluar rendimiento, características agrobotánicas y contenido de saponina en doce líneas de quinua en proceso de selección, comparadas con la variedad mejorada CICA-17, bajo condiciones del “Centro Agronómico K’ayra”, San Jerónimo, Cusco. El experimento se desarrolló entre septiembre de 2018 y julio de 2019; se aplicó un “Diseño de Bloques Completamente al Azar” (DBCA), con trece tratamientos y cuatro repeticiones. Se analizaron variables cuantitativas; peso de grano por planta, rendimiento por hectárea, peso de mil granos y peso de broza, junto con descriptores morfológicos en tallo, hojas, panoja y pecíolo; se incorporaron variables cualitativas; tipo de crecimiento, coloración foliar, forma de hoja, arquitectura de la inflorescencia y aspecto del perigonio. El contenido de saponina se determinó mediante el índice de espuma. Los resultados mostraron alta variabilidad entre genotipos; el rendimiento promedio fue de 2.33 t/ha, con 41.75 g por planta y 4.31 g por mil granos. Destacaron por calidad las líneas L-317-14 y L-357-14, con contenidos de saponina de 2.8 ml y 0.0 ml; la línea L-373-14 registró el valor más alto (21.0 ml). Huamanguillas (2023) concluye que ciertas líneas exhiben desempeño agronómico y cualitativo superior, con potencial para programas de mejoramiento genético dirigidos a mercados exclusivos.

Villaca (2024) realizó una investigación en el “Centro Agronómico K’ayra” durante la campaña agrícola 2021-2022, en el marco del “Programa de Investigación en Quinua del CICA – FAZ – UNSAAC”, con el objetivo de evaluar el rendimiento de grano, la caracterización agrobotánica y el contenido de saponina en catorce líneas de quinua frente a la variedad testigo CICA-127. El ensayo se estableció bajo un “Diseño de Bloques Completamente al Azar” (DBCA); quince tratamientos, tres repeticiones y cuarenta y cinco unidades experimentales. Evaluó variables productivas y morfológicas; los resultados indican que las líneas L-275-14 (8.25 t/ha), L-273-14 (7.92 t/ha), L-279-14 (6.54 t/ha) y L-286-14 (6.31 t/ha) superaron al testigo en

rendimiento. La evaluación morfológica evidenció contrastes específicos; L-273-14 alcanzó la mayor altura de planta (214.33 cm), mientras que diámetro de tallo, longitud de hoja y dimensiones de panoja no registraron diferencias significativas. Además; describe los rasgos botánicos; hábito ramificado, tallos angulosos sin pigmentación axilar, hojas triangulares con margen dentado y panojas compactas tipo amarantiforme. En cuanto a calidad, la línea L-273-14 presentó el menor contenido de saponina (1.81 ml), condición que permite consumo directo. Villaca (2024) concluye que ciertos genotipos muestran desempeño agronómico superior y proyección comercial, constituyendo material relevante para programas de mejoramiento genético orientados a alto rendimiento y calidad.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Generalidades del cultivo de quinua

4.2.1.1. Origen y domesticación

FAO (2013) sostiene que la quinua constituye una especie originaria de los Andes; su domesticación se vincula con civilizaciones prehispánicas asentadas en el altiplano, particularmente en los alrededores del lago Titicaca, espacio geográfico compartido por Perú y Bolivia. La evidencia arqueológica ubica el inicio de su cultivo y consumo entre 3 000 y 5 000 años antes de Cristo; semillas conservadas en contextos funerarios de Tarapacá, Calama y Arica, en Chile, junto con registros hallados en distintas regiones del actual territorio peruano, ratifican la antigüedad del proceso agrícola asociado a esta especie.

Mujica *et al.* (2001) precisan que las formas silvestres de quinua fueron aprovechadas inicialmente por sus hojas y semillas; la domesticación generó transformaciones morfológicas inducidas por el manejo humano y la selección agrícola. Se registran cambios estructurales concretos; incremento del tamaño de planta y semilla, concentración de la inflorescencia en el ápice del tallo, reducción de los mecanismos naturales de dispersión y modificaciones en la pigmentación. Tales rasgos reflejan un proceso evolutivo dirigido; la presión selectiva ejercida por agricultores andinos configuró gradualmente las formas cultivadas.

FAO (2013) describe que el desarrollo tecnológico asociado al cultivo de quinua en periodos precolombinos alcanzó un nivel considerable; su presencia se extendía a lo largo del territorio articulado por la civilización Inca. Crónicas históricas de Pedro de Valdivia, Garcilaso de la Vega y Cieza de León registran la quinua como alimento central dentro de las sociedades indígenas; mencionan su cultivo en regiones como Concepción, Pasto y Quito, lo que evidencia su integración en la dieta cotidiana de poblaciones altoandinas.

Mujica *et al.* (2001) afirman que la diversidad genética de la quinua permite clasificarla como especie oligocéntrica; múltiples centros de diversificación configuran su patrón evolutivo y su amplia distribución geográfica. El entorno del lago Titicaca concentra la mayor variabilidad genética documentada; esta región funciona como reservorio biológico estratégico para la conservación, investigación y mejoramiento del cultivo.

Según la FAO (2013) detalla que las sociedades andinas lograron seleccionar una amplia gama de ecotipos de quinua adaptados a distintos usos y ambientes productivos. Se identifican formas especializadas; “chullpi” destinadas a sopas, “pasankalla” para tostado, “coyotos” orientadas a la obtención de harina, “reales” utilizadas para graneado, “utusaya” con tolerancia a suelos salinos, “witullas” y “achachinos” adaptadas a bajas temperaturas, “kcancollas” asociadas a condiciones de sequía, “quellus” caracterizadas por alto rendimiento, “chewecas” con tolerancia a exceso de humedad, “ayaras” valoradas por su contenido nutritivo y “ratuquis” por su precocidad fenológica.

4.2.1.2. Distribución geográfica

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que la quinua presenta una amplia distribución en Sudamérica; Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Argentina y Chile concentran la mayor producción. Su plasticidad ecológica permite su establecimiento entre 2 000 y 4 200 m s. n. m.; este rango altitudinal explica su presencia en ambientes altoandinos, valles interandinos y zonas semiáridas.

Mujica *et al.* (2001) precisan que el origen del cultivo se ubica en una franja que se extiende desde Colombia hasta el sur de Chile y el norte de Argentina; incluye territorios como Jujuy y Salta. Esta distribución histórica ratifica a la cordillera de los Andes como centro de domesticación

y diversificación; el espacio andino constituye un reservorio genético clave para la conservación de la especie.

Gómez y Aguilar (2016) detallan que, en el Perú, la mayor superficie cultivada se concentra en Puno, principal núcleo productivo nacional. Regiones como Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Huancavelica y Junín han incrementado su participación; la disponibilidad de condiciones agroclimáticas favorables y la expansión de la demanda explican este comportamiento.

Mujica *et al.* (2001) arguyen que la quinua se ha difundido en más de 70 países fuera del ámbito andino; destacan Estados Unidos, Francia, Marruecos, India y China. Esta expansión responde a características fisiológicas específicas; tolerancia a salinidad, sequía y suelos de baja fertilidad. Tales atributos sustentan su valoración internacional como alternativa frente al cambio climático y como componente estratégico en sistemas agrícolas resilientes.

4.2.1.3. Importancia económica y social

4.2.1.3.1. Importancia económica

4.2.1.3.1.1. Contribución al PBI

El MINAGRI (2023) sostiene que la quinua ha ejercido una influencia notable en la economía agrícola nacional; el periodo 2013–2014 registra el mayor impulso productivo, asociado a la declaración del “Año Internacional de la Quinua” en 2013. El Valor Bruto de Producción (VBP), calculado a precios constantes de 2007, se incrementó de 63,7 millones de soles en 2013 a 140,2 millones en 2014; el aumento respondió principalmente a la mejora de los precios pagados al productor.

El MINAGRI (2023) precisa que, pese a la posterior caída de precios y a eventos climáticos adversos, el VBP mantuvo niveles relevantes; en 2022 alcanzó 138,6 millones de soles, incluso

bajo las restricciones económicas derivadas de la pandemia. La campaña 2023 registró un descenso productivo significativo; la producción nacional cayó a 70,3 mil toneladas debido a una severa sequía. El VBP se redujo a 86 millones de soles; la participación dentro del PBI del subsector agrícola descendió de un promedio de 0,50 % entre 2020 y 2022 a 0,34 % en 2023.

4.2.1.3.1.2. Generación de ingresos

El INIA (2020) informa que la implementación de subproyectos orientados al cultivo de quinua ha generado efectos económicos directos en los ingresos de los agricultores participantes. En la “Cooperativa Agroindustrial Cabana Ltda.”, ubicada en la región Puno, se registró un incremento promedio de 13,8 % en los ingresos mensuales de los productores; el valor pasó de S/ 569,5 antes de la intervención a S/ 648,2 al concluir el subproyecto. El resultado cuantifica el impacto de la innovación tecnológica aplicada a la agricultura familiar altoandina.

El INIA (2020) detalla que la “Asociación de Productores Agropecuarios Vizallani I”, también situada en Puno, registró un aumento de 35 % en los ingresos mensuales tras la implementación de tecnologías de producción de quinua orgánica orientadas a mercados de exportación. Los ingresos promedio se elevaron de S/ 544,7 a S/ 735,4 después de la intervención. El resultado evidencia un cambio en la economía de los hogares; la innovación agraria articulada con organización productiva, capacitación técnica y acceso a mercados consolida efectos económicos sostenibles.

4.2.1.3.1.3. Exportaciones

El MINAGRI (2023) sostiene que las exportaciones de quinua peruana registraron un dinamismo marcado entre 2018 y 2020; los volúmenes superaron las 50 mil toneladas anuales y el valor FOB excedió los 120 millones de dólares. La expansión respondió a una demanda internacional sostenida; mercados como Estados Unidos, Canadá, Países Bajos e Italia

concentraron una proporción significativa de las importaciones, motivados por el perfil nutricional del grano y su origen orgánico.

El MINAGRI (2023) precisa que a partir de 2021 se registró una reducción gradual tanto en el volumen exportado como en el valor comercial. En 2022 el volumen descendió a 47,8 mil toneladas; en 2023 continuó la contracción hasta 45,5 mil toneladas. El valor FOB, no obstante, mostró una leve recuperación durante 2023; alcanzó 99,7 millones de dólares, efecto asociado al incremento del precio promedio internacional a 2,19 dólares por kilogramo, superior al valor de 1,95 dólares observado en 2022.

Tabla 1.

Comportamiento de exportaciones de quinua peruana (2018 – 2023).

Año	Valor FOB (millones US\$)	Volumen exportado (mil t)	Precio promedio (US\$/kg)
2018	126,2	52,0	2,43
2019	136,9	49,7	2,75
2020	126,3	51,7	2,44
2021	106,4	52,4	2,03
2022	93,1	47,8	1,95
2023	99,7	45,5	2,19

Nota. El valor FOB (Free On Board) corresponde al valor de exportación sin incluir costos de transporte ni seguros internacionales.

Fuente: MIDAGRI (2023).

4.2.1.3.1.4. Desarrollo rural

El INIA (2020) sistematiza experiencias de subproyectos vinculados al cultivo de quinua y sostiene que el desarrollo agrícola rural no depende exclusivamente de factores productivos; la articulación institucional entre organismos públicos y actores locales condiciona su eficacia. La interacción entre el “Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA)” y los gobiernos regionales y locales adquiere un rol operativo relevante; estos niveles de gestión poseen conocimiento directo de las realidades territoriales, lo cual facilita procesos de difusión tecnológica, organización productiva y convocatorias orientadas a comunidades rurales.

El INIA (2020) precisa que las condiciones del entorno rural inciden directamente en la sostenibilidad del cultivo de quinua; variaciones de precios, eventos climáticos y niveles de adopción tecnológica actúan como variables determinantes. Estos factores, abordados mediante políticas agrarias adecuadas, fortalecen capacidades locales y consolidan mercados rurales; el resultado se traduce en mejoras en la calidad de vida de los pequeños productores y sus familias.

4.2.1.3.2. *Importancia social*

4.2.1.3.2.1. Seguridad alimentaria

FAO (2024) sostiene que la quinua constituye un recurso estratégico para la seguridad alimentaria mundial; su relevancia se acentúa frente al cambio climático y al aumento sostenido de la demanda de alimentos con alto valor nutritivo. El cultivo presenta atributos agronómicos y nutricionales específicos; elevado contenido proteico, presencia de aminoácidos esenciales y adaptación a condiciones agroambientales adversas. La producción, concentrada principalmente en sistemas de agricultura familiar, posiciona a esta especie andina como alternativa viable para ampliar el acceso a alimentos de calidad en comunidades rurales y en regiones con inseguridad alimentaria persistente.

FAO (2024) precisa que la declaración del año 2013 como “Año Internacional de la Quinua” permitió visibilizar el valor ancestral del cultivo preservado por pueblos indígenas andinos; este reconocimiento también facilitó su incorporación en agendas alimentarias globales. La quinua se configura como alimento funcional con capacidad de reducir la dependencia de cereales dominantes como trigo y arroz; su promoción dentro de estrategias orientadas a la recuperación de cultivos subutilizados fortalece sistemas alimentarios diversificados. La revalorización de conocimientos agrícolas tradicionales, junto con la introducción de especies

resilientes y sostenibles, amplía la base alimentaria mundial con productos culturalmente significativos.

Tabla 2.

Composición nutricional de la quinua por categorías (100 g).

N°	Componente	Unidad	Valor	Categoría
1	Agua	g	13,28	Composición proximal
2	Proteína	g	14,12	Composición proximal
3	Lípidos totales	g	6,07	Composición proximal
4	Cenizas	g	2,38	Composición proximal
5	Carbohidratos	g	64,16	Composición proximal
6	Fibra dietaria	g	7,00	Composición proximal
7	Almidón	g	52,22	Composición proximal
8	Energía	kcal	368	Valor energético
9	Energía	kJ	1539	Valor energético
10	Calcio (Ca)	mg	47,00	Perfil mineral
11	Hierro (Fe)	mg	4,57	Perfil mineral
12	Magnesio (Mg)	mg	197,00	Perfil mineral
13	Fósforo (P)	mg	457,00	Perfil mineral
14	Potasio (K)	mg	563,00	Perfil mineral
15	Sodio (Na)	mg	5,00	Perfil mineral
16	Zinc (Zn)	mg	3,10	Perfil mineral
17	Cobre (Cu)	mg	0,59	Perfil mineral
18	Manganeso (Mn)	mg	2033,00	Perfil mineral
19	Selenio (Se)	µg	8,50	Perfil mineral

Nota. Valores referidos a 100 g de muestra; datos derivados de análisis reportados por USDA y sistematizados por FAO.

Fuente: FAO (2024). “Plataforma de información de la quinua – Alimento nutritivo”.

4.2.1.3.2.2. La quinua como alternativa para la erradicación del hambre

La Asociación Latinoamericana de Integración [ALADI] (2013), sostiene que la quinua constituye una alternativa viable frente al problema del hambre en países afectados por inseguridad alimentaria y limitaciones agroclimáticas. El cultivo presenta atributos agronómicos específicos; tolerancia a suelos de baja fertilidad, adaptación a climas extremos y estabilidad productiva bajo escenarios ambientales restrictivos. Tales características permitieron su promoción internacional durante el Año Internacional de la Quinua; la especie fue incorporada en iniciativas de cooperación

técnica orientadas a seguridad alimentaria en América Latina, particularmente en territorios con elevada vulnerabilidad socioeconómica.

ALADI (2013) precisa que la quinua fue reconocida por la FAO como recurso alimentario funcional dentro de estrategias globales contra el hambre. Expertos reunidos en el seminario “Quinua: un aliado para la erradicación del hambre” coincidieron en su potencial como fuente sostenible de nutrientes; el grano aporta proteínas de alto valor biológico, aminoácidos esenciales, vitaminas y oligoelementos. Esta composición nutricional determina su relevancia en políticas públicas de seguridad alimentaria; su incorporación en dietas rurales y urbanas fortalece sistemas alimentarios diversificados y accesibles.

4.2.1.3.2.3. Empoderamiento de las mujeres y conservación de la cultura

El INIA (2020) señala que la participación femenina en subproyectos vinculados al cultivo de quinua alcanzó un promedio nacional de 52,4 %, proporción superior al 37 % registrado por el CENAGRO 2012. Este incremento se asocia a lineamientos institucionales que asignan puntaje adicional a iniciativas que integran participación femenina igual o mayor al 50 %. Además; El INIA (2020) precisa que la incorporación activa de mujeres en actividades productivas fortalece su autonomía económica; amplía el acceso a innovación tecnológica y consolida su presencia en procesos de decisión dentro de las cadenas agrarias.

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que el cultivo de la quinua constituye un componente estructural en la preservación cultural de los pueblos andinos. El grano, más allá de su función alimentaria, expresa un símbolo identitario asociado a prácticas agrícolas ancestrales y a la cosmovisión andina. Gómez y Aguilar (2016) arguyen que la continuidad en su cultivo y consumo mantiene vigentes conocimientos tradicionales; formas de organización comunitaria y mecanismos de transmisión intergeneracional que resisten procesos de homogeneización cultural.

4.2.1.4. Taxonomía de la quinua

Según el Angiosperm Phylogeny Group [APG] (2016) determina que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) posee una clasificación taxonómica definida dentro del grupo de las angiospermas. Las actualizaciones del sistema APG IV consolidan su posición filogenética mediante evidencia molecular; tales estudios la vinculan con especies adaptadas a ambientes áridos y a condiciones de gran altitud. El APG (2016) presenta la jerarquía taxonómica de la especie de la siguiente forma:

Reino : Plantae

Filo : Tracheophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Caryophyllales

Familia : Amaranthaceae

Subfamilia : Chenopodioideae

Género : *Chenopodium* L.

Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

4.2.1.5. Morfología de la quinua

4.2.1.5.1. Planta

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que la quinua corresponde a una especie herbácea anual caracterizada por elevada plasticidad fenotípica; los genotipos expresan variaciones en tamaño, arquitectura y coloración. La altura de la planta puede oscilar entre 50 cm y más de 3 m; el comportamiento depende del ecotipo, densidad de siembra, disponibilidad nutricional y condiciones edafoclimáticas. El hábito de crecimiento presenta configuraciones distintas; formas simples con un solo eje caulinar, o estructuras ramificadas donde las ramas laterales pueden aproximarse en tamaño al tallo principal, generando arquitecturas cónicas con base amplia.

Murillo *et al.* (2023) precisan que el desarrollo vegetativo de la planta responde a interacciones entre fertilización, altitud y control genético. Las variedades establecidas en valles interandinos suelen registrar mayor altura que aquellas cultivadas en el altiplano. Esta variabilidad estructural explica su adaptación a sistemas productivos contrastantes; desde esquemas tradicionales de subsistencia hasta modelos agrícolas mecanizados de mayor escala.

4.2.1.5.2. Raíz

Gómez y Aguilar (2016) describen que el sistema radicular de la quinua presenta configuración pivotante; una raíz principal vigorosa origina múltiples raíces laterales altamente ramificadas. La profundidad puede alcanzar entre 0,8 y 1,5 m según el genotipo y las características físicas del suelo. Esta arquitectura radicular determina una elevada tolerancia al déficit hídrico.

Murillo *et al.* (2023) señalan que la expansión del sistema radicular responde a factores edáficos y nutricionales; textura del suelo, disponibilidad de humedad y fertilidad condicionan su desarrollo. El sistema profundo y ramificado permite a la planta explorar horizontes inferiores del suelo; el acceso a agua y nutrientes en capas profundas incrementa su capacidad de adaptación en ambientes áridos o marginales.

4.2.1.5.3. Tallo

Apaza *et al.* (2013) describen que el tallo de la quinua presenta sección cilíndrica en la base; conforme avanza el desarrollo vegetativo adquiere forma angulosa al emitir ramificaciones laterales. La médula muestra consistencia blanda en etapas iniciales; durante la madurez se torna esponjosa y seca, proceso que culmina con la formación de un tallo hueco al momento de la cosecha.

Gómez y Aguilar (2016) precisan que la coloración del tallo exhibe variaciones entre verde, rosado, rojo o púrpura; pueden observarse estrías longitudinales y axilas pigmentadas. Estos rasgos

morfológicos, junto con el patrón de ramificación, funcionan como descriptores varietales y presentan implicancias prácticas en procesos de cosecha mecanizada.

4.2.1.5.4. Hojas

Gómez y Aguilar (2016) detallan que las hojas de la quinua se disponen de manera alterna; presentan textura carnosa y están recubiertas por vesículas de oxalato de calcio que regulan la transpiración y facilitan la captación de humedad ambiental. La lámina foliar muestra variabilidad incluso dentro de una misma planta; formas romboidales predominan en el follaje vegetativo, mientras que en la inflorescencia aparecen formas lanceoladas con márgenes enteros, dentados o aserrados.

Apaza *et al.* (2013) precisan que el pecíolo puede presentar coloraciones verde, rosada o púrpura; la pubescencia vesicular que cubre la superficie foliar actúa como mecanismo fisiológico de defensa frente al estrés hídrico. La coloración del follaje también experimenta cambios durante la maduración; el verde inicial evoluciona gradualmente hacia tonalidades rojizas o púrpuras.

4.2.1.5.5. Inflorescencia

Gómez y Aguilar (2016) describen que: “la inflorescencia de la quinua corresponde a una panoja terminal constituida por un eje central del cual emergen ramificaciones secundarias y terciarias”. La morfología se clasifica en tres formas principales; "amarantiforme", "glomerulada" e "intermedia", diferenciadas por la disposición de los glomérulos. La longitud de la panoja presenta variabilidad estructural; registros entre 15 y 70 cm según el genotipo y las condiciones de crecimiento.

Apaza *et al.* (2013) sostienen que la arquitectura de la inflorescencia incide directamente en el tamaño y peso del grano. Las panojas compactas suelen asociarse a granos de menor tamaño;

estructuras laxas favorecen mayor desarrollo del grano. Este rasgo morfológico se utiliza como criterio técnico en procesos de selección genética dentro de programas de mejoramiento.

4.2.1.5.6. Flores

Gómez y Aguilar (2016) precisan que las flores de la quinua se agrupan en glomérulos y presentan dos formas funcionales; hermafroditas y pistiladas. Las flores hermafroditas, de mayor tamaño, se localizan en la zona apical del glomérulo; su diámetro varía entre 3 y 5 mm y muestran una estructura compuesta por cinco tépalos, cinco estambres y un ovario súpero con dos o tres estigmas.

Apaza *et al.* (2013) detallan que las flores pistiladas rodean a las hermafroditas y registran dimensiones menores, entre 2 y 3 mm. La proporción entre ambos tipos de flores cambia según la variedad; este rasgo influye en el rendimiento y en la dinámica de polinización cruzada, cuyo porcentaje puede aproximarse al 17 %.

4.2.1.5.7. Fruto

Gómez y Aguilar (2016) señalan que el fruto de la quinua corresponde a un aquenio seco cubierto por el perigonio, estructura que alberga una sola semilla. El diámetro fluctúa entre 1,5 y 3 mm; el pericarpio, frecuentemente adherido a la semilla, contiene saponina, compuesto responsable del sabor amargo que requiere eliminación durante el procesamiento postcosecha.

Apaza *et al.* (2013) precisan que la coloración del fruto varía entre "blanco", "rosado", "púrpura" o "negro"; esta variabilidad depende del pericarpio y del epispermo. La diversidad cromática, junto con el grado de adherencia del perigonio, influye en el rendimiento industrial y en la calidad del producto final.

4.2.1.5.8. Semilla

Gómez y Aguilar (2016) indican que la semilla de quinua está conformada por episperma, embrión y perisperma. El embrión presenta forma de “C” y representa aproximadamente el 30 % del volumen total; contiene cotiledones y radícula. El perisperma constituye cerca del 60 % de la semilla y se compone principalmente de almidón.

Apaza *et al.* (2013) mencionan que el episperma corresponde a una membrana delgada donde recubre al embrión y al perisperma. La interacción de estas estructuras determina el valor nutricional de la semilla; su composición incide en la calidad del grano destinado al consumo y en su potencial dentro de programas de mejoramiento genético.

4.2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos

4.2.1.6.1. Altitud y zonas agroecológicas

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que la quinua presenta un amplio rango altitudinal de adaptación; el cultivo puede desarrollarse desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 4000 m s.n.m. Los mayores rendimientos se registran entre 2500 y 3800 m s.n.m.; en este intervalo convergen condiciones favorables de temperatura, humedad atmosférica y radiación solar.

Mujica *et al.* (2001) arguyen que esta plasticidad altitudinal ha facilitado la expansión del cultivo hacia diversos escenarios agroecológicos; zonas costeras, valles interandinos, altiplano y ambientes con suelos salinos. La adaptación progresiva a tales condiciones ha originado ecotipos diferenciados, configurados por la interacción entre ambiente, manejo agrícola y selección genética.

4.2.1.6.2. Temperatura

Mujica *et al.* (2001) precisan que el desarrollo fisiológico de la quinua se establece dentro de un rango térmico aproximado de 15 a 20 °C. Algunas variedades del altiplano toleran descensos

térmicos de hasta $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el crecimiento vegetativo; otras muestran estabilidad fisiológica frente a temperaturas cercanas a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin alterar significativamente su ciclo fenológico.

Gómez y Aguilar (2016) determinan que la sensibilidad térmica se intensifica durante fases reproductivas del cultivo; floración y llenado de grano constituyen etapas críticas. Episodios de heladas pueden inducir esterilidad floral; temperaturas elevadas aceleran procesos de senescencia. Ambas condiciones alteran la formación del grano y reducen el rendimiento final del cultivo.

4.2.1.6.3. Precipitación y manejo hídrico

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que la quinua muestra adaptación a regímenes de precipitación comprendidos entre 200 y 1000 mm anuales; los rendimientos óptimos se registran dentro del intervalo de 400 a 800 mm. El sistema radicular profundo favorece la extracción de agua en horizontes inferiores del suelo; esta característica permite tolerar periodos de sequía moderada y posibilita su cultivo en zonas semiáridas bajo manejo racional del recurso hídrico.

Mujica *et al.* (2001) precisan que la eficiencia en el uso del agua también se relaciona con estructuras fisiológicas específicas; vesículas de oxalato de calcio localizadas en tejidos foliares funcionan como reservorios hídricos. En condiciones de déficit, la planta activa mecanismos de regulación fisiológica que disminuyen la transpiración; este ajuste permite sostener la actividad metabólica sin comprometer significativamente la producción.

4.2.1.6.4. Fotoperiodo

Gómez y Aguilar (2016) determinan que la respuesta fotoperiódica en quinua se encuentra condicionada por el origen ecológico del material genético; genotipos de zonas altoandinas muestran baja sensibilidad a la duración del día, mientras que materiales de origen tropical presentan respuestas marcadas frente a días largos. Esta interacción regula procesos clave del

desarrollo; el inicio de la floración y la madurez fisiológica pueden alterarse cuando el cultivo se desplaza fuera de su rango ecológico habitual.

Mujica *et al.* (2001) sostienen que la sensibilidad al fotoperiodo constituye un criterio determinante en la introducción varietal; una adaptación inadecuada se traduce en prolongación del ciclo vegetativo o incluso en ausencia de floración. El ajuste del material genético y la definición de fechas de siembra requieren análisis conjunto de latitud y altitud del sitio de cultivo.

4.2.1.6.5. Suelo y pH

Gómez y Aguilar (2016) precisan que el cultivo expresa mejor desempeño en suelos de textura media, sueltos, con adecuada aireación, drenaje eficiente y contenido moderado de materia orgánica. Aunque la quinua tolera condiciones de baja fertilidad, la expresión de su potencial productivo se incrementa en suelos de fertilidad intermedia y perfiles edáficos con profundidades cercanas o superiores a 60 cm.

Mujica *et al.* (2001) indican que la especie presenta amplia tolerancia al pH; el crecimiento puede darse en valores desde 4,5 en condiciones ácidas hasta niveles próximos a 9,0 en suelos alcalinos o salinos. El rango óptimo de funcionamiento fisiológico se sitúa entre 6,5 y 7,5; en este intervalo se favorece la absorción de nutrientes y el desarrollo radicular.

4.2.1.6.6. Radiación solar y humedad relativa

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que la quinua muestra respuesta positiva a ambientes con alta radiación; exposiciones superiores a diez horas diarias promueven el desarrollo de la panoja y la acumulación de reservas en el grano. La disponibilidad lumínica adecuada intensifica la actividad fotosintética y repercute directamente en la calidad final del producto.

Mujica *et al.* (2001) precisan que el cultivo tolera rangos amplios de humedad relativa, aproximadamente entre 40 % y más de 85 %. Niveles elevados de humedad durante la fase de

floración incrementan la incidencia de enfermedades criptogámicas, especialmente mildiu; bajo estas condiciones se requiere vigilancia fitosanitaria continua para evitar pérdidas en la producción.

4.2.1.7. Fenología de la quinua

Jacobsen *et al.* (2003) sostienen que la fenología de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) responde de manera directa a las condiciones climáticas dominantes; temperatura, radiación solar y disponibilidad hídrica actúan como variables regulatorias del ritmo de desarrollo. Estos factores determinan la duración y sincronización de las fases fenológicas del cultivo. Los autores precisan que el crecimiento vegetativo y la floración alcanzan mayor estabilidad dentro de un rango térmico de 15 a 20 °C; valores inferiores a 5 °C o superiores a 30 °C inducen retrasos en la floración, aborto floral y reducción del rendimiento.

Bertero *et al.* (1999) determinan que la quinua presenta sensibilidad fenológica frente al fotoperiodo y a la disponibilidad de agua. Esta interacción fisiológica genera variabilidad en la duración de las etapas vegetativa y reproductiva; cambios en temperatura, radiación y humedad del suelo modifican el ritmo de desarrollo, la uniformidad del cultivo y el momento de madurez fisiológica. Tales factores condicionan el potencial productivo del sistema.

Sivana (2016) describe que la fenología de la quinua variedad "CICA-18", cultivada en el "Centro Agronómico K'ayra" (Cusco), se desarrolló bajo un rango térmico promedio entre 8.8 °C y 27 °C, con humedad relativa de 60 % a 75 %. Las precipitaciones acumuladas alcanzaron 25.6 mm al inicio del ciclo y 244.1 mm durante la fase de grano lechoso. La emergencia ocurrió a los 7 días después de la siembra; temperaturas de 8.85 °C mínima y 22.92 °C máxima. El panojamiento se registró a los 57 días; valores térmicos de 6.31 °C y 23.73 °C. La floración se observó a los 79 días; condiciones de 7.59 °C mínima y 26.16 °C máxima favorecieron la antesis. La madurez

fisiológica se alcanzó a los 145 días; temperatura media de 6.97 °C mínima y 24.90 °C máxima, humedad relativa estable entre 70 % y 75 %, precipitación acumulada de 73.5 mm. Sivana (2016) colige que estas condiciones corresponden a un ambiente templado húmedo de montaña; escenario favorable para el desarrollo fenológico continuo del cultivo y para la adaptación del genotipo “CICA-18” en los valles interandinos del Cusco.

4.2.1.7.1. Emergencia

Mujica y Canahua (1989), citados por Mujica *et al.* (2001), sostienen que la emergencia de la quinua ocurre entre 5 y 10 días después de la siembra; en esta fase la plántula rompe la superficie del suelo y expone las hojas cotiledonales. Estas estructuras permanecen cubiertas inicialmente por el episperma; la porción aérea adquiere apariencia similar a la semilla, condición que incrementa la susceptibilidad al ataque de aves durante los primeros estadios del cultivo.

Gómez y Aguilar (2016) precisan que la radícula constituye la primera estructura que emerge; su crecimiento penetra el suelo y origina el sistema radicular primario. El hipocótilo eleva los cotiledones hacia la superficie; al abrirse, estas estructuras activan la fotosíntesis inicial de la plántula.

Sivana (2016) describe que en la variedad “CICA-18” la emergencia ocurrió a los 7 días después de la siembra; el proceso se desarrolló bajo temperaturas de 8.85 °C mínima y 22.92 °C máxima, con humedad relativa cercana al 60 % y precipitación acumulada de 25.6 mm. Tales condiciones térmicas templadas y húmedas favorecieron una germinación uniforme; el autor colige una adecuada adaptación inicial del genotipo.

4.2.1.7.2. Desarrollo vegetativo

Gómez y Aguilar (2016) señalan que; “el desarrollo vegetativo se inicia con la aparición de hojas verdaderas entre 15 y 27 días después de la siembra”. Estas hojas, generalmente

romboidales, emergen de manera simétrica respecto a los cotiledones; su formación activa la producción de nuevas hojas y ramificaciones en las axilas foliares.

Mujica *et al.* (2001) precisan que durante las fases de dos, cuatro y seis hojas verdaderas la planta incrementa su tolerancia frente a factores ambientales adversos como bajas temperaturas o déficit hídrico. La susceptibilidad a insectos permanece en etapas tempranas; especies como *Copitarsia turbata* y *Epitrix subcrinita* pueden afectar el desarrollo inicial del cultivo.

Sivana (2016) detalla que en la variedad “CICA-18” esta fase ocurrió entre 12 y 24 días después de la siembra; temperaturas promedio entre 4.88 °C y 22.90 °C, humedad relativa cercana al 70 %, precipitaciones acumuladas entre 11.0 y 22.7 mm. Estas condiciones permitieron un crecimiento foliar equilibrado y la consolidación de un sistema radicular activo; el desarrollo vegetativo se mantuvo estable.

4.2.1.7.3. Ramificación

Mujica *et al.* (2001) sostienen que la fase de ramificación se expresa alrededor de los 45 días posteriores a la siembra; en este momento las yemas axilares activan su crecimiento y originan ramas laterales visibles. Este proceso determina la arquitectura aérea del cultivo, condicionando la densidad foliar y la capacidad de competencia frente a malezas durante el establecimiento del dosel.

Gómez y Aguilar (2016) precisan que la aparición de ramificaciones coincide con un momento sensible para el manejo agronómico; prácticas como el aporque y la aplicación de bioinsumos se ejecutan en este intervalo fenológico con el propósito de consolidar el desarrollo estructural del cultivo y fortalecer el crecimiento de los tallos secundarios.

Sivana (2016) reporta que en la variedad “CICA-18” la ramificación ocurrió a los 37 días después de la siembra; temperaturas entre 4.90 °C (mínima) y 25.85 °C (máxima), humedad

relativa cercana al 70 %, precipitación acumulada de 16.8 mm. Estas condiciones térmicas templadas, con disponibilidad moderada de humedad, favorecieron la brotación lateral y la consolidación de la estructura vegetativa.

4.2.1.7.4. Botón floral y formación de inflorescencia

Gómez y Aguilar (2016) describen que durante la formación del botón floral el ápice vegetativo inicia un proceso de diferenciación; se evidencia el desarrollo incipiente de la panoja terminal. Este cambio marca la transición fisiológica entre crecimiento vegetativo y fase reproductiva; suele registrarse entre 55 y 75 días después de la siembra, dependiendo del genotipo y del ambiente.

Mujica *et al.* (2001) detallan que en esta fase la demanda de nutrientes y agua se incrementa; el crecimiento en altura se intensifica y la planta muestra mayor sensibilidad frente a estrés abiótico, particularmente déficit hídrico o radiación excesiva, factores que pueden alterar la diferenciación floral.

Sivana (2016) cuantifica que en "CICA-18" el panojamiento ocurrió a los 57 días; temperaturas de 6.31 °C mínima y 23.73 °C máxima, humedad relativa cercana al 72 %, precipitación acumulada de 87.4 mm. Tales condiciones, propias del periodo de mayor requerimiento hídrico del cultivo, permitieron una diferenciación floral uniforme y la entrada estable a la fase reproductiva.

4.2.1.7.5. Floración y antesis

Mujica *et al.* (2001) señalan que; "la floración se inicia con la apertura de los glomérulos que conforman la panoja; en este estadio se distinguen flores hermafroditas y pistiladas". La antesis ocurre cuando los estambres liberan polen; el proceso suele prolongarse entre 5 y 10 días, aunque en ambientes fríos la duración puede extenderse.

Gómez y Aguilar (2016) determinan que esta fase constituye un punto crítico dentro del ciclo del cultivo; el déficit hídrico o las temperaturas elevadas pueden inducir aborto floral o limitar la fecundación, reduciendo el número potencial de granos por planta.

Sivana (2016) precisa que en la variedad "CICA-18" la floración se registró a los 79 días después de la siembra; temperaturas de 7.59 °C mínima y 26.16 °C máxima, humedad relativa cercana al 72 %, precipitación acumulada de 45.7 mm. Estas condiciones climáticas favorecieron la apertura floral normal, asegurando viabilidad de polen y fecundación efectiva.

4.2.1.7.6. Llenado de grano y maduración

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que durante el llenado del grano el embrión incrementa su tamaño hasta rodear al perisperma; el fruto aumenta progresivamente su peso. El proceso se organiza en tres subfases fisiológicas, acuosa, lechosa y pastosa; su duración se extiende aproximadamente entre 90 y 140 días después de la siembra, variando según genotipo y manejo agronómico.

Mujica *et al.* (2001) precisan que la madurez fisiológica se reconoce por modificaciones visibles en la planta; tallo, panoja y hojas cambian de coloración. La cosecha se recomienda cuando el grano alcanza entre 12 % y 15 % de humedad; este intervalo reduce pérdidas por desgrane y preserva la calidad del producto cosechado.

Sivana (2016) cuantifica que en la variedad "CICA-18" el llenado de grano ocurrió entre 109 y 124 días; temperaturas entre 8.57 °C y 24.63 °C, humedad relativa cercana al 75 %, precipitaciones acumuladas de hasta 244.6 mm durante la fase lechosa y 84.9 mm hacia el estado pastoso. La madurez fisiológica se alcanzó a los 145 días; temperaturas de 6.97 °C mínima y 24.90 °C máxima, precipitación acumulada de 73.5 mm. Estas condiciones climáticas permitieron un llenado continuo del grano y una maduración uniforme del cultivo en "K'ayra".

4.2.2. *Variedades de quinua*

4.2.2.1. **Variedades mejoradas por el INIA**

Apaza *et al.* (2013) indican que el Instituto Nacional de Innovación Agraria, a través de su Programa Nacional de Cultivos Andinos, ha liberado diversas variedades mejoradas orientadas al incremento del rendimiento y la calidad comercial del grano, entre las que destacan:

- INIA 431 – Altiplano: liberada en Puno en 2013, producto del cruce entre Illpa INIA y Salcedo INIA; presenta grano grande y blanco, ausencia de saponina y rendimiento promedio de 3.00 t/ha.
- Salcedo INIA: liberada en 1995; se caracteriza por su amplia adaptación al Altiplano, valles interandinos y costa, grano grande y dulce, con rendimientos que pueden alcanzar hasta 6.50 t/ha en condiciones favorables.
- Illpa INIA: liberada en 1997, originada del cruce entre Sajama y Blanca de Juli; presenta crecimiento simple, grano grande y bajo contenido de saponina.
- INIA 415 – Pasankalla: variedad de grano rojo a vino oscuro, tamaño mediano, sabor dulce y amplia adaptación altitudinal.
- INIA 420 – Negra Collana: seleccionada a partir de accesiones “Quytu jiwras”; presenta grano negro brillante y pequeño, con tolerancia a bajas temperaturas.
- INIA 427 – Amarilla Sacaca: liberada en 2011; presenta grano grande de color amarillo y carácter amargo, con aproximadamente 7% de saponina.
- Quillahuaman INIA: liberada en 1990 y originaria del Cusco; presenta grano blanco opaco de tamaño mediano y susceptibilidad al mildiu.

4.2.2.2. Variedades regionales y de universidades

Apaza *et al.* (2013) afirman que además de las variedades liberadas por el INIA, diversas universidades y centros académicos han desarrollado materiales regionales adaptados a nichos agroecológicos específicos, entre los cuales se encuentran:

- Blanca de Junín: desarrollada por la Universidad Nacional del Centro del Perú; adaptada a valles interandinos y costa, con grano mediano y contenido regular de saponina.
- Amarilla Maranganí: variedad tradicional del distrito de Canchis, Cusco; presenta grano grande anaranjado, ciclo vegetativo largo de hasta 210 días y carácter amargo.
- Blanca de Juli: seleccionada en Puno en 1974; variedad semi-precoz, de grano pequeño y blanco, con bajo contenido de saponina.
- Hualhuas: liberada por la UNCP en 1975; variedad dulce de grano mediano, adaptada a la cuenca del Mantaro.
- Huancayo: variedad de la UNCP que destaca por su panoja de color púrpura y grano crema.
- Kankolla: liberada en Puno en 1975; variedad de ciclo tardío, grano mediano y carácter amargo.

4.2.2.3. Clasificación por uso y mercado

Apaza *et al.* (2013) concluyen que desde el punto de vista del uso y del mercado, las variedades de quinua se clasifican principalmente por su contenido de saponina, tamaño de grano y destino comercial; en este sentido, las quinuas dulces son preferidas para consumo directo, mientras que las quinuas amargas requieren procesos de desaponificación; adicionalmente, los granos de mayor tamaño son destinados preferentemente a mercados de exportación, en tanto que los granos pequeños se orientan a la elaboración de harinas y productos agroindustriales,

consolidando a la quinua como un cultivo estratégico tanto en sistemas tradicionales como modernos.

4.2.3. Genotipo CICA – 18

4.2.3.1. Procedencia y antecedentes

Álvarez y Céspedes (2017) sostienen que la accesión CQC-018 corresponde a un material de *Chenopodium quinoa* recolectado en Huaraz, región Áncash; dicho recurso genético fue incorporado al “Banco de Germoplasma del Centro de Investigación de Cultivos Andinos de la UNSAAC”, donde se mantiene bajo conservación ex situ para fines de caracterización, preservación y registro sistemático de la diversidad genética andina.

Sivana (2016) precisa que; “el genotipo “CICA-18” fue suministrado por el Programa de Investigación en Quinoa del CICA (FAZ–UNSAAC)” como material mejorado orientado a alto rendimiento y calidad nutricional; evaluaciones en localidades del Cusco, entre ellas “K’ayra”, Ccomara–Accha y Quiquijana, registraron rendimientos de 3.89 t/ha y 4.316 t/ha (Serrano, 2011), así como 2.578 t/ha (Puelles, 2015), evidenciando estabilidad productiva en ambientes contrastantes.

León (2024) describe que “CICA-18” presenta hábito “Simple” y “Herbáceo”, tallo “Anguloso” de color verde con estrías púrpuras y axilas pigmentadas, alcanzando una altura promedio de 176.03 cm y un diámetro de tallo de 2.10 cm; señala además una panoja amarantiforme compacta de 65.48 cm de longitud y 12.60 cm de diámetro, y grano de forma cilíndrica con 2.06 mm de diámetro y 0.93 mm de espesor.

Yapura (2025) confirma que el genotipo presenta crecimiento “Herbáceo” y hábito simple, con tallo “Anguloso” verde, estrías púrpuras y axilas pigmentadas, alcanzando 161.0 cm de altura y 16.474 mm de diámetro de tallo; añade la presencia de hojas romboidales con borde dentado,

panoja de densidad intermedia, de color púrpura en floración y anaranjado en madurez, y grano cilíndrico con 2.075 mm de diámetro y 1.032 mm de espesor.

4.2.3.2. Descripción botánica

Álvarez y Céspedes (2017) sostienen que la accesión CQC-018 presenta porte erecto y arquitectura definida; la altura media alcanza aproximadamente 177 cm. El tallo principal exhibe coloración púrpura, con axilas sin pigmentación visible y presencia de estrías amarillas longitudinales. Registran hojas alternas de tonalidad verde, margen dentado y dimorfismo foliar marcado; las láminas del tercio inferior adoptan forma “Romboidal”, mientras que en el estrato superior predominan estructuras lanceoladas. Describen inflorescencia terminal de tipo amarantiforme compacta y grano lenticular cercano a 1.70 mm de diámetro; perigonio amarillo, pericarpio blanco.

Sivana (2016) cuantifica que el genotipo “CICA-18” desarrolla tallo “Anguloso” de color verde durante la fase vegetativa; en la madurez la coloración se modifica hacia tonos amarillentos. Registra altura promedio de 182.23 cm y diámetro de tallo de 1.76 cm. Detalla inflorescencia terminal amarantiforme compacta de 40.48 cm de longitud y 7.00 cm de diámetro; grano amarillo con diámetro medio de 1.88 mm.

León (2024) determina que “CICA-18” expresa hábito “Simple” de crecimiento “Herbáceo”; tallo “Anguloso” verde con estrías púrpuras y axilas pigmentadas. La altura promedio alcanza 176.03 cm; diámetro de tallo cercano a 2.10 cm. Describe panoja amarantiforme compacta de 65.48 cm de longitud y 12.60 cm de diámetro; grano cilíndrico de 2.06 mm de diámetro y 0.93 mm de espesor.

Yapura (2025) ratifica hábito “Simple” y crecimiento “Herbáceo”; tallo “Anguloso” verde con estrías púrpuras y axilas pigmentadas, altura aproximada de 161.0 cm y diámetro de tallo de

16.474 mm. Registra hojas romboidales con borde dentado; panoja de densidad intermedia, púrpura durante la floración y anaranjada al alcanzar madurez fisiológica. Describe grano cilíndrico de 2.075 mm de diámetro y 1.032 mm de espesor.

4.2.3.3. Características fenológicas

Álvarez y Céspedes (2017) sostienen que la accesión CQC-018 presenta un ciclo siembra–madurez cercano a 185 días; bajo las condiciones evaluadas se clasifica como material de ciclo intermedio a tardío. Registran un patrón fenológico relativamente prolongado; la duración del ciclo se asocia a la interacción entre genotipo y ambiente.

Sivana (2016) precisa que el genotipo “CICA-18” alcanza la madurez fisiológica aproximadamente a los 147 días después de la siembra; detalla una secuencia fenológica definida. Emergencia a los 7 DDS; panojamiento a los 58 DDS; floración a los 79 DDS; estado de grano pastoso a los 126 DDS; madurez fisiológica a los 147 DDS. Esta cronología permite delimitar con precisión la transición entre las fases vegetativa y reproductiva del cultivo.

Yapura (2025) cuantifica que durante la campaña 2022–2023 en “K’ayra” el genotipo alcanzó el estado R5 a los 166 DDS y la cosecha a los 173 DDS; el autor vincula esta dinámica fenológica con las condiciones térmicas y pluviométricas registradas en cada fase del cultivo. Bajo dicho ambiente, el material se ubica dentro del grupo de ciclo intermedio a largo.

León (2024), citando a Quispe (2019), recuerda que también se ha registrado un ciclo aproximado de 153 días para “CICA-18”; esta diferencia temporal evidencia variabilidad fenológica condicionada por la localidad, la fecha de siembra y el régimen climático predominante.

4.2.3.4. Características agronómicas (rendimiento)

Serrano (2011), citado por Sivana (2016), reporta que el genotipo “CICA-18” alcanzó rendimientos entre 3.89 y 4.316 t/ha en condiciones de la región Cusco. Puelles (2015) documenta

2.578 t/ha; Sivana (2016) cuantifica 3.76 t/ha, con producción media de 37.31 g por planta, panoja de 40.48 × 7.00 cm y contenido de saponina de 8.06 ml determinado mediante índice de espuma.

León (2024) determina que en el “Centro Agronómico K’ayra” el genotipo alcanzó un rendimiento transformado de 7.95 t/ha; el análisis estadístico lo ubica por debajo de dos líneas élite al 99 %, aunque mantiene equivalencia con varios materiales evaluados. Registra 114.08 g por planta, peso de mil granos de 4.64 g (el mayor valor del ensayo) y contenido de saponina de 10.33 ml; esta concentración permite clasificarlo como material de sabor amargo.

Yapura (2025) cuantifica un rendimiento de 3.054 t/ha y producción media de 45.375 g por planta; el rendimiento proyectado alcanza 4.170 t/ha. Registra peso de mil granos de 3.097 g, estadísticamente equivalente al 99 % respecto a las líneas de mayor valor experimental, y contenido de saponina de 11.25 ml; el genotipo se ubica dentro del grupo de alta saponina.

4.2.3.5. Adaptación y uso como material de referencia

Álvarez y Céspedes (2017) subrayan que la accesión CQC-018 posee alto valor para la conservación de la diversidad genética de la quinua, registrando además usos tradicionales como el consumo de hojas tiernas en forma de hortaliza, el empleo del grano en sopas y harinas, y la utilización del tallo como combustible.

Sivana (2016) sostiene que “CICA-18” presenta buen desempeño agronómico en distintos pisos agroecológicos del Cusco, recomendándose su uso experimental y validación práctica; no obstante, advierte que su elevado contenido de saponina puede limitar su consumo directo sin procesos de desaponificación.

León (2024) argumenta que el alto rendimiento registrado en “K’ayra” evidencia una adecuada adaptación local del genotipo, justificando su empleo como variedad testigo para

discriminar líneas élite, y resalta su elevado peso de mil granos como estándar comparativo para tamaño de grano.

Yapura (2025) reafirma que “CICA-18” cumple un rol clave como variedad testigo del programa CICA para la tipificación agrobotánica y fenológica, señalando que, si bien ha sido superada en rendimiento por varias líneas promisorias, su estabilidad productiva y morfológica permite comparaciones robustas y confiables entre genotipos.

4.2.4. Plagas y enfermedades

Cruces *et al.* (2016) señalan que el cultivo de la quinua en el Perú es afectado por un amplio conjunto de agentes bióticos que comprometen tanto el rendimiento como la calidad del grano, problemática que se ha intensificado en los últimos años debido a la expansión del cultivo hacia la costa, la reducción de prácticas de rotación de cultivos y el incremento de monocultivos, condiciones que favorecen la persistencia y multiplicación de plagas y patógenos.

4.2.4.1. Principales plagas

Cruces *et al.* (2016) indican que las plagas insectiles que afectan a la quinua pueden clasificarse según el órgano vegetal atacado y su comportamiento alimenticio, destacándose los siguientes grupos:

- Gusanos de tierra o cortadores: representados principalmente por *Agrotis ipsilon*, cuyas larvas cortan las plantas tiernas a nivel del cuello durante las primeras etapas del cultivo; asimismo, se reportan especies como *Feltia experta* y *Peridroma saucia*, con comportamiento y daños similares.
- Masticadores de follaje: grupo que reduce significativamente el área fotosintética, integrado por especies del género *Spodoptera* (*S. frugiperda*, *S. eridania* y *S. ochrea*), el denominado falso gusano medidor (*Chrysodeixis includens*) y el complejo *Copitarsia*

decolora; adicionalmente, se registran el escarabajo negro (*Epicauta spp.*) y la pulguilla saltona (*Epitrix spp.*).

- Insectos de la panoja: cuyo daño se concentra en el consumo de flores y granos en formación; destaca el complejo polilla, conformado por *Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca quinoae*, así como otros masticadores como *Chloridea virescens*, *Spoladea recurvalis* y *Herpetogramma bipunctalis*.
- Picadores–chupadores: conformados por un complejo de chinches de los géneros *Liorhysus*, *Nysius* y *Dagbertus*, que succionan el contenido de los granos en estado lechoso, originando granos vanos; a este grupo se suman los pulgones (*Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae*), los cuales debilitan la planta y actúan como vectores de virus.
- Raspadores de brotes: representados por *Prodiplosis longifila*, cuyas larvas ocasionan deformaciones severas en brotes tiernos de plantas jóvenes.
- Aves plaga: responsables de pérdidas que pueden alcanzar hasta el 30 % del rendimiento; entre las especies más perjudiciales se encuentran la paloma manchada (*Patagioenas maculosa*) y la tortolita (*Zenaida auriculata*).

4.2.4.2. Principales enfermedades

Cruces *et al.* (2016) mencionan que las enfermedades de la quinua son causadas predominantemente por hongos y pseudohongos, los cuales afectan diferentes órganos de la planta y reducen severamente el potencial productivo, destacándose las siguientes:

- Mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum, 1919): considerada la enfermedad más limitante y endémica del cultivo en el Perú; se manifiesta mediante manchas cloróticas de tonalidades

variables en el haz y esporulación grisácea en el envés, pudiendo ocasionar defoliación total en cultivares susceptibles.

- Chupadera fungosa o marchitez: causada por patógenos del suelo como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* y *Pythium sp.*; afecta principalmente a plántulas en pre y post-emergencia, provocando estrangulamiento del cuello y muerte de la planta.
- Mancha ojival del tallo (*Phoma sp.*): caracterizada por lesiones ovaladas de color gris con bordes marrones, que pueden debilitar el tallo y provocar su quiebre.
- Podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua var. foveata*): ocasiona lesiones de color marrón oscuro con apariencia hundida en el tercio superior del tallo, afectando el desarrollo de la panoja principal.
- Ojo de gallo (*Passalora dubia*): identificada por manchas circulares en las hojas que, al madurar, generan perforaciones en las láminas foliares.
- Otras afecciones: incluyen el moho verde (*Cladosporium sp.*) en panojas, la mancha bacteriana (*Pseudomonas sp.*) y diversos virus que inducen amarillamientos, deformaciones foliares y reducción del vigor.
- Nematodos: destacan el falso nematodo del nudo (*Nacobbus aberrans*) y el nematodo de la oca (*Thecaverniculatus andinus*), los cuales afectan el sistema radicular, limitan la absorción de agua y nutrientes, y reducen significativamente el rendimiento.

4.2.5. *Mejoramiento genético de la quinua*

4.2.5.1. *Fundamentos del mejoramiento genético*

4.2.5.1.1. *Finalidad del mejoramiento genético*

Álvarez y Céspedes (2017) sostienen que el propósito central del mejoramiento vegetal radica en aumentar la proporción de genotipos con desempeño superior dentro de una población específica. La eficiencia de este proceso se encuentra condicionada por factores de naturaleza genética y biológica; intervienen el número de genes que controlan el carácter, el nivel de heredabilidad y el tipo de rasgo considerado. Los autores precisan que las estrategias de selección alcanzan mayor eficacia en caracteres de manifestación fenotípica directa, como el color del grano, la altura de planta o la duración del ciclo vegetativo.

4.2.5.1.2. *Objetivos del mejoramiento genético*

Álvarez y Céspedes (2017), sostienen que: el mejoramiento genético de plantas persigue como objetivo central elevar la proporción de genotipos con características superiores dentro de una población. La efectividad de este proceso está condicionada por diversos factores, como la cantidad de genes involucrados, la heredabilidad de los rasgos y la naturaleza del carácter a seleccionar. En ese sentido, los métodos aplicados han demostrado ser eficaces especialmente en la mejora de atributos de fácil observación, como el color del grano, la altura de planta o la precocidad en el ciclo del cultivo.

4.2.5.1.3. *Métodos de mejoramiento en plantas cultivadas*

4.2.5.1.3.1. *Selección masal*

Gandarillas (1979) sostiene que la selección masal se configura como una estrategia ampliamente utilizada en el mejoramiento de quinua, particularmente en especies autógamas; su adopción se justifica por la facilidad de ejecución y la reducida demanda de recursos técnicos. El

procedimiento consiste en establecer poblaciones numerosas, permitir la autofecundación natural y sostener la competencia entre individuos; bajo este esquema se produce una depuración gradual de materiales menos adaptados. La intervención selectiva se incorpora generalmente a partir de la sexta o séptima generación, etapa en la que se valoran atributos como vigor, uniformidad y calidad del grano.

Álvarez y Céspedes (2017) precisan que el proceso inicia con la siembra masiva de la generación F2 derivada del cruce inicial; la población se mantiene sin presión de selección hasta alcanzar aproximadamente la F6. En esta fase se implementa el esquema panoja–surco, mecanismo que permite discriminar genotipos con mayor grado de homocigosis y estabilidad fenotípica. Los autores advierten una limitación operativa; el método presenta mayor eficacia en caracteres visibles, como color de grano o tamaño de panoja, mientras que su precisión disminuye en rasgos cuantitativos complejos, particularmente el rendimiento, cuya expresión depende de múltiples loci.

4.2.5.1.3.2. Selección individual

Paz y Abrego (2024) sostienen que la selección individual se orienta a la identificación de plantas sobresalientes dentro de poblaciones segregantes, como la generación F2. A diferencia de la selección masal, este enfoque preserva la identidad de cada progenie, permitiendo una evaluación más detallada basada en caracteres fenotípicos observables. No obstante, existe riesgo de pérdida de los rasgos seleccionados en generaciones posteriores debido a la segregación genética; en consecuencia, se requiere complementar el proceso con evaluaciones continuas y rigurosas.

Álvarez y Céspedes (2017) indican que este método se estructura en tres fases; selección inicial de plantas destacadas, evaluación de descendencias a lo largo de varias generaciones sin intervención sanitaria, con el propósito de evidenciar resistencia natural, y finalmente comparación

mediante ensayos de campo frente a variedades locales. Este procedimiento demanda un periodo prolongado, que puede superar los cinco años antes de la liberación de nuevas variedades.

4.2.5.1.3.3. Selección panoja-surco

Paz y Abrego (2024) explican que la selección panoja-surco constituye una modificación de la selección individual que incrementa la precisión del proceso y permite un seguimiento detallado de los materiales. Cada unidad seleccionada se establece en surcos individuales, dobles o múltiples; la evaluación se basa en el comportamiento de la progenie. Este enfoque facilita el registro del origen de cada línea y su seguimiento en el tiempo, contribuyendo a la obtención de materiales homogéneos con alto rendimiento.

Gandarillas (1979), citado por Paz y Abrego (2024), sostiene que esta metodología se fundamenta en el "principio de Vilmorin"; la selección se realiza considerando el desempeño de la descendencia. Bajo este criterio, se recomienda incluir surcos testigo con variedades conocidas, distribuidos de manera periódica, con la finalidad de establecer comparaciones objetivas durante cada ciclo de evaluación.

4.2.5.1.3.4. Método de pedigrí

Paz y Abrego (2024) sostienen que el método de pedigrí integra procesos de hibridación con un sistema riguroso de registro genealógico. Una vez definidos los progenitores, se realiza el cruzamiento y se colectan de manera individual las semillas de la generación F1; estas originan la población segregante F2. Posteriormente, se aplican procesos de selección similares al método panoja-surco, con la particularidad de mantener un registro detallado de las genealogías. Cada línea avanzada conserva la trazabilidad completa de su origen genético; este control permite una mayor precisión en los programas de mejoramiento.

4.2.6. Rendimiento de grano en quinua

4.2.6.1. Definición de rendimiento

La FAO (2024) define el rendimiento agrícola como "la cantidad de producto cosechado expresada en términos de peso por unidad de superficie cultivada". Este indicador no suele obtenerse de forma directa en campo; su estimación se realiza a partir de la relación entre la producción total obtenida y el área efectivamente cosechada. Este procedimiento permite medir y comparar la productividad de los cultivos bajo un criterio estandarizado.

4.2.6.2. Rendimientos en el Perú

Gómez y Aguilar (2016) sostienen que el rendimiento del cultivo de quinua en el Perú presenta amplitud considerable; los valores productivos oscilan entre 1 y 7 t/ha. Esta variabilidad responde a la interacción de factores edafoclimáticos y tecnológicos; condiciones climáticas locales, fertilidad del suelo, disponibilidad hídrica y nivel de manejo agronómico aplicado. El sistema productivo puede transitar desde esquemas tradicionales de baja intervención hasta modelos intensivos con mayor grado de tecnificación.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021) cuantifica que el rendimiento promedio nacional registró un crecimiento moderado durante la última década; el incremento acumulado alcanzó 2.7 %, con una tasa media anual cercana a 2.1 %. El análisis regional muestra comportamientos diferenciados; Ayacucho incrementó su productividad en 36.3 %, Apurímac en 28.3 % y Arequipa en 26.9 %. Otros departamentos evidenciaron aumentos más moderados; Huancavelica 18.8 %, Cusco 15.9 % y Junín 12.7 %. Arequipa superó consistentemente los 3000 kg/ha en los últimos años; Puno mantuvo valores inferiores a 1500 kg/ha.

MINAGRI (2021) detalla que el rendimiento promedio nacional evolucionó de 1161 kg/ha en 2011 a 1480 kg/ha en 2020; la variación representa un incremento acumulado de 27.5 %.

Arequipa registró uno de los mayores desempeños productivos, elevando sus valores de 2034 a 3632 kg/ha. Apurímac y Ayacucho presentaron incrementos notables, 97.9 % y 126.5 % respectivamente; Puno mantuvo rendimientos relativamente estables, sin superar el umbral de 1500 kg/ha durante el periodo analizado.

MIDAGRI (2024) sostiene que la evolución productiva del cultivo se vincula principalmente con el nivel tecnológico adoptado por los agricultores y el aprendizaje progresivo de prácticas modernas de manejo agronómico. Este proceso se refleja en los rendimientos alcanzados en regiones como Arequipa (3677 kg/ha), Cusco (2621 kg/ha), Apurímac (2328 kg/ha) y Junín (2313 kg/ha); valores que evidencian mejoras sostenidas en la eficiencia productiva del cultivo.

Tabla 3.

Rendimiento promedio del quinua (ha) en departamentos del Perú.

Regiones	Años		
	2011	2016	2020
Arequipa	2034	3390	3632
Apurímac	1153	1560	2283
Cusco	963	1275	1934
Junín	1216	1893	1905
Tacna	1238	2006	1798
Ayacucho	740	1447	1677
Huancavelica	910	929	1234
Puno	1198	985	1102
Prom. Nacional	1161	1234	1480

Fuente: MIDAGRI (2024).

4.2.6.3. Producción mundial de quinua

MIDAGRI (2024) sostiene que la producción mundial de quinua se concentra predominantemente en la región andina; Perú, Bolivia y Ecuador generan cerca del 90 % del volumen global. El Perú encabeza el escenario productivo con 113.4 mil toneladas registradas en 2022; Bolivia reporta 44.7 mil toneladas y Ecuador 0.9 mil toneladas. Esta concentración

geográfica se explica por la adaptación fisiológica del cultivo a ambientes de altura y condiciones agroclimáticas restrictivas, rasgos que consolidan a los Andes como núcleo productivo y principal proveedor internacional del grano.

Tabla 4.

Principales países productores de quinua (TM) a nivel mundial.

N°	País	2018	2019	2020	2021	2022
1	Perú	86.8	89.4	100.2	106.8	113.4
2	Bolivia	70.8	67.1	70.2	49.6	44.7
3	Ecuador	2.1	4.5	4.9	1.5	0.9
4	Bhután	–	–	0.1	0.04	0.02
Total		159.7	161	175.4	157.9	159

Fuente: Adaptado de MIDAGRI (2024)

4.2.6.4. Producción nacional y regional de quinua en el Perú

MIDAGRI (2023) cuantifica que el Perú alcanzó una producción nacional de 113,355 toneladas de quinua durante el año 2022; el volumen confirma una trayectoria de expansión observada desde 2014, periodo en el cual la FAO declaró el “Año Internacional de la Quinua”. El incremento productivo se vincula con políticas públicas de promoción agrícola y con la expansión de mercados internacionales; la valorización nutricional del grano y su reconocimiento como producto orgánico han impulsado su demanda.

MIDAGRI (2024) precisa que la producción nacional se concentra territorialmente en siete departamentos; Puno, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Junín y Huancavelica aportan aproximadamente el 93.7 % del total nacional. Puno mantiene la mayor participación productiva con 45,188 toneladas en 2022 y un rendimiento promedio de 1,226 kg/ha; Arequipa registra la mayor eficiencia agronómica con 3,677 kg/ha, valor que supera ampliamente el promedio nacional. Esta estructura productiva refleja una distribución regional diferenciada; volumen concentrado en el altiplano y productividad elevada en sistemas agrícolas más tecnificados.

Tabla 5.*Dinámica productiva de la quinua en el ámbito nacional (Perú).*

Región/ Nacional	Prom. Histórico	2022 (t)	2023 (t)	Var. 2023/Prom.	% 2023/2022	Var. 2023/Prom.	Abs. 2023/2022	Var. 2023/2022	Abs.
Nacional	99,478	114,212	70,336	-29.3 %	-38.4 %	-29,142	-43,876		
Puno	40,908	45,188	7,267	-83.9 %	-83.9 %	-33,641	-37,921		
Ayacucho	22,134	27,837	28,222	+27.5 %	+1.4 %	6,088	385		
Apurímac	11,230	12,733	13,343	+18.8 %	+4.8 %	2,113	610		
Cusco	7,713	10,337	4,149	-46.2 %	-59.9 %	-3,564	-6,188		
Arequipa	6,765	5,534	6,521	-3.6 %	+17.8 %	-244	987		
Junín	4,483	6,196	5,214	+16.3 %	-15.9 %	731	-983		
Huancavelica	2,233	2,498	2,295	+2.8 %	-8.1 %	62	-203		
Otros	4,012	3,888	3,325	-17.1 %	-14.5 %	-687	-563		

Fuente: MIDAGRI (2024)

4.2.6.5. Factores que afectan el rendimiento

Puma (1996) sostiene que el rendimiento de la quinua resulta de la interacción de diversos componentes productivos; genotipo utilizado, esquema de fertilización, sistema de cultivo y prácticas agronómicas ejecutadas a lo largo del ciclo fenológico. Las condiciones edáficas y climáticas propias del ambiente de producción también intervienen en la expresión productiva del cultivo. Esta combinación de variables determina amplitudes de rendimiento que pueden fluctuar entre 600 y 1800 kg/ha.

Spehar & Rocha (2009) precisan que la productividad del cultivo depende de factores ambientales y de manejo; tipo de suelo, presión de plagas, régimen climático y densidad de siembra. La densidad poblacional se identifica como variable crítica; valores bajos reducen el rendimiento potencial, mientras que excesos de plantas intensifican la competencia intraespecífica por agua, radiación y nutrientes, restringiendo el desarrollo fisiológico del cultivo. Los autores señalan también que suelos de textura arenosa limitan la capacidad de crecimiento radicular y reducen la expresión del potencial productivo.

4.2.7. Características agronómicas

Aroni *et al.* (2024) determinan que las características agronómicas comprenden un conjunto de atributos morfológicos, fisiológicos y productivos utilizados para evaluar la adaptación de un cultivo frente a condiciones agroecológicas específicas y diferentes modalidades de manejo. En la quinua, estos rasgos reflejan la capacidad de la especie para desarrollarse en ambientes edafoclimáticos restrictivos; al mismo tiempo permiten estimar su potencial de rendimiento y la estabilidad productiva en sistemas tradicionales o tecnificados.

Aroni *et al.* (2024) sostienen que el análisis detallado de dichos atributos constituye un componente esencial en el diseño de sistemas agrícolas resilientes. La evaluación agronómica permite identificar genotipos con mayor eficiencia en el uso de agua y nutrientes, así como mayor tolerancia a estreses abióticos (salinidad, déficit hídrico). Estos rasgos orientan los procesos de selección varietal y facilitan la obtención de materiales con desempeño productivo estable bajo diferentes estrategias de manejo, aspecto relevante frente a escenarios de variabilidad climática.

4.2.8. Descriptores

Franco y Hidalgo (2003) sostienen que un descriptor corresponde a un atributo observable o cuantificable que describe con precisión la forma, estructura o comportamiento de una accesión vegetal; se trata de una unidad básica de registro utilizada en procesos de caracterización. Estos elementos permiten diferenciar accesiones de manera sistemática, objetiva y comparable; su aplicación estandarizada facilita la organización, almacenamiento y recuperación de información asociada a cada material genético. Los autores precisan que diversos cultivos cuentan con listas específicas de descriptores; este marco metodológico permite uniformizar criterios de identificación y fortalecer los análisis de diversidad genética.

4.2.8.1. Tipos de descriptores

Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA (2013) establecen que los descriptores empleados en la gestión de recursos fitogenéticos se organizan en cinco categorías funcionales; cada una vinculada a fases específicas del registro, conservación y evaluación del germoplasma.

- » **Descriptores de pasaporte.** Corresponden a información básica que permite identificar y documentar las accesiones en bancos de germoplasma; incluyen datos recolectados durante la colecta del material vegetal, frecuentemente acompañados de referencias etnobotánicas que contextualizan su procedencia.
- » **Descriptores de manejo.** Comprenden datos utilizados para la administración técnica de las accesiones, especialmente en actividades de regeneración y multiplicación; su finalidad es mantener la estabilidad y pureza genética del material conservado.
- » **Descriptores de sitio y ambiente.** Agrupan variables relacionadas con las condiciones ecológicas y geográficas del lugar de origen o colecta; estos elementos permiten interpretar con mayor precisión la expresión de los caracteres evaluados.
- » **Descriptores de caracterización.** Permiten diferenciar accesiones a partir de rasgos fenotípicos; generalmente corresponden a características morfológicas con alta heredabilidad y estabilidad en distintos ambientes. En ciertos casos, se complementan con atributos adicionales definidos por consenso técnico.
- » **Descriptores de evaluación.** Incluyen variables influenciadas por el ambiente, cuya medición exige metodologías experimentales específicas; abarcan rasgos de interés agronómico, como rendimiento, tolerancia a factores bióticos y abióticos, así como parámetros de calidad y análisis bioquímico, con aplicación directa en programas de mejoramiento genético.

4.2.8.2. Caracterización

Franco y Hidalgo (2003) sostienen que la caracterización de una especie se orienta a cuantificar la diversidad genética contenida en su genoma. En plantas superiores, este acervo puede superar los 400 000 genes; su variación responde a procesos evolutivos y a la interacción con el entorno. La diversidad se expresa en dos planos; uno visible, que incluye rasgos morfológicos y atributos agronómicos, y otro no observable directamente, detectable mediante herramientas moleculares, como marcadores genéticos. En ambos niveles, el ambiente condiciona la expresión fenotípica; por ello, la elección de métodos estadísticos debe ajustarse al grado de variabilidad y al tipo de información generada en la caracterización morfoagronómica o genética, con el propósito de garantizar interpretaciones rigurosas y consistentes.

4.3. Marco conceptual

- 1. Rendimiento agrícola:** Se define técnicamente como la cantidad de producto recolectado, expresado en unidades de peso, por cada unidad de superficie cultivada. En términos operativos, esta métrica se estima a través del cociente entre la producción total obtenida y el área efectivamente cosechada, permitiendo cuantificar la productividad de los sistemas de cultivo de manera estandarizada. (FAO, 2024).
- 2. Descriptor:** Corresponde a un atributo observable o cuantificable que describe con precisión la forma, estructura o comportamiento de una accesión vegetal. Es la unidad básica de registro utilizada en los procesos de caracterización para diferenciar materiales genéticos de manera sistemática, objetiva y comparable, facilitando la organización y recuperación de información fitogenética.(Franco y Hidalgo, 2003).
- 3. Mejoramiento genético:** Es el proceso cuyo objetivo central consiste en incrementar la frecuencia de genotipos superiores dentro de una población determinada. La efectividad de

este progreso está condicionada por variables biológicas como el número de genes implicados, el grado de heredabilidad de los rasgos seleccionados y la naturaleza del carácter, siendo más eficiente en atributos de expresión fenotípica evidente. (Álvarez y Céspedes, 2017).

- 4. Fenología:** Se entiende como el estudio de las fases de desarrollo de una especie en respuesta directa a las condiciones climáticas dominantes, tales como la temperatura, la radiación solar y la disponibilidad hídrica. Estas variables actúan como reguladores del ritmo de desarrollo biológico, determinando la duración, uniformidad y sincronización de las etapas vegetativas y reproductivas del cultivo. (Jacobsen *et al.*,2003).

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo y enfoque de la investigación

La investigación fue aplicada y experimental, con enfoque mixto; se emplearon métodos cuantitativos mediante análisis estadístico de variables agronómicas y cualitativos mediante descripción morfológica de órganos vegetativos y reproductivos.

5.2. Ubicación espacial

5.2.1. *Ubicación política*

- Región : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo
- Lugar : Centro Agronómico “K’ayra”

5.2.2. *Ubicación geográfica*

- Latitud : 13°33’24 Sur
- Longitud : 71°52’29 Oeste
- Altitud : 3238 m.s.n.m.

5.2.3. *Ubicación hidrográfica*

- Cuenca : Vilcanota
- Subcuenca : Watanay
- Micro cuenca : Wanakauri

5.2.4. *Ubicación ecológica*

Según el sistema **Holdridge, 1947** corresponde a la zona de vida Bosque seco – Montano bajo – Templado frío (bs-MBT).

Figura 1.

Ubicación de la parcela experimental (Centro Agronómico K'ayra – UNSAAC).



Fuente: Google Earth (2022)

5.2.5. Historial del campo experimental

El área donde se desarrolló el experimento ha sido utilizada en campañas anteriores para diversos cultivos, lo cual aporta un contexto importante sobre las condiciones agronómicas del suelo. Esta rotación de cultivos favoreció la conservación de la fertilidad del terreno. El detalle del historial de la parcela se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Historial del área experimental

Campaña	Cultivo	Nombre científico
2018–2019	Quinoa – Papa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd – <i>Solanum tuberosum</i> L.
2019–2020	Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
2020–2021	Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.
2021–2022	Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd
2022–2023	Tarwi – Papa	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet – <i>Solanum tuberosum</i> L.
2023–2024	Presente trabajo (Quinoa)	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd

5.3. Ubicación temporal

El experimento se ejecutó durante la campaña agrícola 2023–2024, entre agosto de 2023 y julio de 2024, periodo en el cual se desarrollaron todas las fases experimentales, desde la instalación hasta la evaluación final, en concordancia con el ciclo fenológico del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

5.4. Materiales y metodología

5.4.1. Materiales

5.4.1.1. Materiales de campo

- » Cordel, estacas y yeso para el trazado del área experimental.
- » Wincha, cinta métrica y libreta de campo para mediciones y registro de datos.
- » Formatos de evaluación, etiquetas de identificación y cartillas de registro.
- » Herramientas agrícolas: lampa, pico, machete y tridente.
- » Materiales de manejo y cosecha: segaderas, zarandas, sacos, costales y baldes.
- » Insumos de acondicionamiento: arpillera, bolsas de polietileno (10 × 15) y bolsas de papel.
- » Implementos de apoyo: manguera, aspersores y guantes.

5.4.1.2. Equipos

- » Balanza de precisión, vernier y calculadora para medición de variables.
- » Cámara fotográfica para registro visual de evaluaciones.
- » Laptop, impresora, fotocopidora y memoria USB para procesamiento de información.
- » Tractor agrícola con implementos para labores de campo.
- » Ventilador eléctrico, secador y toma corriente para procesos de poscosecha.

5.4.1.3. Materiales de gabinete

- » Papel bond, libreta de campo, lápiz y lapicero para anotaciones.
- » Resaltadores y plumones para organización de la información.
- » Tablero, cartulina y etiquetas para sistematización de registros.
- » Otros pertinentes en la investigación.

5.4.1.4. Material genético

El material vegetal empleado en el estudio fue proporcionado por el "Programa de Investigación en Quinoa del CICA". Se incluyeron catorce líneas de quinoa de grano blanco en fase de selección, junto con la variedad mejorada "CICA-18", utilizada como testigo debido a su adaptación y validación en condiciones locales. La elección de estas líneas responde a su desempeño favorable registrado en campañas anteriores por el "CICA".

Tabla 7.

Material genético evaluado.

N.º	Material genético	Tipo	Color
1	L-210-14	Línea	"Blanco"
2	L-211-14	Línea	"Blanco"
3	L-212-14	Línea	"Blanco"
4	L-213-14	Línea	"Blanco"
5	L-214-14	Línea	"Blanco"
6	L-215-14	Línea	"Blanco"
7	L-216-14	Línea	"Blanco"
8	L-217-14	Línea	"Blanco"
9	L-218-14	Línea	"Blanco"
10	L-219-14	Línea	"Blanco"
11	L-220-14	Línea	"Blanco"
12	L-221-14	Línea	"Blanco"
13	L-222-14	Línea	"Blanco"
14	L-223-14	Línea	"Blanco"
15	CICA-18	Testigo	"Amarillo dorado"

Nota: L = Línea en proceso de selección desarrollada por el "CICA".

5.4.2. Metodología

5.4.2.1. Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), orientado a controlar la variabilidad edafoclimática. Se evaluaron quince tratamientos; catorce líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de grano “blanco” en selección y la variedad "CICA-18" como testigo.

La inclusión de "CICA-18" responde a su estabilidad genética y comportamiento agronómico consistente; presenta porte intermedio, adecuada sanidad y grano “amarillo dorado”, constituyendo un referente para la comparación de los genotipos. Se dispusieron cuatro bloques, totalizando sesenta unidades experimentales. La codificación T1-T15 facilitó el control y registro de datos. El análisis se realizó en “SPSS” (versión 27.01), aplicando ANVA y prueba de “Tukey” a 95 % y 99 % de confianza.

Tabla 8.

Tratamientos en estudio.

N.º	Tratamiento (Línea/variedad)	Clave	Color de grano
1	L-210-14	T1	“Blanco”
2	L-211-14	T2	“Blanco”
3	L-212-14	T3	“Blanco”
4	L-213-14	T4	“Blanco”
5	L-214-14	T5	“Blanco”
6	L-215-14	T6	“Blanco”
7	L-216-14	T7	“Blanco”
8	L-217-14	T8	“Blanco”
9	L-218-14	T9	“Blanco”
10	L-219-14	T10	“Blanco”
11	L-220-14	T11	“Blanco”
12	L-221-14	T12	“Blanco”
13	L-222-14	T13	“Blanco”
14	L-223-14	T14	“Blanco”
15	“CICA-18” (Testigo)	T15	“Amarillo dorado”

Nota: L = Línea en proceso de selección desarrollada por el "CICA".

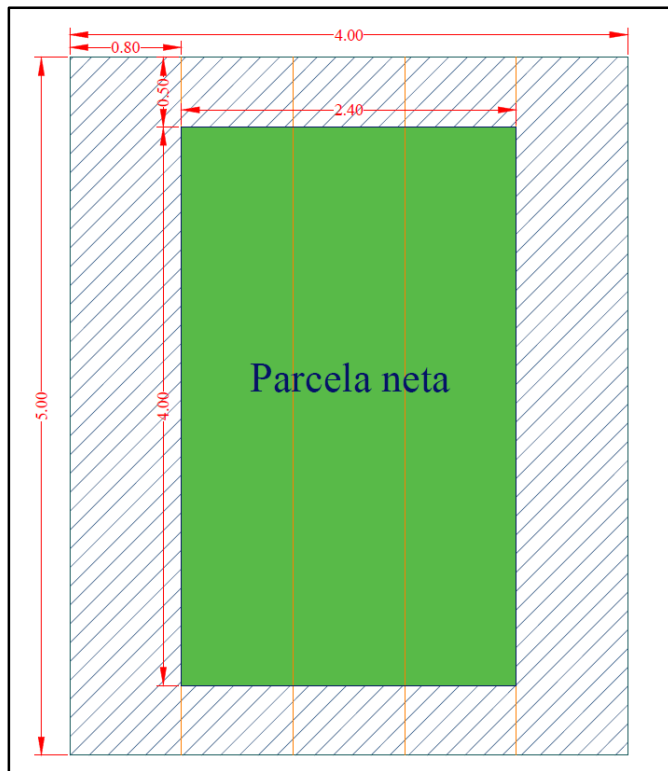
5.4.2.2. Características del campo experimental

La configuración física del campo experimental y la distribución de las unidades de estudio se describen a continuación; su representación esquemática se muestra en las Figuras 2 y 3.

- a) Área y dimensiones generales del campo**
 - » Largo total del campo experimental : 62.00 m
 - » Ancho total del campo experimental : 25.00 m
 - » Superficie total del área experimental : 1550.00 m²
 - » Superficie útil del experimento : 1380.00 m²
- b) Organización de los bloques experimentales**
 - » Número total de bloques : 4
 - » Longitud de cada bloque : 62.00 m
 - » Ancho de bloque : 5.00 m
 - » Superficie por bloque : 610.00 m²
 - » Separación entre bloques (calle) : 1.00 m
- c) Parcelas experimentales**
 - » Parcelas establecidas por bloque : 15
 - » Total de parcelas del experimento : 60
 - » Ancho de parcela : 5.00 m
 - » Longitud de parcela : 4.00 m
 - » Área total por parcela : 20.00 m²
 - » Área útil de evaluación : 9.60 m²
- d) Surcos de siembra**
 - » Número de surcos por parcela : 5
 - » Distancia entre surcos : 0.80 m
 - » Longitud de cada surco : 5.00 m
- e) Población de plantas**
 - » Plantas por surco : 50
 - » Plantas totales por parcela : 250
 - » Plantas consideradas en parcela útil : 120
- f) Cantidad de semilla utilizada**
 - » Dosis de semilla por hectárea : 5 kg
 - » Semilla utilizada por surco : 2 g
 - » Semilla empleada por parcela : 10 g
 - » Semilla por tratamiento : 40 g

Figura 3.

Esquema de unidad experimental y parcela neta.



5.4.2.3. Conducción del experimento

5.4.2.3.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se ejecutó durante el mes de octubre de 2023, con el objetivo de acondicionar el suelo para el establecimiento adecuado del cultivo de quinua. Las labores realizadas se describen a continuación:

- » Riego de machaco: Se aplicó mediante inundación; el volumen de agua permitió alcanzar la capacidad de campo del suelo. Esta operación facilitó el ablandamiento del terreno y creó condiciones apropiadas para el arado posterior.

- » Arado: Se efectuó el 2 de octubre de 2023 empleando tractor agrícola; una vez alcanzado el nivel adecuado de humedad, se procedió al arado del terreno, lográndose una remoción del suelo cercana a 30 cm de profundidad.
- » Rastrado: Se ejecutó mediante dos pasadas cruzadas con rastra de discos; la labor permitió fragmentar los terrones, nivelar la superficie del terreno y conformar una cama de siembra homogénea y mullida.
- » Surcado: Se realizó el 3 de octubre de 2023 utilizando tractor agrícola; los surcos fueron trazados con una distancia de 0.80 m entre hileras, conforme a las especificaciones establecidas en el diseño experimental.
- » Riego por surco: Se llevó a cabo entre el 7 y 8 de octubre de 2023 mediante riego por gravedad; el agua se distribuyó a lo largo de los surcos antes de la siembra, asegurando humedad suficiente en el estrato superficial del suelo para favorecer la germinación de las semillas.
- » Trazado del campo experimental: Se elaboró previamente un croquis técnico del diseño experimental; sobre esta base se delimitó la ubicación de bloques, parcelas y calles mediante estacas, cordeles y cal. El trazado se efectuó el 10 de octubre de 2023, siguiendo el Diseño experimental propuesto.

5.4.2.3.2. Siembra

La siembra se efectuó el 11 de octubre de 2023. Con el fin de asegurar una correcta distribución de los tratamientos, se colocaron bolsas de polietileno de 3 × 4 que contenían las semillas correspondientes a cada tratamiento; estas fueron identificadas con sus respectivas claves y ubicadas en la cabecera de cada parcela, siguiendo el esquema de aleatorización del Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

La siembra se ejecutó manualmente a chorro continuo, depositando la semilla en el fondo del surco. Concluida la distribución, las semillas se cubrieron manualmente con una capa delgada de suelo, cercana a un centímetro de espesor. Esta cobertura protegió el material genético frente a factores externos; viento, aves o evaporación superficial. La operación generó condiciones físicas favorables para lograr una germinación rápida y uniforme.

5.4.2.3.3. *Raleo y trasplante*

Esta labor se ejecutó entre el 18 y 24 de noviembre de 2023, cuando las plántulas presentaban alturas entre 10 y 15 cm; el objetivo consistió en establecer una densidad poblacional uniforme y reducir la competencia por luz, agua y nutrientes. El raleo se efectuó mediante eliminación manual de plántulas con menor vigor, manteniendo un espaciamiento aproximado de 10 cm entre plantas. La operación se realizó después de un riego moderado; esta condición facilitó la extracción sin afectar el sistema radicular ni alterar la estructura del suelo. En parcelas donde se observaron fallas de emergencia se procedió al trasplante inmediato, utilizando plántulas pertenecientes al mismo tratamiento; esta práctica permitió conservar la uniformidad poblacional y genética dentro de cada unidad experimental.

5.4.2.3.4. *Control de malezas*

El primer deshierbo se efectuó el 15 de noviembre de 2023; la intervención tuvo como finalidad evitar competencia por luz, agua, nutrientes y espacio. Un segundo control se realizó el 3 de enero de 2024. Ambas labores se desarrollaron manualmente y de forma selectiva, utilizando herramientas agrícolas tradicionales como pico, lampa y “khituchi”. Durante el proceso de deshierbo las plantas invasoras fueron retiradas desde la raíz; esta práctica buscó limitar el rebrote y disminuir la persistencia de especies indeseables dentro del campo experimental.

5.4.2.3.5. Aporque

El aporque formó parte del manejo agronómico aplicado al cultivo; la operación buscó fortalecer el anclaje de las plantas y estimular el desarrollo radicular profundo, reduciendo el riesgo de volcamiento. Durante el ciclo del experimento se realizaron dos aporques manuales. El primero se ejecutó el 1 de diciembre de 2023, cuando las plantas alcanzaron entre 20 y 30 cm de altura; en esta fase se procuró consolidar el soporte mecánico inicial. El segundo aporque se efectuó el 5 de enero de 2024, cuando las plantas superaron los 60 cm de altura.

Las labores se realizaron manualmente empleando lampas; se procuró evitar daños en el cuello de la planta y en las raíces superficiales. El suelo se acumuló de forma uniforme alrededor de la base del tallo; esta práctica incrementó la estabilidad estructural de las plantas y generó condiciones favorables para el desarrollo fisiológico homogéneo en todas las unidades experimentales.

5.4.2.3.6. Fertilización

La fertilización química se realizó con un nivel de 180–150–37.5 (N–P₂ O₅ –K₂ O), recomendado por el MIDAGRI y ajustado en función de los resultados del análisis de suelo (Anexo 2) y del balance de nutrientes determinado para el cultivo de quinua, considerando su demanda fisiológica y las condiciones edáficas del área experimental (Anexo 3).

De acuerdo con el ajuste obtenido, las dosis finales correspondieron a 370.43 kg/ha de urea (46 % N) y 320.00 kg/ha de superfosfato triple (46 % P₂ O₅), sin aplicación de fertilizantes potásicos por suficiencia de K₂ O en el suelo. En términos individuales, esto equivale a 2.96 g de urea y 2.56 g de superfosfato triple por planta, según la densidad de siembra de 0.80 × 0.10 m (125 000 plantas/ha), con los cálculos detallados en el Anexo 3.

La mezcla de fertilizantes se aplicó al momento de la siembra, incorporando el 50 % de la fuente nitrogenada y la totalidad del fósforo. El 50 % restante del nitrógeno se aplicó durante el primer aporque, con el fin de garantizar una adecuada disponibilidad de nutrientes durante el crecimiento vegetativo y la fase reproductiva del cultivo.

Como fuentes de nutrientes se emplearon urea para nitrógeno (46 % N) y superfosfato triple para fósforo (46 % $P_2 O_5$); el cloruro de potasio (60 % $K_2 O$) no se utilizó debido al contenido suficiente de potasio disponible en el suelo.

5.4.2.3.7. Riegos

El manejo del riego se efectuó considerando los requerimientos hídricos de las plantas correspondientes a cada tratamiento; se tomaron en cuenta las condiciones climáticas predominantes del “Centro Agronómico K’ayra” durante la campaña agrícola 2023–2024.

Durante la fase inicial del cultivo, asociada a la germinación y establecimiento de plántulas, se aplicaron riegos por aspersión con una frecuencia aproximada de tres veces por semana. Posteriormente, conforme se aproximó el periodo de lluvias desde el mes de diciembre, la frecuencia de riego se redujo gradualmente; la aplicación se suspendió completamente cuando las precipitaciones alcanzaron niveles regulares.

5.4.2.3.8. Cosecha

La cosecha se realizó entre el 25 de marzo y el 15 de abril; la operación se efectuó de manera escalonada, en función de la madurez fisiológica alcanzada por cada tratamiento. La determinación del estado de madurez se basó en indicadores visuales; amarillamiento progresivo de hojas basales, resistencia del grano al presionarlo con las uñas y desprendimiento parcial del follaje. Durante esta etapa se aplicaron procedimientos estandarizados que permitieron asegurar la trazabilidad del material y preservar la calidad del grano cosechado.

5.4.2.3.8.1. Siega o corte

Confirmada la madurez fisiológica de las plantas correspondientes a cada tratamiento, se procedió al corte desde la base del tallo. En cada unidad experimental se seleccionaron diez plantas al azar dentro de la parcela neta; cada una fue etiquetada individualmente para su posterior evaluación. Posteriormente se cortaron los tres surcos centrales de cada parcela; las plantas fueron agrupadas en parvas dentro de su respectiva parcela, manteniendo la identificación correspondiente de cada tratamiento.

5.4.2.3.8.2. Secado de panojas

Las panojas provenientes de las parvas se dispusieron bajo exposición directa al sol con el objetivo de reducir su contenido de humedad y facilitar posteriormente el proceso de trillado. En el caso de las plantas previamente seleccionadas, las panojas se colocaron de manera individual sobre arpilleras, donde permanecieron expuestas hasta completar su secado.

5.4.2.3.8.3. Trillado

Una vez culminado el secado de las panojas, se procedió a realizar el trillado manual. Las panojas correspondientes a las diez plantas seleccionadas se trillaron de forma individual utilizando guantes de protección. El material proveniente de las parcelas netas fue colocado en sacos debidamente rotulados, garantizando la identificación correcta de cada tratamiento.

5.4.2.3.8.4. Zarandeo

Posteriormente, el grano fue sometido a una primera limpieza mediante el uso de zarandas con cribas de 2 mm. Esta operación permitió retirar partículas finas y fragmentos vegetales provenientes de la panoja, residuo comúnmente denominado jipi.

5.4.2.3.8.5. Venteado o limpieza

Finalmente, el grano fue sometido a un secado mediante exposición directa al sol sobre arpilleras, hasta alcanzar un nivel de humedad adecuado para su conservación. Posteriormente el producto se almacenó en bolsas de polietileno de 5 kg, parcialmente abiertas, dentro de un ambiente seco, ventilado y protegido, con el fin de realizar las evaluaciones poscosecha correspondientes.

5.4.2.3.8.6. Secado de grano

Finalmente, el grano fue secado mediante exposición directa al sol sobre arpilleras, alcanzando así la humedad de almacenamiento. El producto se almacenó en bolsas de polietileno de 5 kg, parcialmente abiertas, en un ambiente seco, ventilado y protegido, para realizar las evaluaciones poscosecha.

5.4.2.4. Evaluaciones

5.4.2.4.1. Rendimiento

5.4.2.4.1.1. Peso de grano por planta

El peso de grano por planta se determinó como un indicador directo del rendimiento individual correspondiente a cada tratamiento. Para esta medición se pesó el grano proveniente de 10 plantas por tratamiento, seleccionadas dentro de la parcela neta de cada unidad experimental. Concluida la cosecha de las plantas individuales, se ejecutó el proceso poscosecha completo; trillado, zarandeo, venteado y secado, conforme al protocolo técnico establecido. El grano obtenido de cada planta se pesó de forma independiente empleando una balanza de precisión calibrada (precisión 0.01 g). Los registros se consignaron en gramos (g); cada muestra fue identificada mediante su respectiva clave de tratamiento y repetición.

5.4.2.4.1.2. Rendimiento transformado a toneladas/ha

El rendimiento correspondiente a cada tratamiento fue expresado en toneladas por hectárea (t/ha), unidad convencional utilizada para comparar el potencial productivo del cultivo en escala agronómica. La estimación se efectuó utilizando el peso total de grano limpio y seco procedente de la parcela neta de cada unidad experimental. El pesaje se realizó con una balanza de precisión calibrada; los valores obtenidos se registraron en kilogramos (kg). Posteriormente se aplicó una fórmula de conversión que considera el área de la parcela neta (9.6 m²), lo que permitió proyectar el rendimiento a una hectárea equivalente a 10 000 m².

La expresión matemática utilizada fue la siguiente:

$$\text{Rendimiento (t/ha)} = \left(\frac{\text{Peso total de granos (kg)}}{\text{Área de parcela neta (m}^2\text{)}} \right) \times \frac{10000}{1000}$$

Como ejemplo ilustrativo, para el tratamiento L-210-14 correspondiente al bloque I, se registró un peso total de 7.44 kg de grano limpio y seco en una parcela neta de 9.6 m²; al sustituir estos valores en la ecuación se obtiene el cálculo siguiente:

— Se tiene la siguiente formula: $Rendimiento = \left(\frac{7.44 \text{ Kg}}{9.6m^2} \right) \times \left(\frac{10,000.00 m^2}{1,000.00 \text{ Kg}} \right)$

— Reemplazando en la fórmula $Rendimiento = \left(\frac{7.44 \text{ Kg}}{9.6m^2} \right) \times \left(\frac{10,000.00 m^2}{1,000.00 \text{ Kg}} \right)$

— Se tiene como resultado el $Rendimiento = 7.75 \text{ t/ha}$

Este procedimiento permitió obtener una estimación precisa y comparable del rendimiento total correspondiente a cada tratamiento; los valores resultantes constituyeron la base para el posterior análisis estadístico de los datos experimentales.

5.4.2.4.1.3. Peso de mil granos

El peso de mil granos se determinó como un parámetro físico asociado al tamaño y a la densidad del grano; su utilización es frecuente en evaluaciones agronómicas orientadas a estimar la calidad del material cosechado y su aptitud productiva en términos comerciales. Para esta determinación se emplearon granos previamente limpiados y secados, procedentes de la parcela neta correspondiente a cada unidad experimental. A partir de este material se seleccionaron al azar 1 000 granos; el conteo se efectuó manualmente, garantizando exactitud en la conformación de la muestra. Una vez completado el conteo de los 1000 granos, el conjunto fue pesado mediante una balanza analítica calibrada; los valores obtenidos se registraron en gramos (g). Este procedimiento permitió estimar y comparar la masa promedio de mil unidades entre los distintos tratamientos evaluados.

5.4.2.4.2. Características agronómicas

5.4.2.4.2.1. Altura de planta

La altura de planta se determinó como una variable asociada al crecimiento vertical y al desarrollo estructural del cultivo de quinua. La evaluación se efectuó en diez plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela neta correspondiente a cada unidad experimental. La medición se realizó empleando una cinta métrica (wincha); se registró la distancia comprendida entre el cuello de la planta y el ápice de la panoja. La toma de datos se efectuó cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica; los valores se expresaron en centímetros (cm). Posteriormente se calculó el promedio por unidad experimental, valor que sirvió como referencia para el análisis comparativo entre tratamientos.

5.4.2.4.2.2. Diámetro de tallo

El diámetro del tallo principal se evaluó en el estado de madurez fisiológica del cultivo. La medición se realizó en diez plantas por unidad experimental, ubicadas dentro de los tres surcos centrales de la parcela neta. Se utilizó un calibrador Vernier de precisión; la lectura se efectuó a 5 cm por encima del cuello de la planta. Los registros obtenidos se expresaron en milímetros (mm); posteriormente se calcularon los promedios correspondientes a cada tratamiento.

5.4.2.4.2.3. Longitud de pecíolo

La longitud del pecíolo se midió utilizando una hoja ubicada en el tercio inferior de cada una de las diez plantas previamente seleccionadas dentro de la parcela neta de cada unidad experimental. La medición se realizó desde el punto de inserción del pecíolo en el tallo hasta la base de la lámina foliar; para ello se utilizó una cinta métrica. Los valores registrados se expresaron en centímetros (cm); posteriormente se calcularon los promedios por unidad experimental. La evaluación se efectuó al inicio de la fase de madurez fisiológica.

5.4.2.4.2.4. Longitud de hoja

La longitud de la hoja se determinó utilizando el mismo material foliar empleado para la medición del pecíolo, correspondiente a una hoja ubicada en el tercio inferior de cada planta. La medición se efectuó desde la base de la lámina foliar, punto de unión con el pecíolo, hasta el ápice de la hoja; se utilizó una cinta métrica para registrar la longitud. Cada lectura se expresó en centímetros (cm); posteriormente se calculó el promedio correspondiente a cada unidad experimental.

5.4.2.4.2.5. Ancho de hoja

El ancho de la hoja se determinó empleando el mismo material foliar previamente seleccionado para las mediciones anteriores. La lectura se efectuó en la zona de mayor amplitud de la lámina foliar utilizando una cinta métrica; los valores obtenidos se expresaron en centímetros (cm). Posteriormente, los datos fueron promediados por unidad experimental.

5.4.2.4.2.6. Longitud de panoja

La longitud de la panoja se evaluó midiendo diez plantas ubicadas dentro de la parcela neta correspondiente a cada unidad experimental. Para la medición se utilizó una cinta métrica; se registró la distancia comprendida entre la base de inserción de la panoja en el tallo principal y su extremo apical. Los valores obtenidos se expresaron en centímetros (cm); posteriormente se calcularon los promedios por unidad experimental. Esta evaluación se efectuó en la fase de madurez fisiológica.

5.4.2.4.2.7. Diámetro de panoja

El diámetro de la panoja se determinó utilizando las mismas diez plantas consideradas en la evaluación de longitud de panoja dentro de la parcela neta. La medición se realizó con una cinta métrica (wincha); el diámetro se registró en el tercio medio de la panoja, asegurando uniformidad

en el punto de referencia. Los datos se expresaron en centímetros (cm) y posteriormente se calcularon los promedios correspondientes a cada unidad experimental. La medición se efectuó en el estado de madurez fisiológica.

5.4.2.4.2.8. Diámetro de grano

Para esta determinación se seleccionaron diez granos al azar provenientes del material limpio y seco correspondiente a la parcela neta de cada unidad experimental. La medición se realizó empleando un vernier digital; se registró el diámetro medio de cada muestra. Los resultados se expresaron en milímetros (mm) y posteriormente se calcularon los promedios por unidad experimental.

5.4.2.4.3. Características botánicas

La caracterización botánica tuvo como propósito describir cualitativamente los rasgos morfológicos de las plantas evaluadas; se consideraron órganos vegetativos y reproductivos que permiten diferenciar cada material genético según su configuración estructural y expresión fenotípica, correspondiente a las catorce líneas de quinua y la variedad “CICA-18” incluidas en el estudio. Este tipo de evaluación responde a un enfoque descriptivo utilizado de forma recurrente en procesos de validación de líneas promisorias; permite registrar variaciones visuales relevantes entre materiales sin requerir instrumentación especializada.

Las observaciones se realizaron directamente en campo durante las fases vegetativas y reproductivas correspondientes; se trabajó con una muestra de diez plantas seleccionadas aleatoriamente por unidad experimental dentro de cada parcela neta. La caracterización se condujo bajo un enfoque cualitativo; los registros se efectuaron mediante criterios visuales establecidos en los descriptores del cultivo.

Como referencia técnica se empleó el documento elaborado por Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA (2013); dicho manual establece categorías de evaluación, definiciones operativas y momentos apropiados de observación para cada carácter botánico del cultivo *Chenopodium quinoa* Willd. Las observaciones fueron registradas en fichas de campo estandarizadas; el registro se complementó con documentación fotográfica para respaldar la interpretación morfológica. Las características botánicas evaluadas en el estudio fueron las siguientes: “*Tipo de crecimiento, Hábito de crecimiento, Forma del tallo principal, Color del tallo principal, Presencia de axilas pigmentadas, Presencia de estrías, Color de las estrías Presencia de ramificación, Posición de las ramas primarias, Forma de la hoja, Margen de la hoja, Color del pecíolo, Color de la lámina foliar, Color de gránulos en las hojas, Color de la panoja en la floración, Color de la panoja en la madurez fisiológica, Forma de la panoja, Densidad de la panoja, Aspecto del perigonio, Color del grano y Forma del grano*”.

El conjunto de estas variables permitió estructurar una base morfológica útil para la diferenciación entre líneas evaluadas; su integración con los datos agronómicos fortalece el proceso de selección y validación de nuevos materiales genéticos dentro del programa de investigación.

5.4.2.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico se orientó a identificar diferencias entre catorce líneas de quinua y la variedad “CICA-18”, considerando variables agronómicas y botánicas. "Bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar" (DBCA), se aplicó ANVA para cada variable cuantitativa, con niveles de significancia de 95 % ($\alpha = 0.05$) y 99 % ($\alpha = 0.01$).

Cuando se detectó significancia, se empleó la prueba de “Tukey” para establecer grupos homogéneos y facilitar la comparación entre tratamientos. El procesamiento se realizó en “SPSS”

(versión 27.01); los resultados se presentaron en tablas y figuras, incluyendo medias, niveles de significancia y agrupaciones, lo que permitió un análisis comparativo consistente.

Tabla 9.

Estructura de análisis de varianza (ANVA) para un DBCA.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC
Bloques	$r - 1$	$SC_{.b}$	$CM_{.b} = SC_{.b} / GL_{.b}$	$CM_{.b} / CM_{.e}$
Tratamientos	$t - 1$	$SC_{.t}$	$CM_{.t} = SC_{.t} / GL_{.t}$	$CM_{.t} / CM_{.e}$
Error experimental	$(r - 1)(t - 1)$	$SC_{.e}$	$CM_{.error} = SC_{.e} / GL_{.e}$	—
Total	$rt - 1$	$SC_{.t}$	CV(%)	

Donde:

- r: número de bloques o repeticiones
- t: número de tratamientos
- SC: suma de cuadrados
- CM: cuadrado medio
- FC: valor de F calculado
- CV (%): coeficiente de variación = $\sqrt{(CM_{.error}) / \bar{X}} \times 100$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento

6.1.1. Peso de grano por planta

Tabla 10.

Peso promedio de grano por planta (g).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 – 14	176	180	121	170	647	161.81
L - 211 – 14	120	84	93	96	393	98.25
L - 212 – 14	114	88	137	126	465	116.31
L - 213 – 14	80	129	144	88	441	110.25
L - 214 – 14	77	127	79	137	420	105.00
L - 215 – 14	119	82	69	121	391	97.64
L - 216 – 14	81	114	125	66	386	96.50
L - 217 – 14	132	100	96	122	450	112.45
L - 218 – 14	90	73	111	114	388	97.00
L - 219 – 14	83	66	78	63	290	72.50
L - 220 – 14	97	111	95	93	396	99.00
L - 221 – 14	92	87	119	103	401	100.25
L - 222 – 14	164	180	189	120	653	163.17
L - 223 – 14	81	146	91	127	445	111.25
CICA – 18	154	77	107	107	445	111.25
Total	1660	1644	1653	1653	6610	110.17

En relación con el promedio del experimento [110.17 g] y el valor registrado por el testigo “CICA-18” [111.25 g], los genotipos L-222-14 [163.17 g] y L-210-14 [161.81 g] concentran los mayores pesos de grano por planta (Tabla 10), evidenciando una clara superioridad productiva. Estos valores superan los reportes de Huillca (2019), Dávalos (2022) y Huamanguillas (2023); se ubican próximos a los máximos documentados por Villaca (2024), lo que ratifica el alto potencial productivo de las líneas evaluadas.

Tabla 11.*Análisis de varianza para peso de grano por planta*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	8.2	2.74	0.004	0.12	0.04	NS	NS
Tratamientos	14	31395.7	2242.55	3.59	1.94	2.54	*	*
Error	42	26217.3	624.22					
Total	59	57621.2		CV=	22.68%			

El ANVA del peso de grano por planta, presentado en la Tabla 11, indica que el factor bloques no mostró diferencias estadísticas, lo que confirma condiciones experimentales homogéneas. En contraste, el factor tratamientos registró efecto altamente significativo a 95 % y 99 % de confianza [FC=3.59 > FT=1.94 y 2.54], evidenciando variabilidad real entre genotipos. El coeficiente de variación [22.68 %] se ubica dentro del rango aceptable para ensayos de campo.

Tabla 12.*Prueba de Tukey para peso de grano por planta (g).*

Número de orden	Tratamiento	Media	ALS (t)		Tukey				
			0.05	0.01	95%		99%		
1	L - 222 - 14	163.17	63.59	74.20	a				a
2	L - 210 - 14	161.81	63.59	74.20	a	b			a
3	L - 212 - 14	116.31	63.59	74.20	a	b	c	a	b
4	L - 217 - 14	112.45	63.59	74.20	a	b	c	a	b
5	L - 223 - 14	111.25	63.59	74.20	a	b	c	a	b
6	CICA - 18	111.25	63.59	74.20	a	b	c	a	b
7	L - 213 - 14	110.25	63.59	74.20	a	b	c	a	b
8	L - 214 - 14	105.00	63.59	74.20	a	b	c	a	b
9	L - 221 - 14	100.25	63.59	74.20		b	c	a	b
10	L - 220 - 14	99.00	63.59	74.20		b	c	a	b
11	L - 211 - 14	98.25	63.59	74.20			c	a	b
12	L - 215 - 14	97.64	63.59	74.20			c	a	b
13	L - 218 - 14	97.00	63.59	74.20			c	a	b
14	L - 216 - 14	96.50	63.59	74.20			c	a	b
15	L - 219 - 14	72.50	63.59	74.20			c		b
AES 0.05:		5.09	AES 0.01: 5.94		Error estándar:			12.49220	

En la Tabla 12, la prueba de “Tukey” para peso de grano por planta indica que el grupo (a) reúne a [L-222-14, L-210-14, L-212-14, L-217-14, L-223-14, “CICA-18”, L-213-14 y L-214-14] con promedios de [163.17, 161.81, 116.31, 112.45, 111.25, 111.25, 110.25 y 105.00 g, respectivamente]; estos tratamientos no presentan diferencias al 95 % de confianza, se ubican en el nivel superior y superan a los grupos (b) y (c).

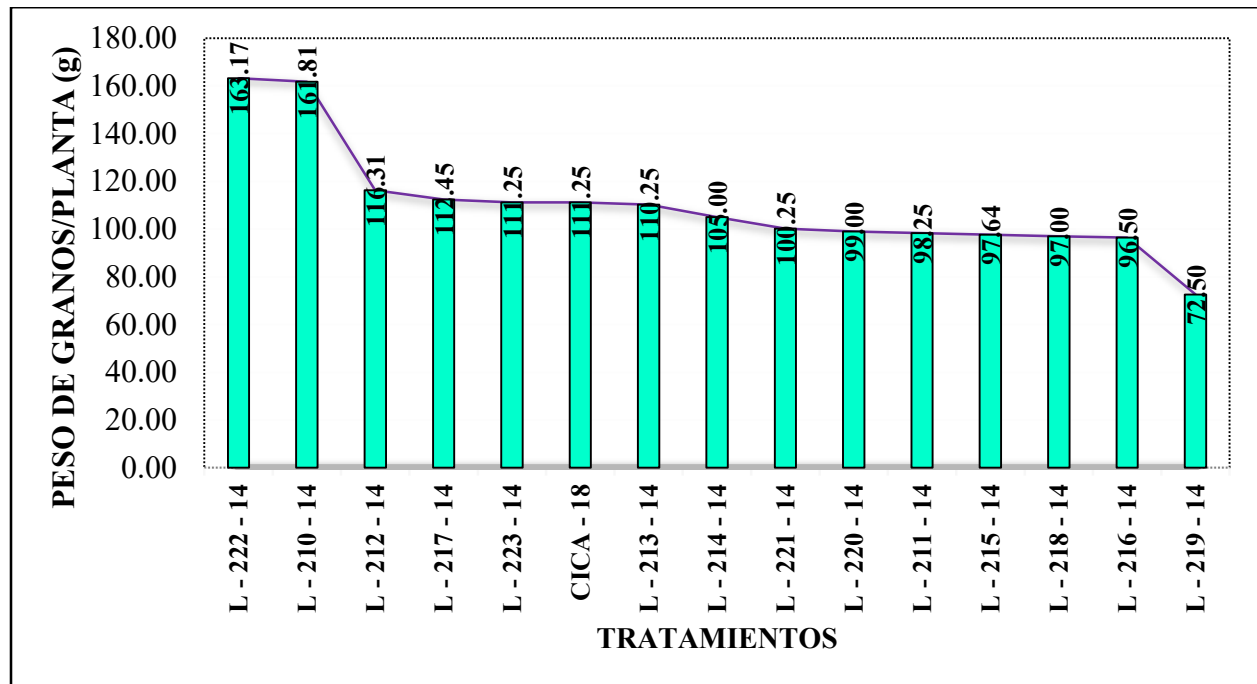
El grupo (b) incluye [L-210-14, L-212-14, L-217-14, L-223-14, “CICA-18”, L-213-14, L-214-14, L-221-14 y L-220-14] con valores entre [161.81 y 99.00 g, respectivamente]; mantienen igualdad estadística, ocupan el segundo nivel y se sitúan por debajo del grupo (a), aunque superan al grupo (c).

El grupo (c) agrupa [L-212-14, L-217-14, L-223-14, “CICA-18”, L-213-14, L-214-14, L-221-14, L-220-14, L-211-14, L-215-14, L-218-14, L-216-14 y L-219-14] con promedios entre [116.31 y 72.50 g, respectivamente]; estos tratamientos no difieren entre sí, se ubican en el nivel inferior y resultan menores frente a los grupos (a) y (b).

A 99 % de confianza se distinguen dos grupos estadísticamente diferentes. El grupo (a) comprende [L-222-14, L-210-14, L-212-14, L-217-14, L-223-14, “CICA-18”, L-213-14, L-214-14, L-221-14, L-220-14, L-211-14, L-215-14, L-218-14 y L-216-14] con valores entre [163.17 y 96.50 g, respectivamente]; estos tratamientos mantienen igualdad estadística, ocupan el nivel superior y superan al grupo (b). El grupo (b) reúne [L-212-14, L-217-14, L-223-14, “CICA-18”, L-213-14, L-214-14, L-221-14, L-220-14, L-211-14, L-215-14, L-218-14, L-216-14 y L-219-14] con promedios entre [116.31 y 72.50 g, respectivamente]; estos tratamientos son estadísticamente iguales, se ubican en el segundo nivel y quedan por debajo del grupo (a).

Figura 4.

Peso de grano por planta (g).



La representación gráfica de la Figura 4, correspondiente a la prueba de “Tukey” para peso de grano por planta, evidencia una clara diferenciación entre genotipos. En el extremo superior se ubica [L-222-14 = 163.17 g], seguido por [L-210-14 = 161.81 g] y [L-212-14 = 116.31 g]; hacia los niveles inferiores se observa una disminución gradual del rendimiento, destacando [L-219-14 = 72.50 g] como el valor más bajo. Esta distribución confirma visualmente la agrupación estadística y permite distinguir los materiales con mayor y menor capacidad productiva.

El comportamiento de la variable peso de grano por planta refleja diferencias altamente significativas entre tratamientos; los mayores valores corresponden a L-222-14 [163.17 g] y L-210-14 [161.81 g], consolidándose como los genotipos de mayor rendimiento individual. Estas magnitudes superan los registros de Huilca (2019), quien en el “Centro Agronómico K’ayra” reportó un promedio de 41.75 g por planta y un máximo de 117.60 g en L-493-14.

Los datos reportados por Dávalos (2022) muestran un promedio de 45.07 g y un valor máximo de 59.80 g en L-273-14; dichos resultados se sitúan por debajo del promedio del presente estudio [110.17 g], lo que sugiere un incremento productivo asociado a procesos de selección genética o a mejoras en el manejo agronómico durante la campaña 2023-2024.

Villaca (2024) documenta un máximo de 191.70 g en L-282-14 y un promedio general de 126.91 g; estos valores superan parcialmente los registros de las líneas evaluadas. Las diferencias observadas pueden atribuirse a la variabilidad genética del material utilizado o al estado fenológico en el momento de la evaluación.

Huamanguillas (2023) reporta un promedio de 108.55 g por planta, con valores máximos menores a 140 g; en este contexto, L-222-14 y L-210-14 muestran un desempeño superior, posicionándose como genotipos promisorios frente a referencias recientes.

En conjunto, los resultados confirman el potencial genético de las líneas evaluadas, particularmente L-222-14 y L-210-14, cuyos valores superan al testigo “CICA-18” [111.25 g] y a reportes previos. Este comportamiento sugiere mayor eficiencia en la redistribución de fotoasimilados, adecuado balance fuente-demanda y una arquitectura vegetal favorable para el llenado de grano bajo condiciones del valle de “K’ayra”.

6.1.2. Rendimiento transformado a toneladas/ha

Tabla 13.

Rendimiento de grano transformado a t/ha.

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 - 14	7.75	7.08	8.13	6.83	29.79	7.45
L - 211 - 14	5.88	5.19	4.98	4.91	20.96	5.24
L - 212 - 14	6.31	5.45	5.63	6.81	24.21	6.05
L - 213 - 14	6.24	6.13	6.84	6.13	25.33	6.33
L - 214 - 14	5.92	5.53	4.76	6.07	22.28	5.57
L - 215 - 14	4.10	5.58	4.98	5.09	19.75	4.94
L - 216 - 14	4.32	6.89	6.61	4.75	22.56	5.64
L - 217 - 14	6.15	6.58	5.94	6.83	25.50	6.37
L - 218 - 14	6.38	6.41	6.85	5.09	24.72	6.18
L - 219 - 14	7.38	6.14	6.41	6.25	26.17	6.54
L - 220 - 14	6.00	7.59	6.72	6.01	26.31	6.58
L - 221 - 14	4.54	4.30	4.35	5.93	19.12	4.78
L - 222 - 14	7.58	7.30	7.66	7.54	30.09	7.52
L - 223 - 14	6.50	6.02	6.61	6.38	25.50	6.37
CICA - 18	6.36	5.72	5.62	7.22	24.92	6.23
Total	91.39	91.89	92.08	91.83	367.20	6.12

En relación con el promedio general [6.12 t/ha] y el rendimiento del testigo “CICA-18” [6.23 t/ha], los genotipos L-222-14 [7.52 t/ha] y L-210-14 [7.45 t/ha] registran los mayores valores, evidenciando superioridad productiva. Estos rendimientos superan los reportes de Huilca (2019), Huamanguillas (2023) y Dávalos (2022); se aproximan a los máximos descritos por Villaca (2024), lo que confirma el potencial agronómico de las líneas evaluadas bajo condiciones del valle de “K’ayra”.

Tabla 14.*Análisis de varianza para rendimiento de grano (t/ha).*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.0166	0.0055	0.0123	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	35.2470	2.5176	5.5763	1.94	2.54	*	*
Error	42	18.9625	0.4515					
Total	59	54.2261			CV= 10.99%			

El análisis de varianza del rendimiento de grano en t/ha, mostrado en la Tabla 14, indica que el factor tratamientos presenta efecto altamente significativo [$FC = 5.5763 > FT = 1.94$ y 2.54], confirmando variabilidad real entre genotipos a niveles de confianza del 95 % y 99 %. El coeficiente de variación [10.99 %] evidencia adecuada precisión experimental y respalda la consistencia estadística de los resultados obtenidos.

Tabla 15.*Prueba de Tukey para rendimiento de grano (t/ha).*

Número de orden	Tratamiento	Media	ALS (t)		Tukey			
			0.05	0.01	95%		99%	
1	L - 222 - 14	7.52	1.71	1.99	a			a
2	L - 210 - 14	7.45	1.71	1.99	a			a
3	L - 220 - 14	6.58	1.71	1.99	a	b		a b
4	L - 219 - 14	6.55	1.71	1.99	a	b		a b
5	L - 223 - 14	6.38	1.71	1.99	a	b	c	a b
6	L - 217 - 14	6.38	1.71	1.99	a	b	c	a b
7	L - 213 - 14	6.34	1.71	1.99	a	b	c	a b
8	CICA - 18	6.23	1.71	1.99	a	b	c	a b
9	L - 218 - 14	6.18	1.71	1.99	a	b	c	a b
10	L - 212 - 14	6.05	1.71	1.99	a	b	c	a b
11	L - 216 - 14	5.64	1.71	1.99		b	c	a b
12	L - 214 - 14	5.57	1.71	1.99		b	c	a b
13	L - 211 - 14	5.24	1.71	1.99		b	c	b
14	L - 215 - 14	4.94	1.71	1.99		b	c	b
15	L - 221 - 14	4.78	1.71	1.99			c	b
AES 0.05:		5.09	AES 0.01:		5.94	Error estándar:		0.32924

La prueba de “Tukey” para rendimiento de grano en t/ha, presentada en la Tabla 15, permite diferenciar tres grupos al 95 % de confianza. El grupo (a) concentra [L-222-14, L-210-14, L-220-14, L-219-14, L-223-14, L-217-14, L-213-14, “CICA-18”, L-218-14 y L-212-14], con valores entre [7.52 y 6.05 t/ha]; estos tratamientos mantienen igualdad estadística y se sitúan en el nivel superior, superando a los grupos (b) y (c).

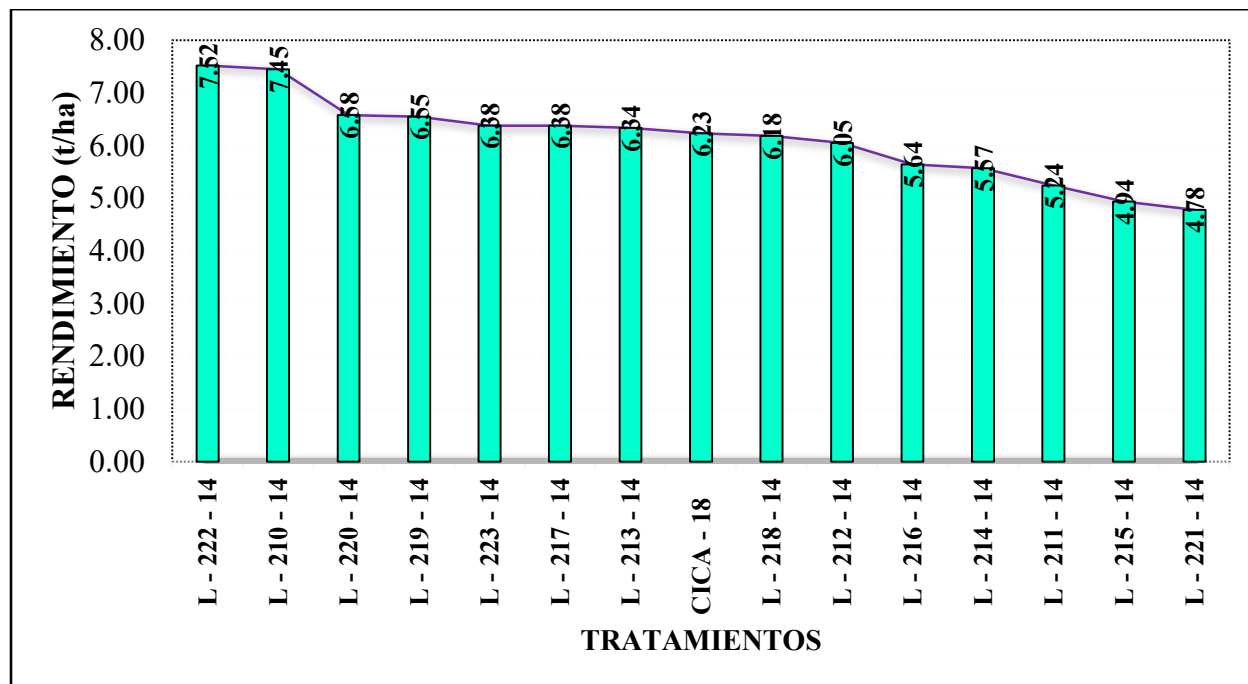
El grupo (b) agrupa [L-220-14, L-219-14, L-223-14, L-217-14, L-213-14, “CICA-18”, L-218-14, L-212-14, L-216-14, L-214-14, L-211-14 y L-215-14], con rendimientos comprendidos entre [6.58 y 4.94 t/ha]; presentan equivalencia estadística, se ubican por debajo del grupo (a) y superan al grupo (c).

El grupo (c) incluye [L-223-14, L-217-14, L-213-14, “CICA-18”, L-218-14, L-212-14, L-216-14, L-214-14, L-211-14, L-215-14 y L-221-14], con valores entre [6.38 y 4.78 t/ha]; estos tratamientos no difieren entre sí y ocupan el nivel inferior respecto a (a) y (b).

A 99 % de confianza se distinguen dos agrupaciones. El grupo (a) comprende [L-222-14, L-210-14, L-220-14, L-219-14, L-223-14, L-217-14, L-213-14, “CICA-18”, L-218-14, L-212-14, L-216-14 y L-214-14], con valores entre [7.52 y 5.57 t/ha], ubicándose en el nivel superior y superando al grupo (b). El grupo (b) reúne [L-220-14, L-219-14, L-223-14, L-217-14, L-213-14, “CICA-18”, L-218-14, L-212-14, L-216-14, L-214-14, L-211-14, L-215-14 y L-221-14], con rendimientos entre [6.58 y 4.78 t/ha]; estos materiales mantienen igualdad estadística y se sitúan por debajo del grupo (a).

Figura 5.

Rendimiento de grano (t/ha).



La distribución del rendimiento de grano en t/ha, mostrada en la Figura 5 a partir de la prueba de “Tukey”, permite identificar diferencias claras entre genotipos. En el nivel superior se ubican [L-222-14 = 7.52 t/ha] y [L-210-14 = 7.45 t/ha]; en posiciones intermedias destacan [L-220-14] y [L-219-14], mientras que en el extremo inferior se localiza [L-221-14 = 4.78 t/ha], correspondiente al menor rendimiento. Esta disposición gráfica coincide con la agrupación estadística y facilita la comparación entre tratamientos.

El rendimiento de grano transformado a t/ha presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los valores de L-222-14 [7.52 t/ha] y L-210-14 [7.45 t/ha] los sitúan en el grupo (a), evidenciando superioridad respecto a los demás materiales (Tabla 15) y superando al testigo “CICA-18” [6.23 t/ha]. Este comportamiento refleja una respuesta productiva favorable bajo las condiciones edafoclimáticas del “Centro Agronómico K’ayra – Cusco”.

En el nivel intermedio se agrupan [L-220-14 = 6.58 t/ha], [L-219-14 = 6.55 t/ha], [L-223-14 = 6.38 t/ha] y [L-217-14 = 6.38 t/ha]; en contraste, el valor mínimo corresponde a L-221-14 [4.78 t/ha], ubicado en el grupo inferior definido por la prueba.

La comparación con estudios previos muestra diferencias marcadas. Huamanguillas (2023) reporta un promedio de 2.33 t/ha; Huillca (2019) registra 2.55 t/ha con un máximo de 3.10 t/ha, y el testigo CICA-17 alcanza 2.22 t/ha, valores inferiores a los observados en este ensayo.

Dávalos (2022) informa un promedio de 4.88 t/ha y un máximo de 8.54 t/ha en L-225-14; en este contexto, L-222-14 y L-210-14 se ubican próximos al rango superior, superando la media general y posicionándose dentro de materiales de alta productividad.

Villaca (2024) registra un promedio de 5.57 t/ha y un máximo de 8.25 t/ha; aunque algunos genotipos presentan valores mayores, varias líneas del presente estudio superan 6.0 t/ha, evidenciando desempeño competitivo en el valle de “K’ayra”.

En conjunto, los resultados de L-222-14 y L-210-14 confirman su potencial en procesos de selección avanzada. La superioridad estadística sugiere interacción favorable genotipo-ambiente y justifica evaluaciones multianuales para validar estabilidad productiva y consistencia agronómica en futuras campañas.

6.1.3. *Peso de mil granos*

Tabla 16.

Peso de mil granos (g).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 – 14	3.36	2.88	3.20	3.25	12.69	3.17
L - 211 – 14	3.12	3.34	3.31	3.25	13.01	3.25
L - 212 – 14	2.97	3.11	3.02	3.42	12.52	3.13
L - 213 – 14	3.20	3.58	3.53	3.48	13.78	3.45
L - 214 – 14	2.77	3.22	3.27	3.33	12.58	3.15
L - 215 – 14	2.77	3.08	3.04	2.71	11.60	2.90
L - 216 – 14	2.51	3.33	2.92	3.10	11.85	2.96
L - 217 – 14	3.41	3.39	3.29	3.30	13.40	3.35
L - 218 – 14	3.02	3.36	3.29	3.13	12.80	3.20
L - 219 – 14	3.16	2.89	2.86	3.10	12.01	3.00
L - 220 – 14	3.45	3.34	3.03	3.41	13.24	3.31
L - 221 – 14	2.43	3.16	3.54	3.41	12.54	3.14
L - 222 – 14	3.22	3.04	3.35	3.51	13.13	3.28
L - 223 – 14	2.99	2.94	3.28	3.16	12.37	3.09
CICA – 18	3.82	3.23	3.65	3.85	14.55	3.64
Total	46.19	47.90	48.58	49.41	192.09	3.20

El rango del peso de mil granos se ubicó entre [2.90 g] en L–215–14 y [3.64 g] en “CICA–18”, este último con la mayor masa promedio por unidad de grano. Las líneas L–213–14, L–217–14 y L–220–14 registraron valores superiores a [3.30 g], consolidándose dentro del grupo de mayor peso. Estos resultados mantienen correspondencia con los reportes de Huillca (2019), Dávalos (2022) y Huamanguillas (2023); se sitúan por debajo de los valores documentados por Villaca (2024), quien reporta promedios superiores a [4.10 g].

Tabla 17.*Análisis de varianza para peso de mil granos.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.373	0.124	2.510	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	2.026	0.145	2.920	1.94	2.54	*	*
Error	42	2.085	0.050					
Total	59	4.4842		CV=	6.96%			

El análisis de varianza del peso de mil granos, mostrado en la Tabla 17, indica que el factor bloques no presentó diferencias estadísticas, lo que evidencia condiciones experimentales homogéneas. En contraste, el factor tratamientos registró efecto altamente significativo [FC=2.920 > FT=1.94 y 2.54], confirmando variación entre genotipos a niveles de confianza del 95 % y 99 %. El CV [6.96 %] refleja alta precisión experimental y respalda la consistencia de los datos .

Tabla 18.*Prueba de Tukey para peso de mil granos (g).*

Número de orden	Tratamiento	Media (g)	ALS (t)		Tukey			
			0.05	0.01	95%		99%	
1	CICA – 18	3.64	0.57	0.66	a		a	
2	L - 213 – 14	3.45	0.57	0.66	a	b	a	b
3	L - 217 – 14	3.35	0.57	0.66	a	b	a	b
4	L - 220 – 14	3.31	0.57	0.66	a	b	a	b
5	L - 222 – 14	3.28	0.57	0.66	a	b	a	b
6	L - 211 – 14	3.25	0.57	0.66	a	b	a	b
7	L - 218 – 14	3.20	0.57	0.66	a	b	a	b
8	L - 210 – 14	3.17	0.57	0.66	a	b	a	b
9	L - 214 – 14	3.15	0.57	0.66	a	b	a	b
10	L - 221 – 14	3.14	0.57	0.66	a	b	a	b
11	L - 212 – 14	3.13	0.57	0.66	a	b	a	b
12	L - 223 – 14	3.09	0.57	0.66	a	b	a	b
13	L - 219 – 14	3.00	0.57	0.66		b	a	b
14	L - 216 – 14	2.96	0.57	0.66		b		b
15	L - 215 – 14	2.90	0.57	0.66		b		b
AES 0.05:	5.09	AES 0.01:	5.94		Error estándar:	0.11136		

La prueba de “Tukey” para el peso de mil granos (g), consignada en la Tabla 18, permite identificar dos agrupaciones al 95 % de confianza. El grupo (a) agrupa [“CICA-18”, L-213-14, L-217-14, L-220-14, L-222-14, L-211-14, L-218-14, L-210-14, L-214-14, L-221-14, L-212-14 y L-223-14], con valores entre [3.64 y 3.09 g]; estos tratamientos no presentan diferencias entre sí, se ubican en el nivel superior y superan al grupo (b).

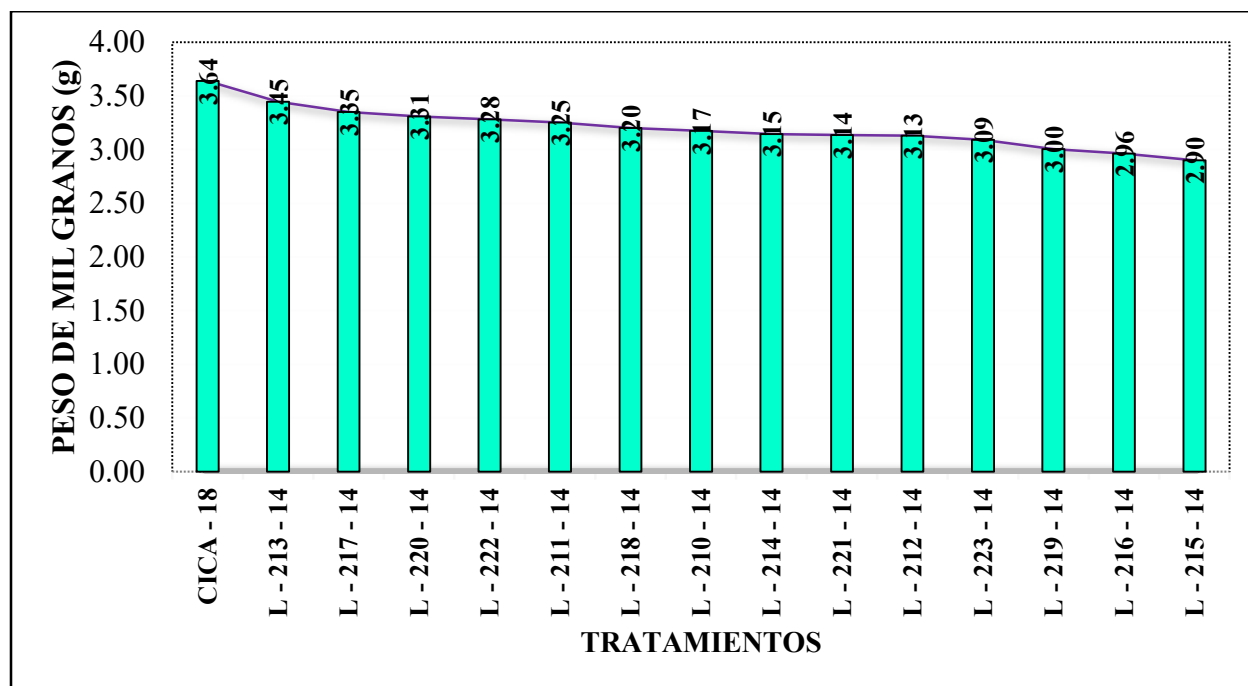
El grupo (b) comprende [L-213-14, L-217-14, L-220-14, L-222-14, L-211-14, L-218-14, L-210-14, L-214-14, L-221-14, L-212-14, L-223-14, L-219-14, L-216-14 y L-215-14], con promedios entre [3.45 y 2.90 g]; estos tratamientos mantienen equivalencia estadística, ocupan el nivel inferior y se sitúan por debajo del grupo (a).

Al 99 % de confianza se mantienen dos agrupaciones. El grupo (a) integra [“CICA-18”, L-213-14, L-217-14, L-220-14, L-222-14, L-211-14, L-218-14, L-210-14, L-214-14, L-221-14, L-212-14, L-223-14 y L-219-14], con valores entre [3.64 y 3.00 g]; estos tratamientos no difieren entre sí y superan al grupo (b).

El grupo (b) reúne [L-213-14, L-217-14, L-220-14, L-222-14, L-211-14, L-218-14, L-210-14, L-214-14, L-221-14, L-212-14, L-223-14, L-219-14, L-216-14 y L-215-14], con valores entre [3.45 y 2.90 g]; estos materiales presentan igualdad estadística y se ubican por debajo del grupo (a).

Figura 6.

Peso de mil granos (g).



La representación gráfica del peso de mil granos, mostrada en la Figura 6 a partir de la prueba de “Tukey”, evidencia una distribución diferenciada entre genotipos. El valor más alto corresponde a “CICA-18” [3.64 g]; en niveles próximos se ubican L-213-14, L-217-14 y L-220-14, todos con registros superiores a [3.30 g]. En el extremo inferior del gráfico se localizan L-216-14 [2.96 g] y L-215-14 [2.90 g], asociados a menor masa individual de grano. Esta configuración visual coincide con la agrupación estadística y permite identificar la variabilidad genética entre los materiales evaluados.

El peso de mil granos (PMG) actúa como indicador físico del tamaño y densidad del grano; su expresión se relaciona con la calidad comercial y el proceso de llenado. En este estudio, los valores se sitúan entre [2.90 g] en L-215-14 y [3.64 g] en “CICA-18”; el testigo registra la mayor masa y evidencia superioridad estadística al 99 % (Tabla 18). Dentro del grupo (a) al 95 % también se ubican L-213-14 [3.45 g], L-217-14 [3.35 g] y L-220-14 [3.31 g]; estos genotipos mantienen

cercanía estadística con el testigo, lo que indica comportamiento competitivo en peso individual de grano.

Huillca (2019) reporta en el “Centro Agronómico K’ayra” un promedio de 3.24 g, con máximos de 3.56 g y 3.43 g; los valores obtenidos se insertan dentro de este rango. Dávalos (2022) describe un intervalo más amplio [2.90–4.78 g], con una media de 3.56 g; esta cifra se aproxima a los registros intermedios observados. Huamanguillas (2023) consigna un promedio de 3.42 g, comparable con líneas como L–222–14 [3.28 g] y L–211–14 [3.25 g]. Villaca (2024) registra valores superiores; promedio 4.11 g y máximo 4.43 g, asociados a materiales distintos.

Los resultados obtenidos ratifican el desempeño del testigo “CICA–18”; varias líneas mantienen equivalencia estadística al 95 %, lo que evidencia proximidad en masa de grano. El patrón observado sugiere avance en la selección genética; genotipos con mayor acumulación de fotoasimilados y adecuada estructura de panoja tienden a expresar valores elevados de PMG, rasgo relevante en programas de mejoramiento de quinua blanca bajo condiciones del valle de “K’ayra”.

6.2. Características agronómicas

6.2.1. Altura de planta

Tabla 19.

Altura promedio de 10 plantas en (cm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 - 14	282.80	258.38	258.32	246.68	1046.18	261.55
L - 211 - 14	281.56	250.49	251.12	231.94	1015.11	253.78
L - 212 - 14	260.70	253.73	228.93	268.68	1012.04	253.01
L - 213 - 14	262.73	259.06	235.99	246.86	1004.64	251.16
L - 214 - 14	244.13	275.76	269.15	265.79	1054.83	263.71
L - 215 - 14	239.62	246.24	232.90	250.03	968.79	242.20
L - 216 - 14	247.96	247.85	257.80	238.51	992.12	248.03
L - 217 - 14	259.82	242.77	201.73	230.32	934.64	233.66
L - 218 - 14	247.06	239.47	259.95	278.05	1024.53	256.13
L - 219 - 14	210.98	230.93	225.65	242.82	910.38	227.60
L - 220 - 14	252.19	258.21	261.08	226.52	998.00	249.50
L - 221 - 14	255.61	230.09	264.55	260.65	1010.90	252.73
L - 222 - 14	275.77	276.20	289.75	267.05	1108.77	277.19
L - 223 - 14	259.93	268.63	250.53	244.57	1023.66	255.92
CICA - 18	251.50	207.03	263.20	244.84	966.57	241.64
Total	3832.36	3744.84	3750.65	3743.31	15071.16	251.19

Los mayores valores de altura de planta corresponden a L-222-14 [277.19 cm] y L-214-14 [263.71 cm], ambos con superioridad estadística respecto al resto de genotipos, incluso por encima del testigo “CICA-18” [241.64 cm]. Estas magnitudes superan los reportes de Villaca (2024), Huillca (2019) y Huamanguillas (2023), cuyas medias se sitúan entre [177.00 y 191.30 cm], lo que refleja mayor vigor estructural y adecuada adaptación de los materiales evaluados.

Tabla 20.*Análisis de varianza para altura de planta.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	372.600	124.200	0.480	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	8192.200	585.200	2.270	1.94	2.54	*	NS
Error	42	10850.000	258.300					
Total	59	19414.800			CV= 6.40%			

La Tabla 20 presenta el ANVA correspondiente a la altura de planta. El factor bloques no mostró diferencias estadísticas. Por el contrario, el factor tratamientos sí registró significancia al 95 % de confianza ($F = 2.270 > FT = 1.94$), aunque dicha relación no alcanzó el umbral del 99 %, lo que sugiere una variabilidad genética de magnitud moderada entre las líneas evaluadas. El CV = 6.40 % respalda la consistencia del experimento y la confiabilidad de los datos registrados.

Tabla 21.*Prueba de Tukey para altura de planta (cm).*

Número de orden	Tratamiento	Media	ALS (t)		Tukey	
			0.05	0.01	95%	99%
1	L - 222 - 14	277.19	40.90	47.73	a	a
2	L - 214 - 14	263.71	40.90	47.73	a	b
3	L - 210 - 14	261.55	40.90	47.73	a	b
4	L - 218 - 14	256.13	40.90	47.73	a	b
5	L - 223 - 14	255.92	40.90	47.73	a	b
6	L - 211 - 14	253.78	40.90	47.73	a	b
7	L - 212 - 14	253.01	40.90	47.73	a	b
8	L - 221 - 14	252.73	40.90	47.73	a	b
9	L - 213 - 14	251.16	40.90	47.73	a	b
10	L - 220 - 14	249.50	40.90	47.73	a	b
11	L - 216 - 14	248.03	40.90	47.73	a	b
12	L - 215 - 14	242.20	40.90	47.73	a	b
13	CICA - 18	241.64	40.90	47.73	a	b
14	L - 217 - 14	233.66	40.90	47.73		b
15	L - 219 - 14	227.60	40.90	47.73		b
AES 0.05:	5.09	AES 0.01:	5.94	Error estándar:	8.03586	

La prueba de “Tukey” para altura de planta, consignada en la Tabla 21, evidencia dos agrupaciones al 95 % de confianza; al 99 % no se observa diferenciación, por lo que todos los tratamientos conforman un conjunto homogéneo.

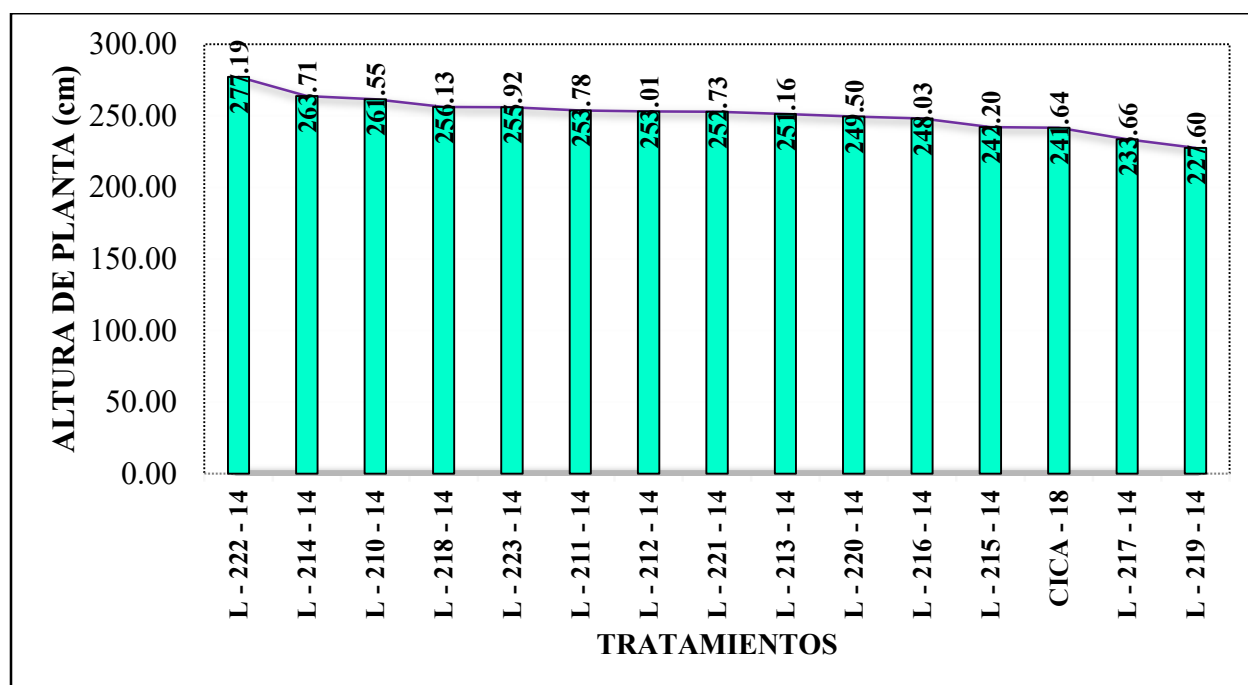
El grupo (a) integra trece tratamientos con valores entre [277.19 y 241.64 cm]; incluye [L-222-14 277.19], [L-214-14 263.71], [L-210-14 261.55], [L-218-14 256.13], [L-223-14 255.92], [L-211-14 253.78], [L-212-14 253.01], [L-221-14 252.73], [L-213-14 251.16], [L-220-14 249.50], [L-216-14 248.03], [L-215-14 242.20] y “CICA-18” [241.64]; estos tratamientos no difieren entre sí, ocupan el nivel superior y superan al grupo (b).

El grupo (b) reúne [L-214-14, L-210-14, L-218-14, L-223-14, L-211-14, L-212-14, L-221-14, L-213-14, L-220-14, L-216-14, L-215-14, “CICA-18”, L-217-14 y L-219-14], con promedios entre [263.71 y 227.60 cm]; estos tratamientos mantienen equivalencia estadística y se ubican en el nivel inferior respecto al grupo (a).

A 99 % de confianza, todos los tratamientos se agrupan en un solo grupo (a), sin contrastes estadísticos entre líneas; la diferenciación observada al 95 % responde a variaciones fenotípicas de magnitud moderada que no alcanzan significancia bajo un criterio más estricto.

Figura 7.

Altura de planta (cm).



La Figura 7 ilustra la distribución de la altura de planta según la prueba de “Tukey”; el valor máximo se registra en L-222-14 [277.19 cm], seguido por L-214-14 [263.71 cm] y L-210-14 [261.55 cm]. En el extremo inferior se ubican L-217-14 [233.66 cm] y L-219-14 [227.60 cm], correspondientes a las menores alturas. Esta disposición coincide con los grupos definidos al 95 % y permite diferenciar niveles de vigor vegetativo entre genotipos bajo condiciones del “Centro Agronómico K’ayra, Cusco”.

El análisis estadístico confirma significancia al 95 % de confianza (Tabla 20); la respuesta indica influencia del componente genético en la expresión de la altura de planta. L-222-14 alcanza el valor máximo [277.19 cm] y se posiciona en el grupo (a) según la prueba de “Tukey” (Tabla 21); este comportamiento sugiere elevada capacidad de crecimiento y mayor desarrollo estructural. Le siguen L-214-14 [263.71 cm] y L-210-14 [261.55 cm]; junto con otras líneas integran el grupo (a), lo que refleja uniformidad relativa en la mayoría de tratamientos evaluados.

Las menores alturas corresponden a L-217-14 [233.66 cm] y L-219-14 [227.60 cm], ambas incluidas en el grupo (b); este patrón indica desarrollo vegetativo más limitado. El testigo “CICA-18” [241.64 cm] se sitúa en posición intermedia y no presenta diferencias estadísticas frente a gran parte de las líneas.

Villaca (2024) reporta un rango de 146.70 a 214.33 cm, con media de 191.30 cm en CICA-127; los valores del presente estudio resultan superiores. Huilca (2019) registra aproximadamente 177.00 cm en “K’ayra”; Huamanguillas (2023) consigna una media de 181.95 cm, con máximos cercanos a 214.33 cm. Las magnitudes obtenidas superan estas referencias; la diferencia puede asociarse a selección genética, respuesta fisiológica al ambiente y manejo agronómico durante la campaña 2023-2024.

La variabilidad observada en altura de planta evidencia contrastes estructurales entre genotipos; este carácter adquiere relevancia en procesos de selección, donde la arquitectura vegetal, la adaptación al entorno y la acumulación de biomasa condicionan la estabilidad productiva en quinua blanca.

6.2.2. Diámetro de tallo

Tabla 22.

Diámetro promedio del tallo (mm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 - 14	22.53	23.91	20.47	18.98	85.89	21.47
L - 211 - 14	20.32	19.22	17.25	17.64	74.43	18.61
L - 212 - 14	20.95	17.21	21.00	21.55	80.70	20.17
L - 213 - 14	22.85	25.51	17.89	18.77	85.02	21.25
L - 214 - 14	20.30	22.98	19.32	21.78	84.38	21.09
L - 215 - 14	16.77	17.26	16.09	22.67	72.79	18.20
L - 216 - 14	20.05	22.11	21.17	15.45	78.77	19.69
L - 217 - 14	23.34	21.97	19.37	20.66	85.34	21.34
L - 218 - 14	21.04	17.66	20.94	22.42	82.07	20.52
L - 219 - 14	19.77	15.04	16.76	16.89	68.46	17.11
L - 220 - 14	21.57	21.67	19.96	17.08	80.29	20.07
L - 221 - 14	19.95	18.78	23.39	19.02	81.14	20.29
L - 222 - 14	21.86	20.72	22.44	21.06	86.09	21.52
L - 223 - 14	21.51	23.90	20.18	20.26	85.85	21.46
CICA - 18	21.86	17.70	16.77	21.34	77.67	19.42
Total	314.66	305.64	293.00	295.57	1208.86	20.15

El diámetro del tallo (Tabla 22); los valores se ubicaron entre [17.11 mm] en L–219–14 y [21.52 mm] en L–222–14, evidenciando comportamiento homogéneo. Estos registros coinciden con los promedios reportados por Villaca (2024) y Huilca (2019), quienes describen uniformidad estructural para esta variable bajo condiciones del “Centro Agronómico K’ayra”.

Tabla 23.

Análisis de varianza para diámetro del tallo.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	19.720	6.574	1.360	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	100.720	7.195	1.490	1.94	2.54	NS	NS
Error	42	202.340	4.818					
Total	59	322.79		CV= 10.89%				

El análisis de varianza del diámetro del tallo, presentado en la Tabla 23, indica ausencia de diferencias estadísticas tanto en bloques como en tratamientos [F calculado = 1.490 < F tabular = 1.94 y 2.54], evidenciando que la variable no presenta variación significativa entre las líneas evaluadas. El coeficiente de variación [10.89 %] se mantiene dentro de rangos aceptables para ensayos de campo y respalda la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 24.

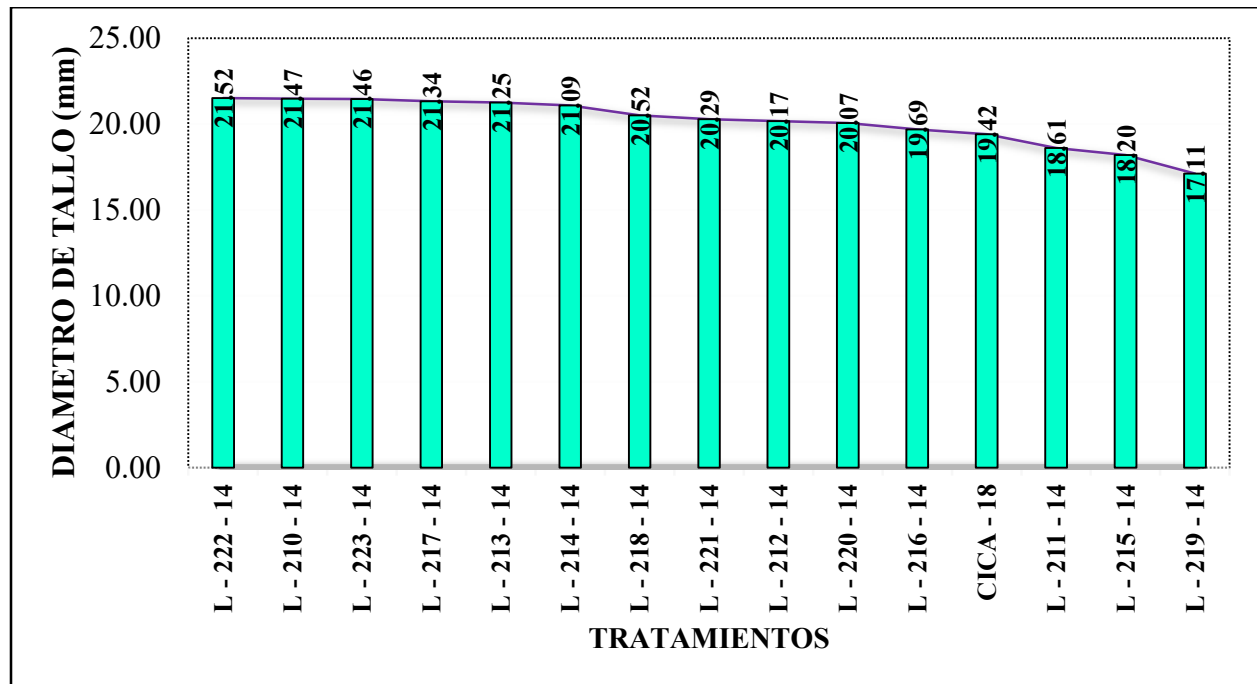
Diámetro del tallo (mm).

Número de orden	Tratamientos	Media
1	L - 222 - 14	21.52
2	L - 210 - 14	21.47
3	L - 223 - 14	21.46
4	L - 217 - 14	21.34
5	L - 213 - 14	21.25
6	L - 214 - 14	21.09
7	L - 218 - 14	20.52
8	L - 221 - 14	20.29
9	L - 212 - 14	20.17
10	L - 220 - 14	20.07
11	L - 216 - 14	19.69
12	CICA - 18	19.42
13	L - 211 - 14	18.61
14	L - 215 - 14	18.2
15	L - 219 - 14	17.11

Los resultados del diámetro del tallo (mm), presentados en la Tabla 24, indican que todas las líneas evaluadas se integran en un solo grupo (a) tanto al 95 % como al 99 % de confianza; se incluyen valores como L-222-14 [21.52 mm], L-210-14 [21.47 mm], “CICA-18” [19.42 mm] y L-219-14 [17.11 mm]. Aunque se registran diferencias numéricas entre tratamientos, estas no alcanzan significancia estadística, en concordancia con el ANVA (Tabla 23). Este patrón evidencia una expresión homogénea del diámetro del tallo entre los genotipos evaluados bajo las condiciones del ensayo.

Figura 8.

Diámetro del tallo (mm).



La Figura 8 describe la variación del diámetro del tallo entre tratamientos; los valores máximos corresponden a L-222-14 [21.52 mm] y L-210-14 [21.47 mm], mientras que el menor registro se ubica en L-219-14 [17.11 mm]. A pesar de estas diferencias numéricas, todos los genotipos se integran en un mismo grupo (a) según la prueba de “Tukey”, lo que evidencia uniformidad en la expresión de esta característica.

El análisis estadístico del diámetro del tallo no detecta diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 23); este comportamiento confirma una respuesta homogénea bajo condiciones del “Centro Agronómico K’ayra – Cusco”. La Tabla 27 respalda este patrón; todas las líneas, desde L-222-14 [21.52 mm] hasta L-219-14 [17.11 mm], mantienen equivalencia estadística.

Villaca (2024) reporta un promedio de 2.26 cm sin diferencias significativas entre tratamientos; Huillca (2019) registra 1.34 cm como media general, también sin significancia al 99 %, aunque con agrupamientos parciales al 95 %. Estos antecedentes coinciden con los resultados obtenidos, lo que sugiere estabilidad fenotípica del diámetro del tallo en condiciones de manejo homogéneas.

Las variaciones numéricas observadas entre líneas, como las registradas entre L-222-14 y L-219-14, pueden asociarse a factores genéticos; sin embargo, no alcanzan significancia estadística. El diámetro del tallo no actúa como criterio discriminante en este caso; no obstante, mantiene relevancia dentro del análisis estructural, particularmente en aspectos como resistencia al vuelco, acumulación de biomasa aérea y soporte de la inflorescencia en fases avanzadas del cultivo.

6.2.3. Longitud de peciolo

Tabla 25.

Longitud promedio del peciolo (cm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 - 14	7.70	5.12	7.57	6.90	27.29	6.82
L - 211 - 14	6.06	6.45	6.60	5.98	25.09	6.27
L - 212 - 14	6.53	5.64	7.24	7.00	26.41	6.60
L - 213 - 14	5.44	6.16	6.10	6.38	24.08	6.02
L - 214 - 14	6.55	7.02	5.80	8.07	27.44	6.86
L - 215 - 14	6.76	5.64	6.49	7.64	26.53	6.63
L - 216 - 14	6.72	7.00	5.72	4.57	24.01	6.00
L - 217 - 14	5.54	6.60	5.99	5.60	23.73	5.93
L - 218 - 14	5.76	7.31	6.95	8.08	28.10	7.03
L - 219 - 14	7.48	7.00	5.63	6.20	26.31	6.58
L - 220 - 14	7.40	7.53	7.79	6.15	28.87	7.22
L - 221 - 14	6.10	5.74	7.98	7.52	27.34	6.84
L - 222 - 14	7.15	7.42	7.07	6.09	27.73	6.93
L - 223 - 14	6.89	7.46	6.85	7.33	28.53	7.13
CICA - 18	7.12	7.20	6.14	6.42	26.88	6.72
Total	99.20	99.29	99.92	99.93	398.34	6.64

La longitud del pecíolo se ubicó entre [5.93 cm] en L-217-14 y [7.22 cm] en L-220-14, sin evidenciar diferencias estadísticas entre tratamientos. Estos registros superan ligeramente los promedios reportados por Quispe (2017) y Aguilar (2018) en “K’ayra”, y se sitúan por encima del valor consignado por Huillca (2019), lo que sugiere una expresión morfológica estable de esta característica foliar bajo las condiciones evaluadas.

Tabla 26.

Análisis de varianza para longitud del pecíolo.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.031	0.010	0.020	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	9.471	0.677	1.030	1.94	2.54	NS	NS
Error	42	27.628	0.658					
Total	59	37.1295			CV= 12.22%			

El análisis de varianza para la longitud del pecíolo, presentado en la Tabla 29, indica ausencia de diferencias significativas entre tratamientos [$FC = 1.030 < FT = 1.94$ y 2.54], evidenciando una respuesta homogénea entre los genotipos evaluados. El coeficiente de variación [12.22 %] se mantiene dentro de rangos aceptables para ensayos de campo, lo que respalda la confiabilidad de los datos, aunque sin evidencia de diferenciación genética bajo las condiciones del experimento.

Tabla 27.*Longitud de pecíolo (cm).*

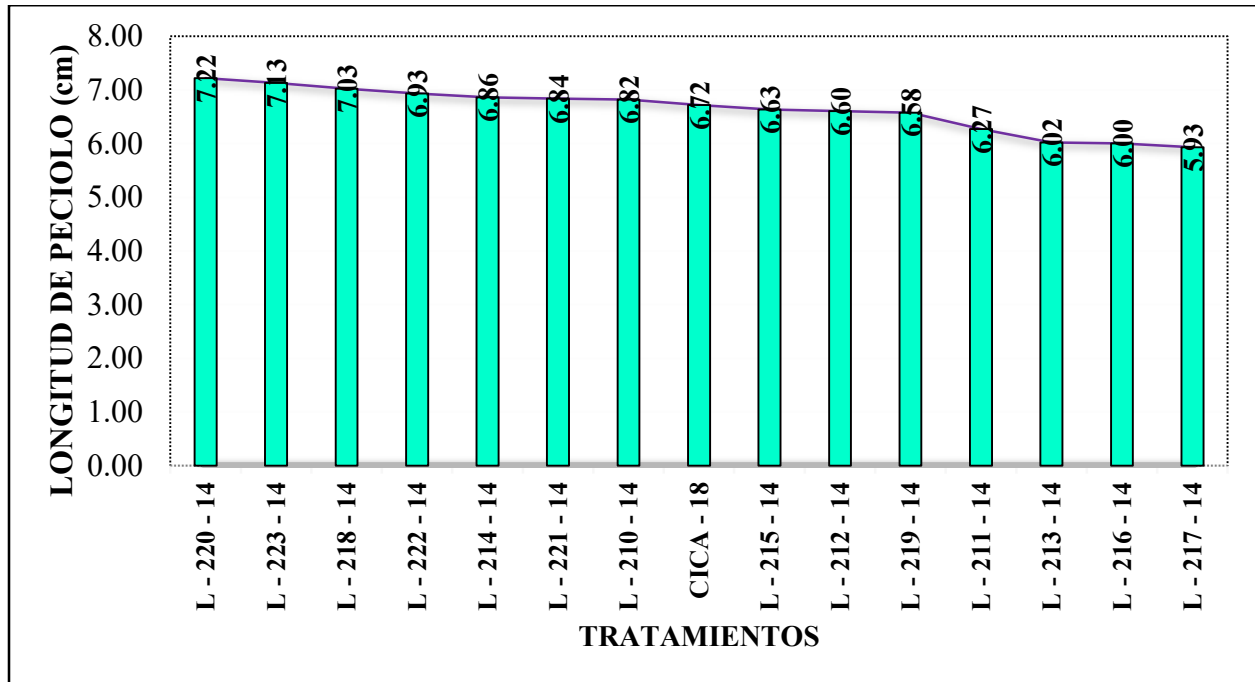
Número de orden	Tratamientos	Media
1	L - 220 - 14	7.22
2	L - 223 - 14	7.13
3	L - 218 - 14	7.03
4	L - 222 - 14	6.93
5	L - 214 - 14	6.86
6	L - 221 - 14	6.84
7	L - 210 - 14	6.82
8	CICA - 18	6.72
9	L - 215 - 14	6.63
10	L - 212 - 14	6.60
11	L - 219 - 14	6.58
12	L - 211 - 14	6.27
13	L - 213 - 14	6.02
14	L - 216 - 14	6.00
15	L - 217 - 14	5.93

Los resultados consignados en la Tabla 27 muestran que todos los tratamientos se integran en un solo grupo (a), evidenciando ausencia de diferencias estadísticas en la longitud del pecíolo, en concordancia con el análisis de varianza (Tabla 26).

Los valores se sitúan entre [7.22 cm] en L-220-14 y [5.93 cm] en L-217-14; sin embargo, estas variaciones no alcanzan significancia estadística, lo que indica una respuesta homogénea entre las líneas evaluadas bajo las condiciones del experimento.

Figura 9.

Longitud del peciolo (cm).



La Figura 9 muestra el comportamiento de la longitud del peciolo en los tratamientos evaluados; se observan diferencias numéricas entre genotipos, con L-220-14 [7.22 cm] como valor máximo y L-217-14 [5.93 cm] como el menor. Sin embargo, todos los tratamientos se agrupan en un único grupo (a), ya que la prueba de comparación múltiple no detecta diferencias significativas. Esta representación gráfica confirma una expresión uniforme del carácter entre las líneas evaluadas.

En el presente estudio, la longitud del peciolo se sitúa entre [5.93 cm] y [7.22 cm]; estas variaciones no alcanzan significancia estadística según el análisis de varianza. La prueba de “Tukey” (Tabla 27) mantiene a todos los tratamientos dentro de un mismo grupo, lo que evidencia homogeneidad morfológica del rasgo bajo las condiciones de evaluación.

Quispe (2017) reporta un promedio de 5.73 cm y Aguilar (2018) registra 5.79 cm en el “Centro Agronómico K’ayra”; los valores obtenidos resultan ligeramente superiores, aunque se mantienen dentro del rango fisiológico esperado.

Huillca (2019) consigna un promedio de 2.77 cm en condiciones similares; la diferencia puede asociarse a variabilidad genética o al estado fenológico al momento de la medición. Alagón (2021) reporta una media cercana a 5.90 cm en accesiones evaluadas en “K’ayra”, valor que coincide con el intervalo observado en este estudio.

La longitud del pecíolo presenta baja variabilidad entre tratamientos; el carácter no discrimina de forma marcada entre genotipos, aunque su evaluación aporta información relevante dentro de la caracterización agrobotánica y contribuye a definir con mayor precisión los perfiles morfológicos de las líneas.

6.2.4. Longitud de la hoja

Tabla 28.

Longitud promedio de hoja (cm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 – 14	10.17	9.90	9.41	8.32	37.80	9.45
L - 211 – 14	11.15	9.12	9.97	9.68	39.92	9.98
L - 212 – 14	8.62	8.28	9.72	9.29	35.91	8.98
L - 213 – 14	9.74	8.35	7.00	8.31	33.40	8.35
L - 214 – 14	7.59	8.80	7.35	8.86	32.60	8.15
L - 215 – 14	7.46	8.32	7.32	7.99	31.09	7.77
L - 216 – 14	8.32	9.33	7.91	6.60	32.16	8.04
L - 217 – 14	9.28	8.90	8.45	7.93	34.56	8.64
L - 218 – 14	9.27	8.60	10.13	10.68	38.68	9.67
L - 219 – 14	8.13	10.39	7.01	7.16	32.69	8.17
L - 220 – 14	9.11	9.02	9.26	8.36	35.75	8.94
L - 221 – 14	10.68	6.73	11.01	9.88	38.30	9.58
L - 222 – 14	7.44	6.57	9.51	8.24	31.76	7.94
L - 223 – 14	10.30	8.90	7.70	8.59	35.49	8.87
CICA – 18	9.09	9.42	8.48	8.54	35.53	8.88
Total	136.35	130.63	130.23	128.43	525.64	8.76

La longitud de hoja (Tabla 28); indica una respuesta morfológica uniforme entre los genotipos evaluados. El mayor valor se registró en L-211-14 [9.98 cm], por encima del promedio general [8.76 cm] y del testigo “CICA-18” [8.88 cm]. Este comportamiento coincide con los resultados reportados por Villaca (2024) y Alagón (2021), lo que ratifica la limitada variabilidad fenotípica de esta característica bajo condiciones del “K’ayra”.

Tabla 29.

Análisis de varianza para longitud de la hoja.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	2.352	0.784	0.740	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	26.516	1.894	1.780	1.94	2.54	NS	NS
Error	42	44.805	1.067					
Total	59	73.673			CV= 11.79%			

El análisis de varianza de la longitud de hoja, consignado en la Tabla 29, evidencia ausencia de diferencias estadísticas tanto en bloques como en tratamientos [$FC = 1.780 < FT = 1.94$ y 2.54], lo que refleja una respuesta uniforme del carácter entre los genotipos evaluados. El coeficiente de variación [11.79 %] se ubica dentro de rangos aceptables para ensayos de campo, lo que respalda la consistencia y confiabilidad de los datos, aun sin presencia de diferenciación estadística.

Tabla 30.*Longitud de hoja (cm).*

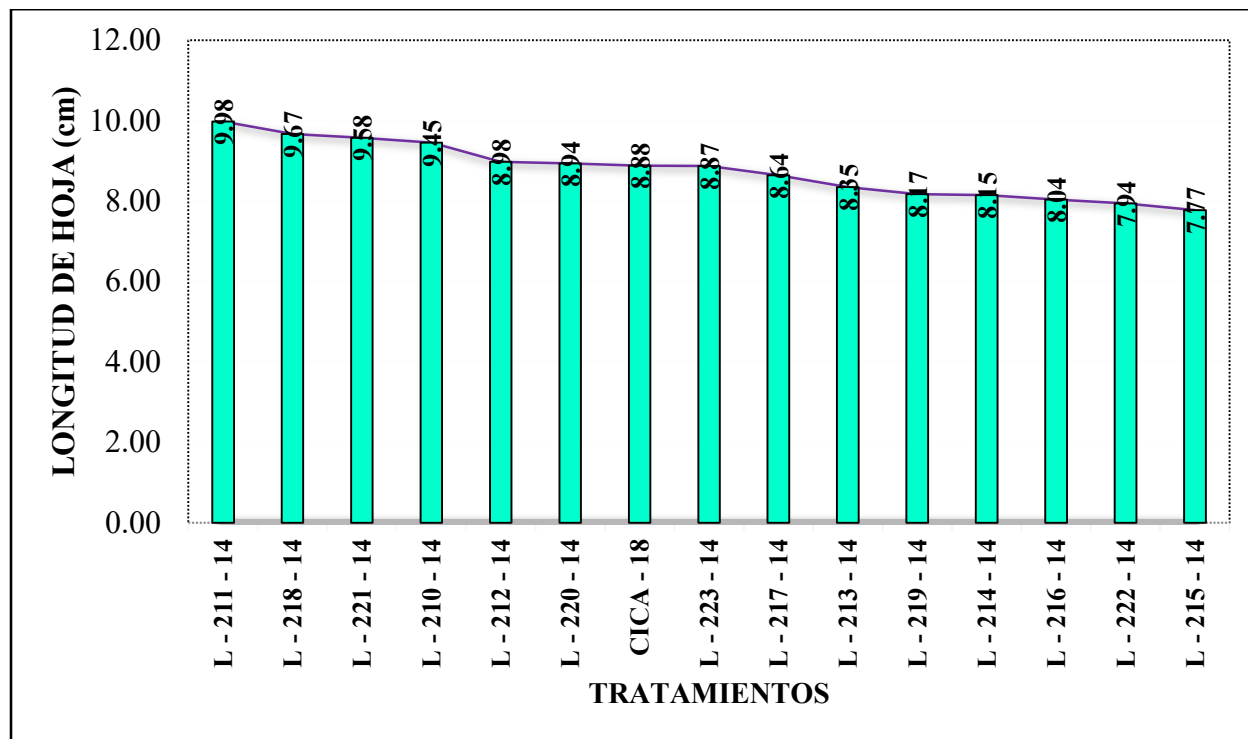
Número de orden	Tratamientos	Media
1	L - 211 - 14	9.98
2	L - 218 - 14	9.67
3	L - 221 - 14	9.58
4	L - 210 - 14	9.45
5	L - 212 - 14	8.98
6	L - 220 - 14	8.94
7	CICA - 18	8.88
8	L - 223 - 14	8.87
9	L - 217 - 14	8.64
10	L - 213 - 14	8.35
11	L - 219 - 14	8.17
12	L - 214 - 14	8.15
13	L - 216 - 14	8.04
14	L - 222 - 14	7.94
15	L - 215 - 14	7.77

Los resultados de la Tabla 30 indican que todos los tratamientos se agrupan en un único grupo (a), evidenciando ausencia de diferencias estadísticas en la longitud máxima de hoja, en concordancia con el análisis de varianza (Tabla 29).

Los valores se distribuyen entre [9.98 cm] en L-211-14 y [7.77 cm] en L-215-14; esta variación es de carácter numérico y no alcanza significancia estadística, lo que refleja una expresión homogénea de la variable entre los genotipos evaluados.

Figura 10.

Longitud de hoja (cm).



La Figura 10 permite identificar la distribución de la longitud máxima de hoja entre los tratamientos; se establece un gradiente reducido, donde L-211-14 alcanza el valor máximo [9.98 cm] y L-215-14 el mínimo [7.77 cm]. Esta diferencia numérica no genera separación estadística; los genotipos permanecen dentro de un mismo nivel, lo que refleja una respuesta uniforme del carácter bajo las condiciones del experimento.

La Tabla 29 evidencia que la variable no presenta diferencias significativas entre tratamientos; este comportamiento indica homogeneidad fenotípica bajo el contexto edafoclimático del “Centro Agronómico K’ayra”. La Tabla 33 refuerza esta tendencia; todas las líneas se integran en un solo grupo (a), incluyendo L-211-14 [9.98 cm] y el testigo “CICA-18” [8.88 cm], sin diferenciación estadística entre genotipos.

Villaca (2024) reporta un intervalo de [7.77–9.03 cm] en condiciones comparables; no detecta contrastes significativos entre tratamientos. Alagón (2021) registra una media de [5.93 cm], con valores entre [4.28–7.57 cm] en accesiones evaluadas en el mismo centro experimental; estos resultados coinciden con la baja variabilidad fenotípica del carácter.

La longitud de hoja no presenta capacidad discriminante entre los materiales evaluados en la presente campaña; su comportamiento estable mantiene relevancia dentro de la caracterización morfológica. Su interpretación conjunta con variables de mayor gradiente, como rendimiento, altura de planta o arquitectura vegetal, permite establecer contrastes más definidos en procesos de selección genética en quinua blanca.

6.2.5. Ancho de la hoja

Tabla 31.

Ancho promedio de la hoja (cm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 – 14	6.50	7.39	6.48	6.19	26.56	6.64
L - 211 – 14	6.06	5.38	5.43	5.40	22.27	5.57
L - 212 – 14	4.92	4.81	5.94	5.33	21.00	5.25
L - 213 – 14	6.09	4.69	4.58	4.72	20.08	5.02
L - 214 – 14	4.41	4.29	4.73	5.20	18.63	4.66
L - 215 – 14	4.62	4.65	4.08	3.95	17.30	4.33
L - 216 – 14	4.27	5.93	3.50	2.96	16.66	4.17
L - 217 – 14	4.90	4.97	4.69	4.43	18.99	4.75
L - 218 – 14	5.50	5.06	6.47	5.92	22.95	5.74
L - 219 – 14	5.38	5.92	4.48	4.82	20.60	5.15
L - 220 – 14	4.69	5.28	4.85	4.89	19.71	4.93
L - 221 – 14	6.28	4.34	6.20	5.78	22.60	5.65
L - 222 – 14	4.62	3.59	6.20	5.35	19.76	4.94
L - 223 – 14	5.65	5.05	4.22	4.45	19.37	4.84
CICA – 18	8.75	5.85	4.76	6.33	25.69	6.42
Total	82.64	77.20	76.61	75.72	312.17	5.20

El ancho de hoja (Tabla 31); se registran valores máximos en L-210-14 [6.64 cm] y en el testigo “CICA-18” [6.42 cm], mientras que L-215-14 [4.33 cm] y L-216-14 [4.17 cm] concentran los menores registros. Este gradiente confirma variabilidad en el desarrollo foliar entre genotipos; los resultados coinciden parcialmente con los reportados por Villaca (2024) y Alagón (2021), lo que refuerza el carácter discriminante de la variable dentro de la caracterización morfológica. El ancho de hoja adquiere relevancia como criterio de selección; su magnitud se vincula con la superficie fotosintética activa y con la configuración de la arquitectura vegetal. Genotipos con mayor expansión foliar tienden a optimizar la captación de radiación y la acumulación de fotoasimilados, lo que incide en el desempeño productivo bajo condiciones del sistema evaluado.

Tabla 32.

Análisis de varianza para ancho de hoja.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	1.953	0.651	1.050	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	27.350	1.954	3.160	1.94	2.54	*	*
Error	42	25.935	0.618					
Total	59	55.238			CV= 15.10%			

La Tabla 32 evidencia que el factor bloques no presentó diferencias estadísticas; en contraste, el factor tratamientos sí mostró efecto significativo [$FC = 3.160 > FT = 1.94$ y 2.54] a niveles de confianza del 95 % y 99 %, lo que confirma variación real en el ancho de hoja entre los genotipos evaluados. El coeficiente de variación (CV) [15.10 %] se mantiene dentro de rangos aceptables para variables morfológicas, lo que respalda la consistencia y confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 33.*Prueba de Tukey para ancho de hoja (cm).*

Número de orden	Tratamientos	Media	ALS (t)		Tukey			
			0.05	0.01	95%		99%	
1	L - 210 – 14	6.64	2.00	2.33	a		a	
2	CICA – 18	6.42	2.00	2.33	a		a	b
3	L - 218 – 14	5.74	2.00	2.33	a	b	a	b
4	L - 221 – 14	5.65	2.00	2.33	a	b	a	b
5	L - 211 – 14	5.57	2.00	2.33	a	b	a	b
6	L - 212 – 14	5.25	2.00	2.33	a	b	a	b
7	L - 219 – 14	5.15	2.00	2.33	a	b	a	b
8	L - 213 – 14	5.02	2.00	2.33	a	b	a	b
9	L - 222 – 14	4.94	2.00	2.33	a	b	a	b
10	L - 220 – 14	4.93	2.00	2.33	a	b	a	b
11	L - 223 – 14	4.84	2.00	2.33	a	b	a	b
12	L - 217 – 14	4.75	2.00	2.33	a	b	a	b
13	L - 214 – 14	4.66	2.00	2.33	a	b	a	b
14	L - 215 – 14	4.33	2.00	2.33			b	a
15	L - 216 – 14	4.17	2.00	2.33			b	b
AES 0.05:		5.09	AES 0.01:		5.94	Error estándar:		0.39291

La prueba de “Tukey” para el ancho de hoja (cm), consignada en la Tabla 33, establece la presencia de dos agrupaciones estadísticas tanto al 95 % como al 99 % de confianza, lo que confirma variación significativa entre los genotipos evaluados.

Al 95 %, el grupo (a) integra [L-210-14 6.64 cm], [“CICA-18” 6.42 cm], [L-218-14 5.74 cm], [L-221-14 5.65 cm], [L-211-14 5.57 cm], [L-212-14 5.25 cm], [L-219-14 5.15 cm], [L-213-14 5.02 cm], [L-222-14 4.94 cm], [L-220-14 4.93 cm], [L-223-14 4.84 cm], [L-217-14 4.75 cm] y [L-214-14 4.66 cm]; estos tratamientos no difieren entre sí, se ubican en el nivel superior y superan al grupo (b).

El grupo (b) reúne [L-218-14, L-221-14, L-211-14, L-212-14, L-219-14, L-213-14, L-222-14, L-220-14, L-223-14, L-217-14, L-214-14, L-215-14 y L-216-14], con valores

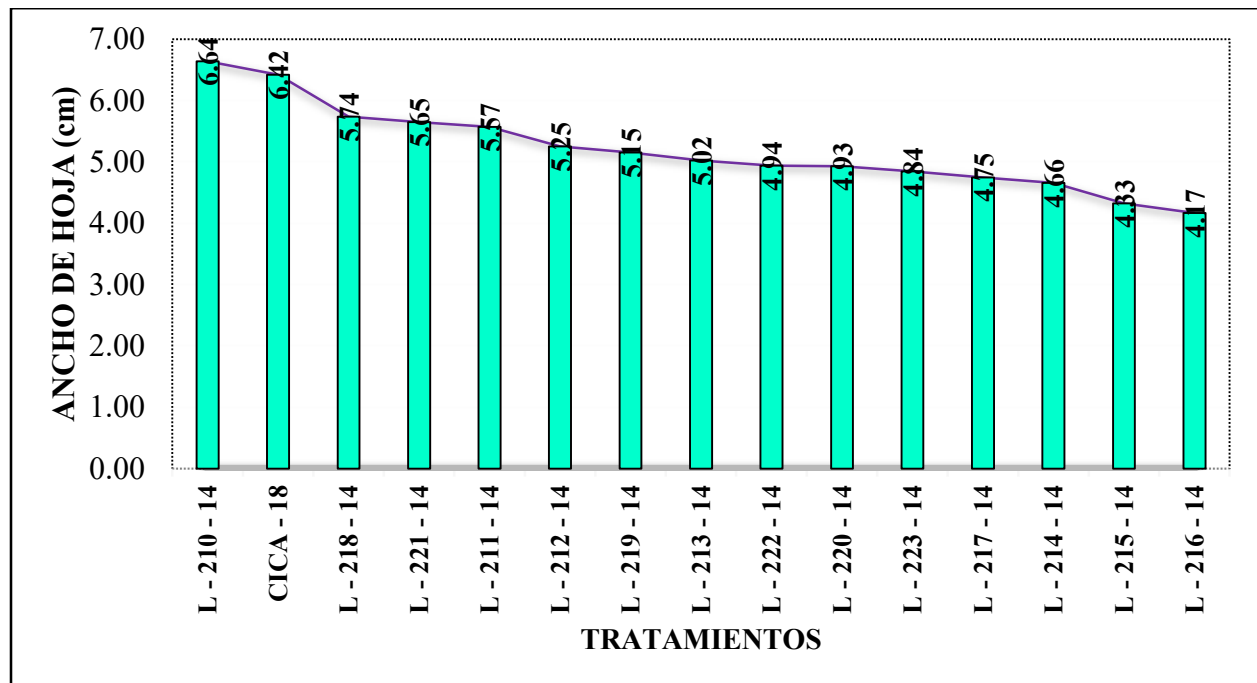
entre [5.74 y 4.17 cm]; estos genotipos presentan equivalencia estadística, ocupan el nivel inferior y se sitúan por debajo del grupo (a).

Bajo el criterio del 99 %, se mantiene la misma estructura de agrupación. El grupo (a) comprende [L-210-14, “CICA-18”, L-218-14, L-221-14, L-211-14, L-212-14, L-219-14, L-213-14, L-222-14, L-220-14, L-223-14, L-217-14, L-214-14 y L-215-14], con valores entre [6.64 y 4.33 cm]; estos tratamientos comparten equivalencia estadística y superan al grupo (b).

El grupo (b) incluye [“CICA-18”, L-218-14, L-221-14, L-211-14, L-212-14, L-219-14, L-213-14, L-222-14, L-220-14, L-223-14, L-217-14, L-214-14, L-215-14 y L-216-14], con promedios entre [6.42 y 4.17 cm]; estos materiales no difieren entre sí y se ubican por debajo del grupo (a).

Figura 11.

Ancho de hoja (cm).



La Figura 11 describe la distribución del ancho de hoja entre los tratamientos; el valor máximo se registra en L-210-14 [6.64 cm], seguido por el testigo "CICA-18" [6.42 cm], mientras que L-216-14 presenta el menor desarrollo [4.17 cm]. Este gradiente gráfico coincide con la separación estadística observada; los extremos del conjunto evidencian contrastes definidos en el desarrollo foliar.

La Tabla 32 confirma efecto significativo de tratamientos sobre esta variable; la respuesta indica incidencia genética en la expresión del ancho de hoja. La Tabla 33 refuerza este comportamiento al organizar los genotipos en grupos diferenciados; L-210-14 [6.64 cm] se posiciona en el nivel superior y muestra superioridad estadística al 95 % y 99 %, seguida por "CICA-18" [6.42 cm]. En el extremo inferior se ubican L-215-14 [4.33 cm] y L-216-14 [4.17 cm], ambos dentro del grupo (b), lo que evidencia menor expansión foliar.

Villaca (2024) reporta valores entre [4.92 y 5.99 cm], con media de [5.46 cm]; no identifica diferencias significativas, lo que contrasta con la separación observada en este estudio. Alagón (2021) registra un promedio de [7.20 cm] en accesiones del "CICA"; la diferencia sugiere efectos asociados al germoplasma o a condiciones ambientales distintas en "K'ayra".

El comportamiento del ancho de hoja evidencia un patrón de variabilidad útil para discriminar genotipos; este rasgo se asocia con la superficie fotosintética efectiva, la distribución del área foliar y la respuesta a condiciones de competencia lumínica. Su incorporación en criterios de selección permite optimizar la arquitectura vegetal y mejorar la eficiencia productiva en sistemas de quinua blanca bajo condiciones de siembra intensiva.

6.2.6. Longitud de panoja

Tabla 34.

Longitud promedio de panoja (cm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 - 14	83.45	98.41	81.37	74.31	337.54	84.39
L - 211 - 14	66.28	67.29	68.66	64.79	267.02	66.76
L - 212 - 14	77.84	84.42	91.92	85.57	339.75	84.94
L - 213 - 14	83.60	88.60	73.91	71.22	317.33	79.33
L - 214 - 14	73.60	77.47	83.06	87.96	322.09	80.52
L - 215 - 14	75.28	85.07	67.63	79.37	307.35	76.84
L - 216 - 14	55.55	73.62	74.36	58.74	262.27	65.57
L - 217 - 14	65.93	69.49	64.69	65.36	265.47	66.37
L - 218 - 14	67.52	63.86	69.79	77.42	278.59	69.65
L - 219 - 14	61.10	61.01	66.28	64.18	252.57	63.14
L - 220 - 14	67.27	84.61	76.76	63.14	291.78	72.95
L - 221 - 14	65.14	61.35	76.46	63.24	266.19	66.55
L - 222 - 14	82.84	83.34	80.87	79.19	326.24	81.56
L - 223 - 14	67.75	86.87	66.48	65.84	286.94	71.74
CICA - 18	61.71	56.66	62.09	52.59	233.05	58.26
Total	1054.86	1142.07	1104.33	1052.92	4354.18	72.57

La longitud de panoja (Tabla 34); presentó diferencias entre los tratamientos (líneas evaluadas), destacando L-212-14 (84.94 cm) y L-210-14 (84.39 cm) como las líneas de mayor desarrollo, superando al promedio general (72.57 cm) y al testigo “CICA-18” (58.26 cm). Estos resultados superan ampliamente los reportados por Huillca (2019), Dávalos (2022), Huamanguillas (2023) y Villaca (2024), evidenciando un notable avance genético y adaptabilidad de las líneas evaluadas en las condiciones agroecológicas del valle de “K’ayra”.

Tabla 35.*Análisis de varianza para longitud de panoja.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	367.900	122.620	2.750	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	3844.400	274.600	6.610	1.94	2.54	*	*
Error	42	1745.400	41.560					
Total	59	5957.7			CV= 8.88%			

El análisis de varianza consignado en la Tabla 35 indica que el factor bloques no evidenció diferencias estadísticas. En contraste, el factor tratamientos registró efecto altamente significativo [FC = 6.610 > FT = 1.94 y 2.54] a niveles de confianza del 95 % y 99 %, confirmando variación real en la longitud de panoja entre los genotipos. El CV [8.88 %] se mantiene dentro de rangos aceptables para ensayos agronómicos, lo que respalda la confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 36.*Prueba de Tukey para longitud de panoja (cm).*

Número de orden	Tratamientos	Media	ALS (t)		Tukey			
			0.05	0.01	95%		99%	
1	L - 212 - 14	84.94	16.41	19.15	a			a
2	L - 210 - 14	84.39	16.41	19.15	a			a b
3	L - 222 - 14	81.56	16.41	19.15	a	b		a b c
4	L - 214 - 14	80.52	16.41	19.15	a	b		a b c
5	L - 213 - 14	79.33	16.41	19.15	a	b	c	a b c
6	L - 215 - 14	76.84	16.41	19.15	a	b	c	a b c d
7	L - 220 - 14	72.95	16.41	19.15	a	b	c	d a b c d
8	L - 223 - 14	71.74	16.41	19.15	a	b	c	d a b c d
9	L - 218 - 14	69.65	16.41	19.15	a	b	c	d a b c d
10	L - 211 - 14	66.76	16.41	19.15		b	c	d a b c d
11	L - 221 - 14	66.55	16.41	19.15		b	c	d a b c d
12	L - 217 - 14	66.37	16.41	19.15		b	c	d a b c d
13	L - 216 - 14	65.57	16.41	19.15		b	c	d b c d
14	L - 219 - 14	63.14	16.41	19.15			c	d c d
15	CICA - 18	58.26	16.41	19.15				d d
AES 0.05:	5.09	AES 0.01:	5.94		Error estándar:		3.22335	

La prueba de “Tukey” consignada en la Tabla 36 permite identificar, al 95 % de confianza, cuatro agrupaciones diferenciadas. El grupo (a) concentra los valores superiores, integrando tratamientos desde L-212-14 hasta L-218-14, con registros entre [84.94 y 69.65 cm]; dentro de este conjunto no se presentan diferencias internas y se mantiene predominio sobre los grupos (b), (c) y (d).

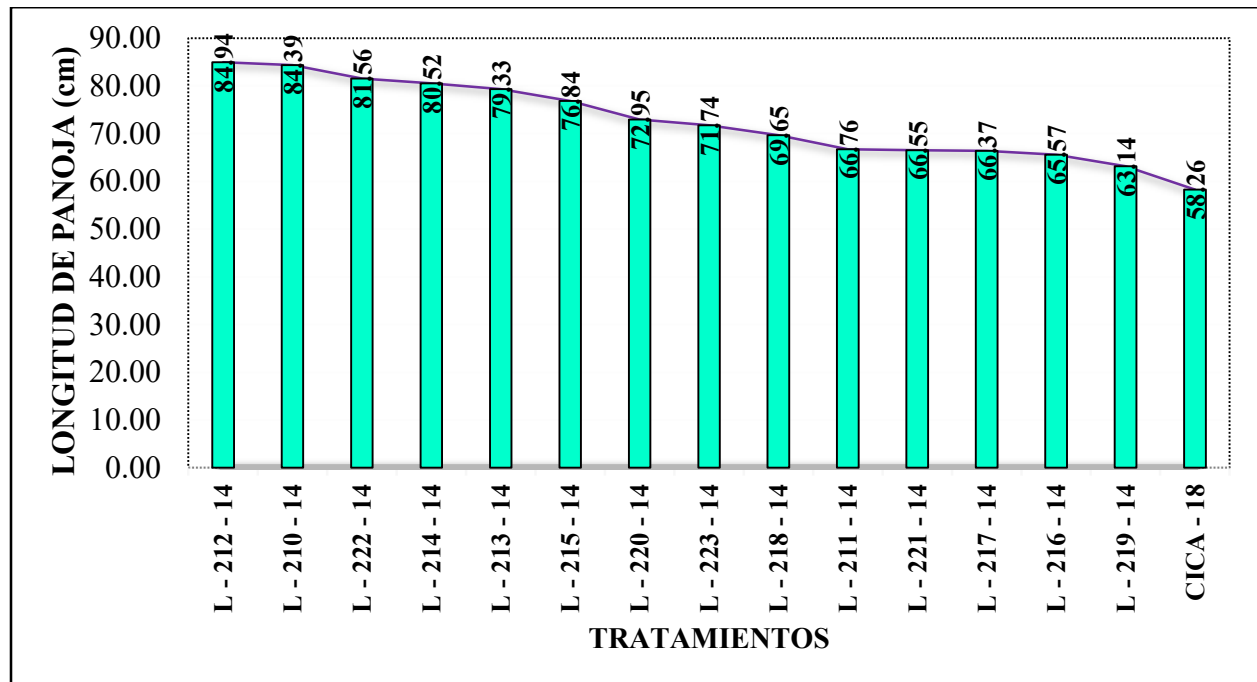
El grupo (b) reúne genotipos desde L-222-14 hasta L-216-14, con valores entre [81.56 y 65.57 cm]; estos materiales presentan equivalencia estadística, se posicionan en un nivel intermedio inferior a (a) y superan a (c) y (d). El grupo (c) incorpora tratamientos desde L-213-14 hasta L-219-14, con promedios comprendidos entre [79.33 y 63.14 cm]; los genotipos mantienen igualdad estadística, se ubican por debajo de (a) y (b), pero superan al grupo (d). Finalmente, el grupo (d) agrupa desde L-220-14 hasta “CICA-18”, con valores entre [72.95 y 58.26 cm]; estos tratamientos no difieren entre sí y representan el nivel inferior.

Al 99 % de confianza se conserva la estructura de cuatro agrupaciones. El grupo (a) incluye tratamientos desde L-212-14 hasta L-217-14, con valores entre [84.94 y 66.37 cm]; estos genotipos presentan equivalencia interna y superan a los demás conjuntos.

El grupo (b) agrupa desde L-210-14 hasta L-216-14, con registros entre [84.39 y 65.57 cm]; se ubica por debajo de (a) y mantiene superioridad frente a (c) y (d). El grupo (c) comprende desde L-222-14 hasta L-219-14, con valores entre [81.56 y 63.14 cm]; los tratamientos conservan igualdad estadística, con posición intermedia inferior a (a) y (b). El grupo (d), correspondiente al nivel inferior, reúne desde L-215-14 hasta “CICA-18”, con promedios entre [76.84 y 58.26 cm]; los genotipos no difieren entre sí y se sitúan por debajo del resto de agrupaciones.

Figura 12.

Longitud de panoja (cm).



La Figura 12 permite visualizar la respuesta de la longitud de panoja entre genotipos; L-212-14 [84.94 cm] y L-210-14 [84.39 cm] concentran los valores máximos, mientras que el testigo “CICA-18” [58.26 cm] se posiciona en el límite inferior. Este gradiente descendente refleja la diferenciación estadística definida por la prueba de “Tukey”.

La Tabla 35 confirma la existencia de diferencias significativas entre tratamientos; el valor de F calculado [6.610] supera los valores críticos al 95 % [1.935] y 99 % [2.497], lo que demuestra variabilidad real entre los genotipos. En este contexto, L-212-14 [84.94 cm] y L-210-14 [84.39 cm] presentan los mayores registros, superando el promedio general [72.57 cm] y mostrando clara diferenciación respecto al testigo “CICA-18” [58.26 cm], que registra el menor desarrollo.

Huillca (2019) reporta una media de [47.41 cm] en líneas promisorias; estos valores resultan inferiores a los obtenidos en el presente estudio. Huamanguillas (2023) registra un

promedio de [60.18 cm] y un máximo de [63.07 cm]; ambos valores se mantienen por debajo de las líneas destacadas. Dávalos (2022) establece un rango de [52.31–80.48 cm], donde el valor máximo no supera los registros de L–212–14 y L–210–14. Villaca (2024) reporta una media de [61.65 cm] y un máximo de [69.52 cm], lo que nuevamente evidencia menor magnitud en comparación con los resultados actuales.

Las diferencias observadas responden a la interacción entre factores genéticos, condiciones agroecológicas de la campaña 2023–2024 y manejo agronómico aplicado. En este contexto, L–212–14 y L–210–14 expresan una mayor expansión de la estructura reproductiva; este comportamiento se asocia con mayor capacidad de floración y potencial de formación de grano bajo las condiciones del valle de “K’ayra”.

6.2.7. Diámetro de panoja

Tabla 37.

Diámetro promedio de panoja (cm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 - 14	13.97	11.50	10.02	10.67	46.16	11.54
L - 211 - 14	11.89	9.98	10.56	9.19	41.62	10.41
L - 212 - 14	10.91	10.09	12.26	12.51	45.77	11.44
L - 213 - 14	10.73	10.69	10.96	10.27	42.65	10.66
L - 214 - 14	10.01	11.70	10.85	12.96	45.52	11.38
L - 215 - 14	9.82	9.66	10.35	11.90	41.73	10.43
L - 216 - 14	9.78	10.68	11.55	9.68	41.69	10.42
L - 217 - 14	11.83	10.61	10.40	10.32	43.16	10.79
L - 218 - 14	9.84	8.93	11.13	11.21	41.11	10.28
L - 219 - 14	9.45	9.20	9.33	10.40	38.38	9.60
L - 220 - 14	10.89	9.16	11.82	9.55	41.42	10.36
L - 221 - 14	9.55	8.60	11.37	10.27	39.79	9.95
L - 222 - 14	13.78	14.85	11.71	11.93	52.27	13.07
L - 223 - 14	9.70	12.19	12.00	11.86	45.75	11.44
CICA - 18	10.48	10.70	7.79	11.05	40.02	10.01
Total	162.63	158.54	162.10	163.77	647.04	10.78

La Tabla 37 evidencia variación en el diámetro de panoja entre tratamientos; el mayor desarrollo inflorescente corresponde a L-222-14 [13.07 cm], mientras que L-219-14 presenta el valor mínimo [9.60 cm]. Este contraste confirma diferencias en la expresión de la estructura reproductiva entre genotipos.

Los valores obtenidos superan los promedios reportados por Huilca (2019) y Dávalos (2022); se aproximan a los registrados por Villaca (2024), lo que respalda el potencial morfo-reproductivo de las líneas evaluadas bajo las condiciones del valle de “K’ayra”.

Tabla 38.

Análisis de varianza para diámetro de panoja.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	1.019	0.340	0.240	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	42.301	3.022	2.170	1.94	2.54	*	NS
Error	42	58.404	1.391					
Total	59	101.725			CV= 10.94%			

El análisis de varianza del diámetro de panoja, presentado en la Tabla 38, indica que el factor tratamientos mostró efecto significativo al 95 % de confianza [F calculado = 2.170 > F tabular = 1.94], sin alcanzar significancia al 99 % [F calculado < F tabular = 2.54], lo que refleja una variabilidad moderada entre genotipos. El coeficiente de variación (CV) = [10.94 %] se mantiene dentro de rangos aceptables y respalda la precisión de los datos obtenidos.

Tabla 39.*Prueba de Tukey para diámetro de panoja (cm).*

Número de orden	Tratamientos	Media	ALS (t)		Tukey	
			0.05	0.01	95%	99%
1	L - 222 - 14	13.07	3.00	3.50	a	a
2	L - 210 - 14	11.54	3.00	3.50	a	b
3	L - 212 - 14	11.44	3.00	3.50	a	b
4	L - 223 - 14	11.44	3.00	3.50	a	b
5	L - 214 - 14	11.38	3.00	3.50	a	b
6	L - 217 - 14	10.79	3.00	3.50	a	b
7	L - 213 - 14	10.66	3.00	3.50	a	b
8	L - 215 - 14	10.43	3.00	3.50	a	b
9	L - 216 - 14	10.42	3.00	3.50	a	b
10	L - 211 - 14	10.41	3.00	3.50	a	b
11	L - 220 - 14	10.36	3.00	3.50	a	b
12	L - 218 - 14	10.28	3.00	3.50	a	b
13	CICA - 18	10.01	3.00	3.50		b
14	L - 221 - 14	9.95	3.00	3.50		b
15	L - 219 - 14	9.60	3.00	3.50		b
AES 0.05:	5.09	AES 0.01:	5.94	Error estándar:	0.58962	

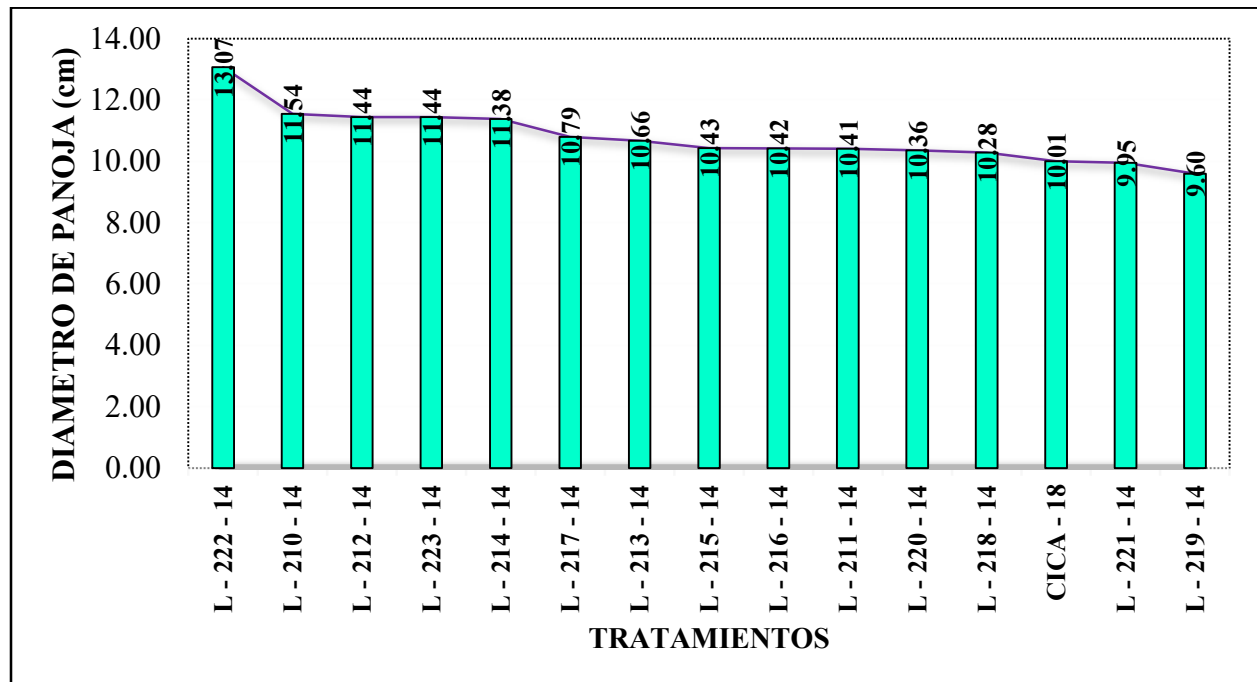
La Tabla 39 presenta la prueba de “Tukey”; con 95 % de confianza se distinguen dos agrupaciones estadísticas. El grupo superior (a) comprende (L-222-14 [13.07 cm], L-210-14 [11.54 cm], L-212-14 [11.44 cm], L-223-14 [11.44 cm], L-214-14 [11.38 cm], L-217-14 [10.79 cm], L-213-14 [10.66 cm], L-215-14 [10.43 cm], L-216-14 [10.42 cm], L-211-14 [10.41 cm], L-220-14 [10.36 cm], L-218-14 [10.28 cm] y “CICA-18” [10.01 cm]). Estos tratamientos mantienen equivalencia estadística entre sí; comparten el nivel superior y superan al grupo (b).

El segundo grupo (b) incluye (L-210-14, L-212-14, L-223-14, L-214-14, L-217-14, L-213-14, L-215-14, L-216-14, L-211-14, L-220-14, L-218-14, “CICA-18”, L-221-14 y L-219-14) con promedios comprendidos entre 11.54 y 9.60 cm. Los tratamientos integrados en este conjunto no presentan diferencias internas; ocupan el segundo nivel estadístico y se sitúan por debajo del grupo (a).

Bajo un criterio de 99 % de confianza, todos los tratamientos se integran en un único grupo (a); no se detectan contrastes estadísticos entre genotipos. Este patrón indica que la separación observada al 95 % responde a variaciones moderadas en la respuesta fenotípica; el nivel más estricto de significancia no registra magnitud suficiente para dividir los tratamientos en grupos diferenciados.

Figura 13.

Diámetro de panoja (cm).



La Figura 13 describe la variación del diámetro de panoja entre los tratamientos; el valor superior se registra en L-222-14 [13.07 cm], destacando por encima del conjunto evaluado. En un nivel siguiente se ubican L-210-14, L-212-14 y L-223-14, todos con magnitudes mayores a [11 cm]. En el extremo inferior se posicionan L-221-14 [9.95 cm] y L-219-14 [9.60 cm], asociados a menor desarrollo inflorescente. El testigo “CICA-18” [10.01 cm] se sitúa en un nivel intermedio; esta distribución coincide con la segmentación estadística derivada de la prueba de “Tukey”.

La Tabla 38 evidencia diferencias entre tratamientos al 95 % de confianza [$FC = 2.170 > F(0.05) = 1.935$]; este efecto no se mantiene al 99 % [$FC < F(0.01) = 2.497$], lo que indica variabilidad de magnitud moderada. La Tabla 39 confirma este patrón; al 95 % se establecen dos grupos estadísticos, mientras que al 99 % los genotipos convergen en un único conjunto. Dentro de este comportamiento destaca L-222-14 [13.07 cm] como el mayor valor, en contraste con L-219-14 [9.60 cm], que representa el mínimo.

Huillca (2019) reporta una media cercana a [8.95 cm]; Dávalos (2022) establece [8.99 cm] como promedio general, sin diferenciación estadística entre líneas. Los valores obtenidos superan dichos registros. Villaca (2024) informa una media de [12.59 cm], próxima al intervalo observado; sin embargo, no identifica agrupaciones definidas, situación asociada a un coeficiente de variación mayor [13.88 %] frente al [10.94 %] del presente ensayo.

El comportamiento observado indica que L-222-14 presenta mayor desarrollo de inflorescencia respecto a los materiales comparativos; este patrón sugiere una arquitectura reproductiva favorable. La expresión del carácter permite considerar a esta línea como material promisorio dentro de programas de mejoramiento orientados a optimizar rasgos reproductivos en quinua.

6.2.8. Diámetro de grano

Tabla 40.

Diámetro promedio de grano (mm).

Tratamientos	Bloques				Σ	Media
	I	II	III	IV		
L - 210 – 14	2.62	2.15	2.13	2.08	8.97	2.24
L - 211 – 14	2.12	2.11	2.17	2.11	8.51	2.13
L - 212 – 14	1.92	2.17	2.01	2.14	8.24	2.06
L - 213 – 14	2.19	2.26	2.19	2.23	8.87	2.22
L - 214 – 14	2.01	2.15	2.17	2.14	8.48	2.12
L - 215 – 14	1.99	2.12	2.19	2.10	8.40	2.10
L - 216 – 14	2.01	2.14	2.16	2.05	8.36	2.09
L - 217 – 14	2.02	2.11	2.11	2.13	8.37	2.09
L - 218 – 14	2.08	2.11	2.11	2.12	8.42	2.11
L - 219 – 14	2.15	2.01	2.06	2.14	8.36	2.09
L - 220 – 14	2.15	2.12	2.25	2.16	8.68	2.17
L - 221 – 14	2.12	2.27	2.14	2.10	8.63	2.16
L - 222 – 14	2.59	2.05	2.32	2.21	9.16	2.29
L - 223 – 14	2.07	2.07	2.20	2.08	8.42	2.11
CICA – 18	2.12	2.24	2.21	2.23	8.81	2.20
Total	32.16	32.09	32.40	32.02	128.67	2.14

El diámetro de grano (Tabla 40); se observa uniformidad entre tratamientos, lo que refleja una respuesta fenotípica uniforme entre los genotipos evaluados. El valor máximo corresponde a L-222-14 [2.29 mm], ligeramente por encima del testigo “CICA-18” [2.20 mm]; no obstante, todos los tratamientos se integran en una misma categoría estadística, lo que confirma homogeneidad en la expresión del carácter.

Este comportamiento coincide con lo documentado por Villaca (2024), Huillca (2019) y Dávalos (2022), quienes reportan ausencia de diferenciación significativa para esta variable bajo condiciones del “K’ayra”, lo que sugiere estabilidad fenotípica del diámetro de grano en estos materiales.

Tabla 41.*Análisis de varianza para diámetro de grano.*

F.V.	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.005	0.002	0.150	2.83	4.29	NS	NS
Tratamientos	14	0.248	0.018	1.470	1.94	2.54	NS	NS
Error	42	0.504	0.012					
Total	59	0.7573		CV=	5.11%			

El análisis de varianza del diámetro de grano, consignado en la Tabla 41, evidencia ausencia de diferencias estadísticas tanto entre tratamientos como entre bloques [$FC = 1.470 < F(0.05) = 1.94$ y $F(0.01) = 2.54$], lo que indica una respuesta uniforme de los genotipos bajo las condiciones del experimento. El coeficiente de variación [5.11 %] se sitúa en un rango bajo, lo que respalda la precisión del ensayo y la confiabilidad de los datos, aun cuando la variable no presenta significancia estadística.

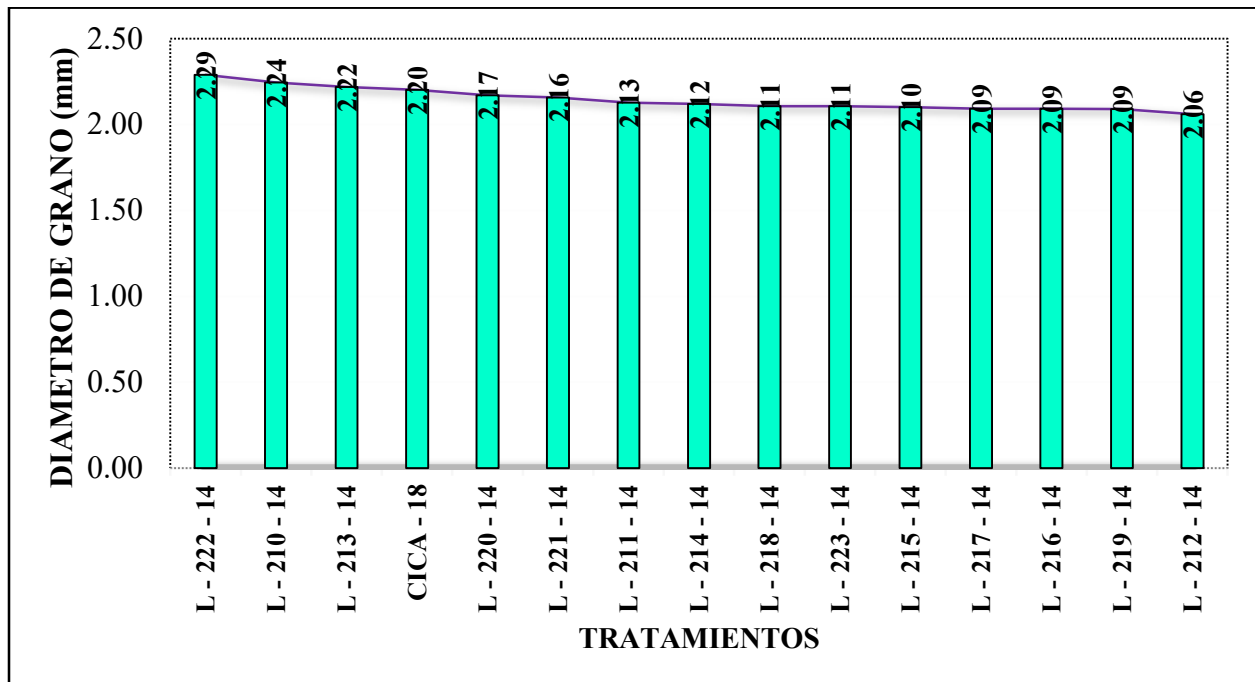
Tabla 42.*Diámetro de grano (mm).*

Número de orden	Tratamientos	Media
1	L - 222 - 14	2.29
2	L - 210 - 14	2.24
3	L - 213 - 14	2.22
4	CICA - 18	2.20
5	L - 220 - 14	2.17
6	L - 221 - 14	2.16
7	L - 211 - 14	2.13
8	L - 214 - 14	2.12
9	L - 218 - 14	2.11
10	L - 223 - 14	2.11
11	L - 215 - 14	2.10
12	L - 217 - 14	2.09
13	L - 216 - 14	2.09
14	L - 219 - 14	2.09
15	L - 212 - 14	2.06

La Tabla 42 evidencia que no se registran diferencias estadísticas entre tratamientos; todas las líneas, incluyendo el testigo “CICA-18” [2.20 mm], se integran en un único grupo (a). Los valores se distribuyen entre [2.06 mm] en L-212-14 y [2.29 mm] en L-222-14; esta variación es reducida y no alcanza significancia estadística, lo que confirma una expresión morfológica homogénea del diámetro de grano bajo las condiciones del experimento.

Figura 14.

Diámetro de grano (mm).



La Figura 14 muestra la distribución del diámetro de grano entre tratamientos; los valores se concentran en un intervalo estrecho, desde L-212-14 [2.06 mm] hasta L-222-14 [2.29 mm]. Esta proximidad numérica no genera contrastes apreciables; la variable mantiene un comportamiento uniforme tanto a nivel visual como estadístico.

La Tabla 41 confirma la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos; este resultado se refuerza en la Tabla 45, donde todos los genotipos, incluido el testigo “CICA-18”, se agrupan en un solo conjunto (a), evidenciando homogeneidad en la expresión del carácter.

En términos descriptivos, L-222-14 alcanza el mayor valor [2.29 mm], seguida por L-210-14 [2.24 mm]; en el extremo inferior se ubica L-212-14 [2.06 mm], mientras que “CICA-18” presenta un valor intermedio [2.20 mm]. Aunque estas diferencias no alcanzan significancia estadística, se reconoce una leve variación dentro del conjunto evaluado.

Villaca (2024) reporta valores entre [2.03 y 2.20 mm] en condiciones de “K’ayra”, sin diferencias significativas; Huillca (2019) registra un intervalo de [2.06–2.26 mm]. Dávalos (2022) y Huamanguillas (2023) consignan promedios de [2.15 mm] y [2.13 mm], respectivamente; estos antecedentes confirman la estabilidad de la variable entre materiales y campañas.

El patrón observado indica una baja variabilidad fenotípica del diámetro de grano; esta estabilidad puede considerarse favorable desde el punto de vista comercial, al contribuir a la uniformidad del producto. Aunque el carácter no discrimina genotipos, valores ligeramente superiores como los de L-222-14 pueden incorporarse como criterio complementario en procesos de selección orientados a calidad de grano.

6.3. Características botánicas

6.3.1. Tipo y habito de crecimiento

Tabla 43.

Densidad de siembra, tipo y habito de crecimiento.

Tratamiento	Densidad	Tipo de crecimiento	Hábito de crecimiento
L - 210 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 211 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Ramificado hasta el tercio inferior”
L - 212 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 213 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Ramificado hasta el tercio inferior”
L - 214 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 215 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 216 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 217 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 218 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 219 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Ramificado hasta el segundo tercio”
L - 220 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 221 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 222 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
L - 223 - 14	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
CICA – 18	“Intermedia”	“Herbáceo”	“Simple”
			“Simple” 94.17%
	100.00%	100.00%	“Ramificado hasta el tercio inferior” 4.50%
			Ramificado hasta el segundo tercio 1.33%

La Tabla 43 registra los caracteres cualitativos tipo de crecimiento y hábito de crecimiento en 14 líneas de quinua de grano blanco y la variedad testigo “CICA–18”. Todos los tratamientos se establecieron bajo densidad de siembra “Intermedia”, siguiendo el descriptor morfológico de Bioversity International y FAO (2013). El registro de campo evidencia uniformidad total en el tipo de crecimiento; el 100 % de los genotipos expresó condición herbácea.

El hábito de crecimiento mostró variación limitada. Predominó el patrón simple en 94.17 % de los tratamientos. Solo tres líneas presentaron ramificación: L–211–14 y L–213–14 con brotes restringidos al tercio inferior del tallo, y L–219–14 con ramificación hasta el segundo tercio. Estas

proporciones corresponden a 4.50 % y 1.33 %, respectivamente; el comportamiento sugiere ligera variabilidad genética en la arquitectura aérea.

El conjunto de resultados indica alta homogeneidad morfológica. Todas las líneas, junto con “CICA-18”, mantuvieron crecimiento “Herbáceo”; la mayoría presentó hábito “Simple”, sin ramificación visible en el tallo principal. Este patrón refleja estabilidad genética en la estructura vegetativa.

Huamanguillas (2023) reporta resultados equivalentes en el “Centro Agronómico K’ayra – San Jerónimo”; el autor registra 100 % de crecimiento “Herbáceo” y predominio de hábito “Simple”. Huillca (2019) documenta comportamiento similar; todas las líneas evaluadas mostraron crecimiento “Herbáceo” y arquitectura erecta, sin ramificación basal.

Dávalos (2022) reporta mayor variación; 26.7 % de las líneas presentó ramificación hasta el tercio inferior del tallo. Villaca (2024) registra heterogeneidad más amplia; 20 % de líneas con hábito “Simple”, 53.33 % con ramificación hasta el segundo tercio y 66.67 % con crecimiento arbustivo. El contraste indica mayor diversidad fenotípica en los materiales evaluados por ese autor.

Las diferencias pueden asociarse a la variabilidad genética de los genotipos o a criterios técnicos en la interpretación de los descriptores morfológicos. La distinción entre crecimiento “Herbáceo” y arbustivo depende del grado de lignificación del tallo, densidad de ramificación y posición de brotes laterales.

El predominio de crecimiento “herbáceo” y hábito “Simple” constituye una condición agronómica favorable. Esta arquitectura facilita deshierbo, fertilización localizada y cosecha. El rasgo adquiere valor en programas de selección genética, especialmente bajo siembra “Intermedia”, donde la uniformidad estructural contribuye a la estabilidad productiva del cultivo.

6.3.2. Características botánicas del tallo

Tabla 44.

Caracterización del tallo en líneas de quinua.

Tratamiento	Forma de tallo principal	Color del tallo principal	Presencia de axilas pigmentadas	Presencia de estrías	Color de las estrías
L - 210 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 211 - 14	“Cilíndrico”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Amarillas”
L - 212 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 213 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 214 - 14	“Anguloso”	“Púrpura”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 215 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	Amarillas
L - 216 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 217 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 218 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 219 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Presente”	“Presente”	“Verdes”
L - 220 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Presente”	“Presente”	“Verdes”
L - 221 - 14	“Anguloso”	“Púrpura”	“Presente”	“Presente”	“Verdes”
L - 222 - 14	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
L - 223 - 14	“Cilíndrico”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Amarillas”
CICA – 18	“Anguloso”	“Verde”	“Ausente”	“Presente”	“Verdes”
	Anguloso 98.33%	Verde 98.33%	Verde 85.00%	100.00%	Verdes 95.00%
	Cilíndrico 1.67%	Púrpura 1.67%	Púrpura 15.00%		Amarillas 5.00%

La Tabla 44 sintetiza los caracteres morfoestructurales del tallo principal en los genotipos evaluados. Se observa marcada uniformidad en la forma del tallo; el 98.33 % de las líneas presenta morfología angulosa, mientras 1.67 % muestra forma cilíndrica (L-211-14 y L-223-14). La dominancia de tallos angulosos coincide con el descriptor de Bioversity International y FAO (2013) para poblaciones de quinua adaptadas al altiplano andino.

El color del tallo evidenció predominio del “Verde” (98.33 %); la coloración “Púrpura” apareció de manera aislada en L-214-14 y L-221-14. La pigmentación en axilas estuvo “Ausente” en 85.00 % de los tratamientos; solo L-219-14, L-220-14 y L-221-14 presentaron esta característica, lo que indica baja expresión fenotípica del rasgo.

La presencia de estrías se registró en todos los genotipos (100 %). Predominaron estrías verdes (95 %); el color amarillo apareció en proporción reducida (5 %), principalmente en L-211-14, L-215-14 y L-223-14. La distribución observada evidencia estabilidad de este carácter en las líneas evaluadas.

La caracterización botánica del tallo revela alta uniformidad estructural. La forma angulosa alcanzó 98.33 %, resultado que coincide con Villaca (2024), quien reporta esta morfología en 100 % de sus líneas. Dávalos (2022) y Huilca (2019) también documentan predominio absoluto de tallos angulosos; los datos refuerzan la estabilidad de este rasgo en materiales adaptados al valle de “K’ayra”.

La coloración “Verde” del tallo predominó nuevamente (98.33 %); la tonalidad “Púrpura” aparece solo de forma puntual. Huamanguillas (2023) registra un patrón equivalente, con predominio de tallos verdes y presencia esporádica de pigmentación “Púrpura” en líneas específicas. La pigmentación axilar mostró baja frecuencia (15.00 %); Villaca (2024) describe incidencia similar. Esta pigmentación podría asociarse a variantes genéticas recesivas o a respuestas fenotípicas condicionadas por el ambiente.

La presencia universal de estrías (100 %) y el predominio del color “Verde” (95 %) también coinciden con lo reportado por Dávalos (2022) y Huilca (2019). El carácter demuestra alta estabilidad genética dentro de los genotipos evaluados.

El conjunto de resultados indica consistencia estructural del tallo entre las líneas analizadas. Esta uniformidad resulta favorable en programas de mejoramiento, donde se busca estabilidad morfológica y arquitectura vegetal homogénea. Las variaciones observadas responden probablemente a diferencias genéticas específicas o a efectos microambientales durante la campaña 2023-2024.

6.3.3. Características botánicas de ramificación

Tabla 45.

Caracterización de la ramificación en líneas de quinua.

Tratamiento	Presencia de ramificación	Posición de las ramas primarias
L - 210 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 211 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 212 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 213 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 214 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 215 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 216 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 217 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 218 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 219 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 220 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 221 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 222 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
L - 223 - 14	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
CICA - 18	“Presente”	“Salen oblicuamente del tallo principal”
	100.00%	100.00%

La Tabla 45 muestra que el 100 % de los genotipos evaluados, incluidas 14 líneas de quinua de grano blanco y la variedad “CICA–18”, presentó ramificación visible en el tallo principal. En todos los tratamientos, las ramas primarias emergieron oblicuamente desde la base del tallo, con ligera curvatura. El patrón se repite en todo el conjunto evaluado; la arquitectura vegetal resultante coincide con los descriptores de Bioversity International y FAO (2013) y refleja adaptación al ambiente del “Centro Agronómico K’ayra – Cusco”.

La ramificación mostró comportamiento fenotípico uniforme. Todas las líneas y el testigo expresaron este carácter (100 %), con ramas primarias oblicuas respecto al eje principal. Huamanguillas (2023) registra la misma disposición en materiales cultivados en “K’ayra”, lo que confirma la estabilidad del rasgo bajo condiciones agroecológicas similares.

Dávalos (2022) también documenta ramificación en todos los genotipos, aunque identifica variación en la orientación de las ramas; algunas oblicuas, otras con curvatura hacia la base. Huillca (2019) describe igualmente presencia total de ramificación, con diferencias en densidad o proporción de ramas, rasgo condicionado por el genotipo. Villaca (2024) registra el mismo patrón general; ramificación universal y orientación oblicua o levemente curvada de las ramas primarias.

La coincidencia entre estudios indica que la ramificación constituye un rasgo estructural estable en quinua. Su presencia uniforme sugiere función adaptativa en sistemas de densidad “Intermedia” y alta radiación, donde la arquitectura vegetal favorece intercepción de luz, ventilación interna y distribución foliar. Aunque el carácter mostró baja variabilidad en este ensayo, su registro mantiene valor en la selección de genotipos con arquitectura eficiente.

6.3.4. Características botánicas de hoja

Tabla 46.

Caracterización de las hojas en líneas de quinua.

Tratamiento	Forma de la hoja	Margen (borde) de la hoja	Color del pecíolo	Color de la lámina foliar	Color de gránulos en las hojas
L - 210 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 211 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 212 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 213 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 214 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 215 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 216 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 217 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 218 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 219 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 220 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 221 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 222 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
L - 223 - 14	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
CICA - 18	“Romboidal”	“Aserrado”	“Verde”	“Verde”	“Blanco”
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

La Tabla 46 registra uniformidad morfológica en las hojas de 14 líneas de quinua de grano blanco y la variedad “CICA-18”. Todos los genotipos presentaron forma “Romboidal”, margen “Aserrado”, pecíolo “Verde”, lámina foliar “Verde” y gránulos blancos sobre la superficie. El patrón se repite sin variación entre tratamientos; la consistencia fenotípica sugiere estabilidad genética en los caracteres foliares. Estas características coinciden con el descriptor de Bioversity International y FAO (2013), lo que facilita su uso en procesos de caracterización y selección de germoplasma.

La evaluación confirma alta homogeneidad morfológica. Todos los tratamientos expresaron hojas romboidales, borde “Aserrado”, pecíolo y limbo verdes, además de gránulos blancos en la superficie foliar. Dávalos (2022) describe rasgos equivalentes en accesiones del altiplano cusqueño; el autor registra coincidencia en forma, coloración y textura foliar.

Huamanguillas (2023) también reporta predominio de hojas romboidales y márgenes dentados; sin embargo, identifica variación en la coloración de gránulos foliares: 69.2 % sin pigmentación, 23.1 % “Blanco” y 7.7 % “Blanco”-rojizos. El contraste con el presente estudio, donde todos los genotipos presentaron gránulos blancos, podría relacionarse con diferencias genéticas del germoplasma o con condiciones agroambientales distintas.

Huillca (2019) y Villaca (2024) informan resultados concordantes; ambos registran predominio de hojas romboidales y color “Verde” en órganos foliares en todas sus líneas. La constancia de estos rasgos confirma su estabilidad en materiales adaptados al ecosistema de “K’ayra”. Las variaciones descritas en el borde foliar (dentado o “Aserrado”) podrían derivar de criterios de observación, metodología de evaluación o del estado fenológico durante el registro.

Los resultados refuerzan el valor de los caracteres foliares como indicadores de estabilidad genética. Su utilidad se incrementa cuando se integran con variables morfo-agronómicas de mayor variabilidad, permitiendo una diferenciación más precisa entre líneas de quinua.

6.3.5. Características botánicas de inflorescencia

Tabla 47.

Caracterización de inflorescencias en líneas de quinua.

Tratamiento	Color de la panoja en la floración	Color de la panoja en la madurez fisiológica	Forma de la panoja	Densidad de la panoja
L - 210 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 211 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 212 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 213 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 214 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 215 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 216 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 217 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 218 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 219 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 220 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 221 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 222 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
L - 223 - 14	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
CICA - 18	“Verde”	“Púrpura”	“Intermedia”	“Intermedia”
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

La Tabla 47 evidencia uniformidad morfológica en la inflorescencia de las 14 líneas de quinua de grano blanco y la variedad “CICA-18”. Todos los genotipos presentaron panojas verdes durante la floración y tonalidad “Púrpura” en madurez fisiológica. También se registró forma “Intermedia” de panoja y densidad “Intermedia” en la totalidad de tratamientos. El patrón refleja estabilidad genética bajo las condiciones del “Centro Agronómico K’ayra – Cusco” y coincide con los criterios establecidos en el descriptor de Bioversity International y FAO (2013).

El 100 % de las líneas evaluadas mostró inflorescencias de morfología “Intermedia”, color “Verde” en floración y “Púrpura” en madurez, además de densidad “Intermedia”. Dávalos (2022) describe un comportamiento similar; el autor registra predominio de panojas intermedias con coloración “Púrpura” en madurez, aunque observa variaciones leves durante la floración, donde algunas líneas presentan tonos pálidos o amarillentos.

Huamanguillas (2023) y Huillca (2019) reportan resultados concordantes; ambos identifican forma y densidad “Intermedia” de panoja como rasgos dominantes en líneas cultivadas en “K’ayra”. Villaca (2024) documenta mayor diversidad estructural; el autor registra panojas glomeruladas y amarantiformes, aunque la forma “Intermedia” continúa siendo la más frecuente.

Las diferencias observadas pueden relacionarse con la composición genética del germoplasma, así como con condiciones ambientales o criterios de evaluación. La repetición del tipo intermedio en múltiples estudios sugiere un rasgo fenotípicamente estable, posiblemente asociado a una arquitectura reproductiva eficiente para el desarrollo de la inflorescencia en ambientes andinos.

6.3.6. Características botánicas de grano

Tabla 48.

Caracterización de los granos en líneas de quinua.

Tratamiento	Aspecto del perigonio	Color del grano	Forma del grano
L - 210 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 211 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 212 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 213 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 214 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 215 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 216 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 217 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 218 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 219 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 220 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 221 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 222 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
L - 223 – 14	“Semiabierta”	“Blanco”	“Intermedia”
CICA – 18	“Semiabierta”	Amarillo	“Intermedia”
	100.00%	Blanco 98.00%	100.00%
		Amarillo 2.00%	

La Tabla 48 indica que el 100 % de las líneas evaluadas, incluida “CICA–18”, presentó perigonio semiabierto y forma “Intermedia” de grano. El color del grano mostró marcada uniformidad; predominó el blanco (98 %). La única excepción corresponde a “CICA–18”, con tonalidad amarilla, lo que introduce una variación cromática mínima dentro del conjunto analizado.

El patrón observado coincide con Huamanguillas (2023), quien registra perigonio semiabierto y forma “Intermedia” de grano como rasgos dominantes en líneas evaluadas en “K’ayra”. El predominio de grano blanco (98 %) también concuerda con Dávalos (2022); en su estudio, la mayoría de accesiones mostró esta coloración, mientras los tonos amarillentos o grisáceos aparecieron de manera aislada.

Villaca (2024) describe mayor diversidad morfológica del grano; el autor identifica formas elipsoidales y cilíndricas además de la “Intermedia”. Esta variabilidad podría relacionarse con la heterogeneidad genética del germoplasma o con condiciones agroclimáticas distintas durante el llenado del grano.

Los resultados confirman alta uniformidad en los caracteres del grano. La coloración blanca y la forma “Intermedia” constituyen atributos comerciales favorables; ambos rasgos influyen en la aceptación del producto en mercados especializados y en la selección de líneas promisorias adaptadas a condiciones locales.

VII. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones

El estudio se desarrolló en el “Centro Agronómico K’ayra – Cusco”; se evaluó el rendimiento y diversos caracteres agrobotánicos en catorce líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y en la variedad testigo "CICA-18". El análisis de los resultados permitió establecer las siguientes conclusiones:

1. Sobre el rendimiento de grano

El rendimiento de grano mostró diferencias significativas entre los genotipos evaluados. En rendimiento por hectárea, las líneas L-222-14 (7.52 t/ha) y L-210-14 (7.45 t/ha) fueron estadísticamente superiores a “CICA-18” (6.23 t/ha), confirmando su mayor eficiencia productiva. En el peso de grano por planta, las líneas L-222-14 (163.17 g) y L-210-14 (161.81 g) registraron los valores más altos, superando ampliamente a “CICA-18” (111.25 g). Respecto al peso de mil granos, la variedad “CICA-18” (3.64 g) alcanzó el valor más alto, seguida de L-222-14 (3.52 g) y L-210-14 (3.50 g). Estos resultados demuestran que las líneas L-222-14 y L-210-14 presentan un rendimiento superior frente a “CICA-18”, posicionándose como materiales élite con potencial de liberación varietal.

2. Sobre las características agronómicas

Las variables agronómicas evidenciaron diferencias significativas en varios rasgos estructurales de la planta, mientras que otras resultaron homogéneas. En altura de planta, L-222-14 (277.19 cm) superó a “CICA-18” (241.64 cm). El diámetro de tallo presentó variabilidad reducida (17.11–21.52 mm); “CICA-18” (19.42 mm) se ubicó en el rango medio. En longitud de pecíolo, L-220-14 (7.22 cm) superó levemente a “CICA-18” (6.72 cm). En longitud de hoja, L-211-14 (9.98 cm) y “CICA-18” (8.88 cm) mostraron similitud estadística.

En ancho de hoja, L-210-14 (6.64 cm) fue significativamente superior frente a “CICA-18” (6.42 cm). En longitud de panoja, L-212-14 (84.94 cm) y L-210-14 (84.39 cm) superaron ampliamente a “CICA-18” (58.26 cm), que registró el valor más bajo. En diámetro de panoja, L-222-14 (13.07 cm) superó a “CICA-18” (10.01 cm). Finalmente, en diámetro de grano, L-222-14 (2.29 mm) y “CICA-18” (2.20 mm) no mostraron diferencias estadísticas. En conjunto, los resultados evidencian que las líneas L-222-14, L-210-14 y L-212-14 exhibieron una estructura vegetativa y reproductiva más desarrollada y eficiente que la variedad “CICA-18”, confirmando su superioridad agronómica y su potencial de adaptación a las condiciones del altiplano cusqueño.

3. Sobre las características botánicas

Las características botánicas cualitativas mostraron alta uniformidad fenotípica entre las líneas de selección y la variedad testigo. El 100 % de los genotipos presentó hábito de crecimiento “Herbáceo”, ramificación oblicua visible, hojas de forma “Romboidal” y margen “Aserrado”, y color “verde” intenso en lámina y pecíolo. Todas las inflorescencias fueron “Intermedias en forma y densidad, cambiando de verde a “Púrpura” durante la madurez fisiológica. El principal contraste se observó en el color del grano, donde el 98 % de las líneas de selección es de grano blanco perlado, mientras que la variedad “CICA-18” es grano amarillo dorado. Esta diferencia constituye un carácter distintivo de valor comercial y genético, que refleja la uniformidad y estabilidad de las líneas en evaluación, con potencial para su inclusión en programas de registro y validación varietal.

7.2. Recomendaciones

- » Priorización de genotipos superiores en esquemas de mejoramiento.

Se plantea incorporar de forma preferente las líneas L-222-14 y L-210-14 en procesos de validación agronómica y ensayos multilocales; ambos genotipos registran rendimientos elevados [7.37 t/ha y 7.30 t/ha] y destacan en variables estructurales como altura de planta, diámetro de panoja y peso de mil granos. La superioridad observada respecto al testigo “CICA-18” respalda su uso como base genética en programas orientados a la generación de nuevas variedades adaptadas a sistemas altoandinos.

- » Integración de variables productivas y morfológicas en la selección.

Se sugiere estructurar criterios de selección que articulen rendimiento con rasgos botánicos estables; arquitectura de planta, longitud de inflorescencia, tamaño de grano y peso específico. La evidencia generada indica asociación funcional entre estos atributos y la productividad; su incorporación permite identificar genotipos con equilibrio entre uniformidad fenotípica y eficiencia agronómica.

- » Evaluación ampliada de estabilidad y adaptabilidad genética.

Se recomienda extender la validación de las líneas promisorios en distintos escenarios agroecológicos del altiplano peruano; este enfoque permitirá estimar la interacción genotipo-ambiente y determinar la estabilidad del rendimiento bajo variabilidad edafoclimática. La información generada facilitará la formulación de recomendaciones específicas por zona productiva.

- » Revisión del rol del testigo comercial “CICA-18”.

Se propone reconsiderar la permanencia de “CICA-18” como material de referencia; su menor desempeño productivo frente a varias líneas evaluadas sugiere la necesidad de sustitución

progresiva o integración con nuevos genotipos de mayor competitividad dentro de esquemas de renovación varietal.

» Fortalecimiento de la caracterización morfológica.

Se recomienda consolidar el uso de descriptores cualitativos; color de tallo, pigmentación axilar, forma y color de grano, como herramientas de diferenciación varietal. La estandarización de estos rasgos contribuirá a procesos de registro, certificación e identificación genética en programas formales de mejoramiento.

» Transferencia de resultados y validación en campo.

Se plantea la difusión de los resultados mediante estrategias de extensión agraria; talleres técnicos, manuales operativos y módulos de capacitación dirigidos a productores y técnicos. La adopción de líneas élite permitirá incrementar la eficiencia productiva de la quinua en la región, sustentada en evidencia experimental generada bajo condiciones locales

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R. (2018). *Caracterización botánica y evaluación del contenido de saponina por el método del índice de espuma de 108 genotipos seleccionados de quinua (Chenopodium quinoa willd.) en el Centro Agronómico K'ayra-Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Alagón, L. (2021). *Fenotipaje convencional y comportamiento fenológico de 25 accesiones de quinua (Chenopodium quinoa willd) del Programa de Investigación en Quinua del Centro de Investigación en Cultivos Andinos, en el Centro Agronómico K'ayra*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Álvarez Cáceres, A., & Céspedes Flórez, E. (2017). *Catálogo del banco de germoplasma de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow)*. Lima, Perú: CICA-FCA-UNSAAC; Ministerio del Ambiente. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/catalogo_quinua_lowres.pdf
- Álvarez, A., & Céspedes, E. (2017). *Fitomejoramiento general y recursos genéticos* (2da edición ed.). Cusco, Perú: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG]. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 18(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Apaza Quispe, R. (2006). *Evaluación comparativa del comportamiento agronómico de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el Altiplano Norte*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

- Apaza, V., Cáceres, V., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Lima, Perú, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Aroni, G., Blajos, J., Bonifacio, A., Rojas, W., Oros, R., Plata, G., & Quispe, R. (2024). Origen y características agronómicas de la quinua. En G. Calvo Cárdenas, *La agricultura boliviana del siglo XXI: la experiencia de la quinua* (Primera ed., págs. 53-60). Cochabamba, Bolivia: Universidad Privada Boliviana-UPB.
https://doi.org/https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/e/7/9/f/e79f3a6052f9820bd13a3a
- Asociación Latinoamericana de Integración [ALADI]. (2013). *Quinua: un aliado para la erradicación del hambre*. Retrieved 28 de Marzo de 2025, from Boletín Informativo ALADI: https://www2.aladi.org/boletin/espanol/2013/MayoJunio/Proceso_04.htm
- Bertero, H. D., King, R. W., & Hall, A. J. (1999). Photoperiod-sensitive development phases in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd. *Field Crops Research*, 60(3), 231-243.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(98\)00128-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00128-2).
- Bioversity International,FAO,PROINPA, INIAF y FIDA. (2013). *Descriptores para quinua (Chenopodium quinoa Willd) y sus parientes silvestres*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
<https://www.fao.org/4/aq658s/aq658s.pdf>
- Chuquimarca Cuñas, J. C. (2019). *Evaluación de la adaptación y rendimiento de diez líneas de quinua (Chenopodium quinoa W), en la parroquia Calpi cantón Riobamba provincia de Chimborazo*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Cruces, L. M., Callohuari, Y., & Carrera, C. (2016). *Quinua: Manejo integrado de plagas. Estrategias en el cultivo de la quinua para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Dávalos Alagón, C. R. (2022). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina del grano de 14 líneas promisorias y una variedad de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) en K'ayra – San Jerónimo – Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- FAO. (2013). *Orígenes e historia de la quinua*. Retrieved 28 de Febrero de 2025, from Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no_mobile=1
- FAO. (2024). *FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved 28 de Marzo de 2025, from Portal Terminológico de la FAO: <https://www.fao.org/faoterm/viewentry/es/?entryId=34539>
- FAO. (2024). *Plataforma de información de la quinua – Alimento nutritivo*. Retrieved 28 de Marzo de 2025, from <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/>
- Franco, T. L., & Hidalgo, R. (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico no. 8*. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).
- Gandarillas, C. (1979). *La quinua y la kañiwa: cultivos andinos*. Bogotá, Colombia: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-IICA.

- Gómez Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua* (2.^a ed.). Lima, Perú: FAO & Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- Huamanguillas Estalla, Y. (2023). *Rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina de 12 líneas de quinua en proceso de selección y una variedad (Chenopodium quinoa Willdenow), en K'ayra – San Jerónimo – Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Huillca Huamán, M. H. (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*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2020). *Sistematización de la experiencia de los subproyectos del cultivo de quinua financiados por el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA)* (Primera ed.). Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1484812/Quinua%281%29.pdf.pdf>
- Jacobsen, S. E., Mujica, A., & Jensen, C. R. (2003). Resistencia de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a factores abióticos adversos. *Food Reviews International*, 19(1-2), 99-109.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1081/FRI-120018872>
- León Guzmán, M. A. (2024). *Comparativo de rendimiento de grano, características agrobotánicas y contenido de saponina de 14 líneas y variedad CICA 18 (*Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, Distrito San Jerónimo*,

Provincia y Región Cusco. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

MIDAGRI. (2023). *Pronóstico de producción de quinua al 2023*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI.
<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1460/1/Pronóstico%20de%20producción%20de%20quinua%20al%202023.pdf>

MIDAGRI. (2024). *Observatorio de siembras y perspectivas de producción de quinua: Boletín anual N.º 01-2023*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5945877/4344772-observatorio-de-siembras-y-perspectivas-de-produccion-quinua%282%29.pdf?v=1709155759>

MINAGRI. (2021). *Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción quinua*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego-MINAGRI.
<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/835/1/OBSERVATORIO%20DE%20QUINUA%20ENERO%202021.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2023). *Boletín Anual N.º 01-2023: Observatorio de la producción de quinua, avance de siembras de la campaña agrícola 2023-2024 y perspectivas de producción para el 2024*. Lima, Perú: MIDAGRI.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5945877/4344772-observatorio-de-siembras-y-perspectivas-de-produccion-quinua%282%29.pdf?v=1709155759>

Mujica, A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J., & Marathee, J. P. (2001). *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. Santiago de Chile, Chile: FAO.

https://www.researchgate.net/publication/350358426_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Wi
[ll_ancestral_cultivo_andino_alimento_del_presente_y_futuro](https://www.researchgate.net/publication/350358426_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Wi)

Murillo, Á., Vega, L., Rodríguez, D., & Yumisaca, F. (2023). *Manual del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Ecuador. Manual de cultivo No. 130*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos.

Paz Soldán, M., & Abrego Sivila, A. (2024). *La agricultura boliviana del siglo XXI : la experiencia de la quinua*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Privada Boliviana-UPB.

Puelles Loayza, J. B. (2016). *Comparativo de rendimiento de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en tres épocas de siembra en la comunidad de Ccomará distrito de Accha-provincia de Paruro-Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Puma, V. A. (1996). *Componentes primarios y secundarios de rendimiento en siete genotipos de quinua*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Quispe Mayta, E. (2019). *Comparativo de rendimiento de grano, fenología, análisis bromatológico, contenido de aminoácidos y contenido de saponina de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) en San Salvador – Calca – Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Quispe, S. (2017). *Caracterización botánica y evaluación del contenido de saponina por el método del índice de espuma de 108 genotipos seleccionados de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el Centro Agronómico K'ayra-Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

- Serrano, M. A. (2011). *Comparativo de rendimiento de dieciséis selecciones de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Sivana Alvis, A. D. (2016). *Evaluación de cuatro variedades de quinua (Chenopodium quinoa willd.) para rendimiento de grano en tres épocas de siembra bajo condiciones de riego por aspersión en el distrito de Santo Tomas - provincia de Chumbivilcas- Cusco*. Chumbivilcas, Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Spehar, C., & Rocha, J. (2009). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de quinua, genotipo 4.5. en la sabana brasileña. *Revista Bioscience*, 4(25), 53-58.
https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/289702823_Effect_of_sowing_density_on_plant_growth_and_development_of_quinoa_genotype_45_in_the_Brazilian_Savannah_Highlands
- Villaca Meza, Y. J. (2024). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización agrobotánica y contenido de saponina de 14 líneas de quinua y variedad CICA 127 (Chenopodium quinoa Willdenow) en K'ayra - San Jerónimo - Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Yapura Quispe, E. D. (2025). *Comparativo de rendimiento de grano, características botánicas, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 15 líneas promisorias y variedad cica 18 de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra distrito San Je*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Fotografías de trabajo de investigación

Fotografía 1.

Aplicación de riego previo a la instalación del cultivo.



Fotografía 2.

Delimitación y trazado del área experimental.



Fotografía 3.

Clasificación y codificación de semillas de quinua.



Fotografía 4.

Instalación del cultivo mediante siembra en campo.



Fotografía 5.

Cobertura del material vegetal sembrado.



Fotografía 6.

Establecimiento de plántulas (transplante) en campo definitivo.



Fotografía 7.

Ajuste de densidad mediante eliminación de plantas excedentes.



Fotografía 8.

Control manual de malezas en el cultivo.



Fotografía 9.

Formación de surcos y aporque en plantas establecidas.



Fotografía 10.

Identificación individual de plantas seleccionadas.



Fotografía 11.

Suministro hídrico mediante sistema de surcos.



Fotografía 12.

Registro de variables en plantas seleccionadas.



Fotografía 13.

Recolección de panojas en etapa de cosecha.



Fotografía 14.

Deshidratación de estructuras reproductivas evaluadas.



Fotografía 15.

Separación de grano mediante trillado manual.



Fotografía 16.

Trillado de panojas de la parcela neta



Fotografía 17.

Determinación del peso de grano previo a limpieza.



Fotografía 18.

Clasificación de grano mediante tamizado.



Fotografía 19

Eliminación de impurezas por ventilación.



Fotografía 20.

Cuantificación de grano limpio por planta.



Fotografía 21.

Determinación de peso de la parcela neta.



Fotografía 22.

Proceso de secado de grano cosechado.



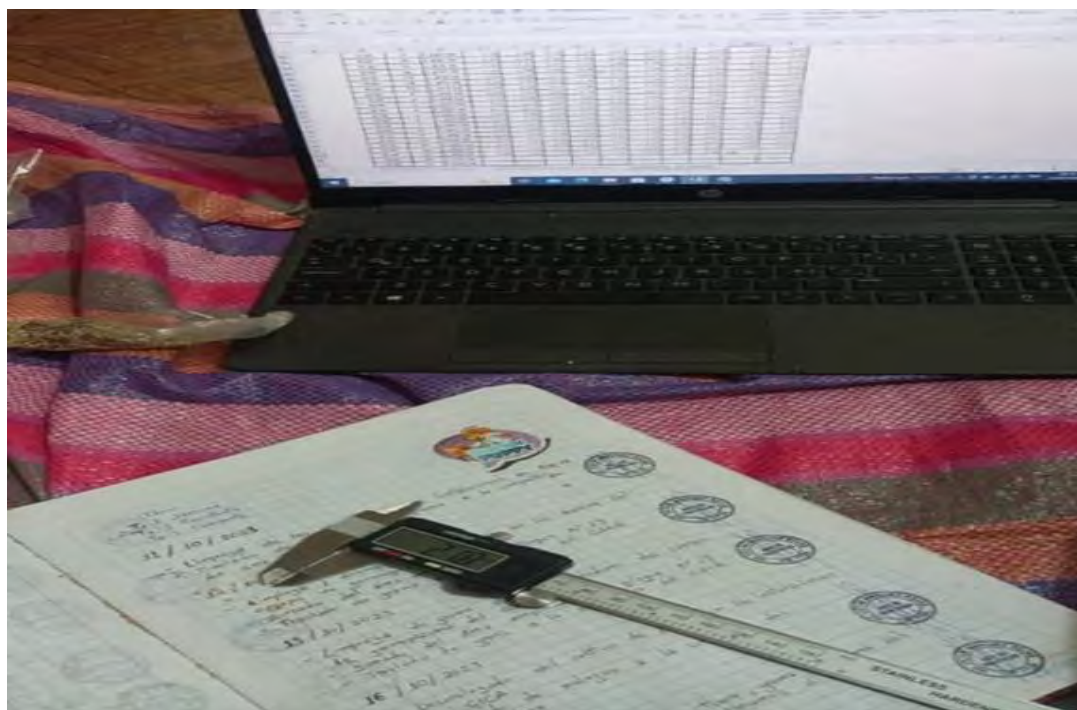
Fotografía 23.

Conteo de muestra estándar de mil granos.

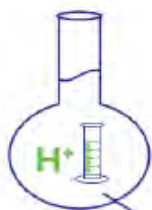


Fotografía 24

Medición del diámetro del grano.



Anexo 2: Caracterización físico-química del suelo experimental



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0517-24 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA : UHLE MAX HUANACO QUISPE.

PROYECTO : *COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y EVALUACIÓN AGROBOTÁNICA DE 14 LÍNEAS DE QUINUA DE GRANO BLANCO Y VARIEDAD CICA - 18 (*Chenopodium quinoa willd*) EN K'AYRA - CUSCO*

MUESTRA : M₁.- SUELO K'AYRA - ÁREA C1.
DISTRITO : SAN JERÓNIMO.
PROVINCIA : CUSCO.
DEPARTAMENTO : CUSCO.
FECHA DE INFORME : 26/08/2024

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁
Humedad	%	9.3
Muestra seca		
Nitrógeno total	%	0.05
Fosforo disponible P ₂ O ₅	mg/100	0.50
Potasio intercambiable K ₂ O	mg/100	14.0
pH		7.4
Textura(malla 2 mm)		
Arena	%	29.3
Arcilla	%	1.1
Limo	%	69.6
Clase textural		Franco Limoso

MÉTODOS DE ANÁLISIS:

- El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.
- Soil Testing Methods - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) - ROME 2020.

NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.
- La muestra fue tomada por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 234338

Anexo 3. Cálculo de aporte del suelo y dosis de fertilización

1. Supuestos, parámetros y conversión a hectárea

- Profundidad efectiva: 0–25 cm
- Densidad aparente: 1.28 g·cm³.
- Masa de suelo por hectárea: $10\,000\text{ m}^2 \times 0.25\text{ m} \times 1.28\text{ t} \cdot \text{cm}^3 = 3\,200\,000\text{ kg suelo/ha}$.
- Marco de plantación: 0.80 m × 0.10 m.
- Área por planta = 0.08 m² → densidad = 125,000 plantas/ha.

2. Aporte efectivo del suelo (a 0–25 cm)

- Datos de laboratorio (Anexo 2)
- N total = 0.05 %
- P₂ O₅ disponible = 0.50 mg·100 g
- K₂ O intercambiable = 14.0 mg·100 g
- pH = 7.4; textura franco limosa.

2.1. Nitrógeno (N)

Reserva total: $0.0005 \times 3\,200\,000 = 1\,600\text{ kg N ha}$

Coefficiente de mineralización ($f_{m\text{ im}} = 1\%$): $1\,600 \times 0.01 = 16\text{ kg N ha}$

Coefficiente de rendimiento útil (CRU = 60 %): $16 \times 0.60 = 9.6\text{ kg N ha}$

Aporte efectivo del suelo en N: 9.6 kg/ha.

2.2. Fósforo (P₂ O₅)

$0.50\text{ mg} \cdot 100\text{ g} = 5\text{ mg} \cdot \text{kg} = 5\text{ ppm}$.

Aporte total: $3\,200\,000 \times 5 / 1\,000\,000 = 16\text{ kg P}_2\text{ O}_5\text{ ha}$.

Coefficiente de rendimiento útil (CRU = 15 %): $16 \times 0.15 = 2.4\text{ kg P}_2\text{ O}_5\text{ ha}$

Aporte efectivo del suelo en P₂ O₅ : 2.4 kg/ha.

2.3. Potasio (K₂ O)

14.0 mg · 100 g = 140 mg · kg = 140 ppm.

Aporte total: $3\,200\,000 \times 140 / 1\,000\,000 = 448$ kg K₂ O ha.

Coefficiente de rendimiento útil (CRU = 50 %): $448 \times 0.50 = 224$ kg K₂ O ha

Aporte efectivo del suelo en K₂ O: 224 kg/ha.

Tabla 49.

Meta y balance para el nivel 180–150–37.5 (N–P₂ O₅ –K₂ O)

Nutriente	Meta (kg/ha)	Aporte del suelo (kg/ha)	Déficit a cubrir (kg/ha)
N	180	9.6	170.4
P ₂ O ₅	150	2.4	147.6
K ₂ O	37.5	224	0

Nota: El potasio disponible excede ampliamente la meta; no se aplica K₂ O.

3. Conversión del déficit a fertilizantes comerciales

Fuentes

- Urea (46 % N)
- Superfosfato triple – SFT (46 % P₂ O₅)
- KCl (60 % K₂ O, no se aplica)

Urea: $170.4 / 0.46 = 370.43$ kg/ha

SFT: $147.6 / 0.46 = 320.00$ kg/ha

KCl: no corresponde.

4. Dosis por planta (0.80 m × 0.10 m; 125,000 plantas/ha)

$g/planta = (kg/ha \times 1000) / 125\,000$

Tabla 50.

Dosis por planta (0.80 m × 0.10 m; 125,000 plantas/ha).

Fertilizante	Dosis ha (kg)	Dosis por planta (g)
Urea (46 % N)	370.43	2.96
SFT (46 % P ₂ O ₅)	320	2.56
KCl (60 % K ₂ O)	0	0

Equivalencia nutriente por planta:

N requerido = 170 400 g/125 000=1.36 g N → lo aporta 2.96 g de urea (46 %).

P₂ O₅ requerido = 147 600 g/125 000=1.18 g P₂ O₅ planta → lo aporta 2.56 g de SFT (46 %).

5. Consideraciones operativas

Aplicación: el fósforo (SFT) se aplicó a la siembra; el nitrógeno (urea) se fraccionó en dos momentos, 50 % a la siembra y 50 % en el primer aporque.

El potasio no se aplicó por suficiencia edáfica. Los ajustes se realizaron conforme al vigor inicial y las condiciones de humedad del suelo, manteniendo el balance nutrimental propuesto.

Anexo 4. Resultados de campo de 10 plantas evaluadas

Tabla 51.

Resultados de peso de granos por planta (g)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	L - 210 - 14	170	169	178	181	173	169	169	182	185	184	176.00
	L - 211 - 14	114	113	122	125	117	113	113	126	129	128	120.00
	L - 212 - 14	108	107	116	119	111	107	107	120	123	122	114.00
	L - 213 - 14	74	73	82	85	77	73	73	86	89	88	80.00
	L - 214 - 14	71	70	79	82	74	70	70	83	86	85	77.00
	L - 215 - 14	113	112	121	124	116	112	112	125	128	127	119.00
	L - 216 - 14	75	74	83	86	78	74	74	87	90	89	81.00
	L - 217 - 14	126	125	134	137	129	125	125	138	141	140	132.00
	L - 218 - 14	84	83	92	95	87	83	83	96	99	98	90.00
	L - 219 - 14	77	76	85	88	80	76	76	89	92	91	83.00
	L - 220 - 14	91	90	99	102	94	90	90	103	106	105	97.00
	L - 221 - 14	86	85	94	97	89	85	85	98	101	100	92.00
	L - 222 - 14	158	157	166	169	161	157	157	170	173	172	164.00
	L - 223 - 14	75	74	83	86	78	74	74	87	90	89	81.00
CICA - 18	148	147	156	159	151	147	147	160	163	162	154.00	
B-II	L - 210 - 14	175	173	182	186	177	173	174	186	189	189	180.23
	L - 211 - 14	78	77	86	89	81	77	77	90	93	92	84.00
	L - 212 - 14	82	81	90	93	85	81	81	94	97	96	88.00
	L - 213 - 14	123	122	131	134	126	122	122	135	138	137	129.00
	L - 214 - 14	121	120	129	132	124	120	120	133	136	135	127.00
	L - 215 - 14	76	75	84	87	79	75	75	88	91	90	82.00
	L - 216 - 14	108	107	116	119	111	107	107	120	123	122	114.00
	L - 217 - 14	94	93	102	105	97	93	93	106	109	108	100.00
	L - 218 - 14	67	66	75	78	70	66	66	79	82	81	73.00
	L - 219 - 14	60	59	68	71	63	59	59	72	75	74	66.00
	L - 220 - 14	105	104	113	116	108	104	104	117	120	119	111.00
	L - 221 - 14	81	80	89	92	84	80	80	93	96	95	87.00
	L - 222 - 14	174	173	182	185	177	173	173	186	189	188	180.12
	L - 223 - 14	140	139	148	151	143	139	139	152	155	154	146.00
CICA - 18	71	70	79	82	74	70	70	83	86	85	77.00	
B-III	L - 210 - 14	115	114	123	126	118	114	114	127	130	129	121.00
	L - 211 - 14	87	86	95	98	90	86	86	99	102	101	93.00
	L - 212 - 14	131	130	139	142	134	130	130	143	146	145	137.00
	L - 213 - 14	138	137	146	149	141	137	137	150	153	152	144.00
	L - 214 - 14	73	72	81	84	76	72	72	85	88	87	79.00
	L - 215 - 14	63	62	71	74	66	62	62	75	78	77	69.00
	L - 216 - 14	119	118	127	130	122	118	118	131	134	133	125.00
	L - 217 - 14	90	89	98	101	92	89	89	101	104	104	95.78
	L - 218 - 14	105	104	113	116	108	104	104	117	120	119	111.00
	L - 219 - 14	72	71	80	83	75	71	71	84	87	86	78.00
	L - 220 - 14	89	88	97	100	92	88	88	101	104	103	95.00
	L - 221 - 14	113	112	121	124	116	112	112	125	128	127	119.00
	L - 222 - 14	183	181	191	194	185	182	182	194	197	197	188.56
	L - 223 - 14	85	84	93	96	88	84	84	97	100	99	91.00
CICA - 18	101	100	109	112	104	100	100	113	116	115	107.00	
B-IV	L - 210 - 14	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170.00
	L - 211 - 14	90	89	98	101	93	89	89	102	105	104	96.00
	L - 212 - 14	121	119	128	132	123	119	120	132	135	135	126.23
	L - 213 - 14	82	81	90	93	85	81	81	94	97	96	88.00
	L - 214 - 14	131	130	139	142	134	130	130	143	146	145	137.00
	L - 215 - 14	115	113	123	126	117	114	114	126	129	129	120.57
	L - 216 - 14	60	59	68	71	63	59	59	72	75	74	66.00
	L - 217 - 14	116	115	124	127	119	115	115	128	131	130	122.00
	L - 218 - 14	108	107	116	119	111	107	107	120	123	122	114.00
	L - 219 - 14	57	56	65	68	60	56	56	69	72	71	63.00
	L - 220 - 14	87	86	95	98	90	86	86	99	102	101	93.00
	L - 221 - 14	97	96	105	108	100	96	96	109	112	111	103.00
	L - 222 - 14	114	113	122	125	117	113	113	126	129	128	120.00
	L - 223 - 14	121	120	129	132	124	120	120	133	136	135	127.00
CICA - 18	101	100	109	112	104	100	100	113	116	115	107.00	

Tabla 52.

Resultados de peso mil granos (g)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	4.15	4.12	2.87	3.08	3.45	3.13	3.29	3.12	3.24	3.10	3.36
	L-217-14	3.91	3.88	2.63	2.84	3.21	2.89	3.05	2.88	3.00	2.86	3.12
	L-210-14	3.77	3.74	2.49	2.70	3.07	2.75	2.91	2.74	2.86	2.72	2.97
	L-219-14	3.99	3.96	2.71	2.92	3.29	2.97	3.13	2.96	3.08	2.94	3.20
	L-215-14	3.57	3.54	2.29	2.50	2.87	2.55	2.71	2.54	2.66	2.52	2.77
	L-221-14	3.57	3.54	2.29	2.50	2.87	2.55	2.71	2.54	2.66	2.52	2.77
	L-212-14	3.30	3.27	2.02	2.23	2.60	2.28	2.44	2.27	2.39	2.25	2.51
	L-213-14	4.21	4.18	2.93	3.14	3.51	3.19	3.35	3.18	3.30	3.16	3.41
	L-211-14	3.81	3.78	2.53	2.74	3.11	2.79	2.95	2.78	2.90	2.76	3.02
	L-222-14	3.95	3.92	2.67	2.88	3.25	2.93	3.09	2.92	3.04	2.90	3.16
	L-223-14	4.25	4.22	2.97	3.18	3.55	3.23	3.39	3.22	3.34	3.20	3.45
	L-220-14	3.22	3.19	1.94	2.15	2.52	2.20	2.36	2.19	2.31	2.17	2.43
	L-214-18	4.02	3.99	2.74	2.95	3.32	3.00	3.16	2.99	3.11	2.97	3.22
	L-218-14	3.78	3.75	2.50	2.71	3.08	2.76	2.92	2.75	2.87	2.73	2.99
L-216-14	4.61	4.58	3.33	3.54	3.91	3.59	3.75	3.58	3.70	3.56	3.82	
B-II	L-210-14	3.68	3.65	2.40	2.61	2.98	2.66	2.82	2.65	2.77	2.63	2.88
	L-223-14	4.13	4.10	2.85	3.06	3.43	3.11	3.27	3.10	3.22	3.08	3.34
	L-213-14	3.91	3.88	2.63	2.84	3.21	2.89	3.05	2.88	3.00	2.86	3.11
	L-220-14	4.38	4.35	3.10	3.31	3.68	3.36	3.52	3.35	3.47	3.33	3.58
	L-212-14	4.01	3.98	2.73	2.94	3.31	2.99	3.15	2.98	3.10	2.96	3.22
	L-215-14	3.87	3.84	2.59	2.80	3.17	2.85	3.01	2.84	2.96	2.82	3.08
	L-222-14	4.13	4.10	2.85	3.06	3.43	3.11	3.27	3.10	3.22	3.08	3.33
	L-216-14	4.19	4.16	2.91	3.12	3.49	3.17	3.33	3.16	3.28	3.14	3.39
	L-217-14	4.16	4.13	2.88	3.09	3.46	3.14	3.30	3.13	3.25	3.11	3.36
	L-214-14	3.68	3.65	2.40	2.61	2.98	2.66	2.82	2.65	2.77	2.63	2.89
	L-218-14	4.14	4.11	2.86	3.07	3.44	3.12	3.28	3.11	3.23	3.09	3.34
	L-211-14	3.96	3.93	2.68	2.89	3.26	2.94	3.10	2.93	3.05	2.91	3.16
	L-219-14	3.84	3.81	2.56	2.77	3.14	2.82	2.98	2.81	2.93	2.79	3.04
	L-221-14	3.74	3.71	2.46	2.67	3.04	2.72	2.88	2.71	2.83	2.69	2.94
B-III	“CICA-18”	4.03	4.00	2.75	2.96	3.33	3.01	3.17	3.00	3.12	2.98	3.23
	L-212-14	4.00	3.97	2.72	2.93	3.30	2.98	3.14	2.97	3.09	2.95	3.20
	L-222-14	4.11	4.08	2.83	3.04	3.41	3.09	3.25	3.08	3.20	3.06	3.31
	L-216-14	3.81	3.78	2.53	2.74	3.11	2.79	2.95	2.78	2.90	2.76	3.02
	L-218-14	4.33	4.30	3.05	3.26	3.63	3.31	3.47	3.30	3.42	3.28	3.53
	L-213-14	4.07	4.04	2.79	3.00	3.37	3.05	3.21	3.04	3.16	3.02	3.27
	“CICA-18”	3.83	3.80	2.55	2.76	3.13	2.81	2.97	2.80	2.92	2.78	3.04
	L-211-14	3.71	3.68	2.43	2.64	3.01	2.69	2.85	2.68	2.80	2.66	2.92
	L-223-14	4.09	4.06	2.81	3.02	3.39	3.07	3.23	3.06	3.18	3.04	3.29
	L-221-14	4.08	4.05	2.80	3.01	3.38	3.06	3.22	3.05	3.17	3.03	3.29
	L-220-14	3.66	3.63	2.38	2.59	2.96	2.64	2.80	2.63	2.75	2.61	2.86
	L-214-14	3.83	3.80	2.55	2.76	3.13	2.81	2.97	2.80	2.92	2.78	3.03
	L-217-14	4.33	4.30	3.05	3.26	3.63	3.31	3.47	3.30	3.42	3.28	3.54
	L-210-14	4.15	4.12	2.87	3.08	3.45	3.13	3.29	3.12	3.24	3.10	3.35
L-215-14	4.08	4.05	2.80	3.01	3.38	3.06	3.22	3.05	3.17	3.03	3.28	
L-219-14	4.44	4.41	3.16	3.37	3.74	3.42	3.58	3.41	3.53	3.39	3.65	
B-IV	L-218-14	4.05	4.02	2.77	2.98	3.35	3.03	3.19	3.02	3.14	3.00	3.25
	L-214-14	4.04	4.01	2.76	2.97	3.34	3.02	3.18	3.01	3.13	2.99	3.25
	L-215-14	4.22	4.19	2.94	3.15	3.52	3.20	3.36	3.19	3.31	3.17	3.42
	L-212-14	4.27	4.24	2.99	3.20	3.57	3.25	3.41	3.24	3.36	3.22	3.48
	L-221-14	4.12	4.09	2.84	3.05	3.42	3.10	3.26	3.09	3.21	3.07	3.33
	L-213-14	3.50	3.47	2.22	2.43	2.80	2.48	2.64	2.47	2.59	2.45	2.71
	L-223-14	3.89	3.86	2.61	2.82	3.19	2.87	3.03	2.86	2.98	2.84	3.10
	L-217-14	4.10	4.07	2.82	3.03	3.40	3.08	3.24	3.07	3.19	3.05	3.30
	L-222-14	3.93	3.90	2.65	2.86	3.23	2.91	3.07	2.90	3.02	2.88	3.13
	“CICA-18”	3.90	3.87	2.62	2.83	3.20	2.88	3.04	2.87	2.99	2.85	3.10
	L-219-14	4.21	4.18	2.93	3.14	3.51	3.19	3.35	3.18	3.30	3.16	3.41
	L-210-14	4.21	4.18	2.93	3.14	3.51	3.19	3.35	3.18	3.30	3.16	3.41
	L-220-14	4.31	4.28	3.03	3.24	3.61	3.29	3.45	3.28	3.40	3.26	3.51
	L-216-14	3.95	3.92	2.67	2.88	3.25	2.93	3.09	2.92	3.04	2.90	3.16
L-211-14	4.65	4.62	3.37	3.58	3.95	3.63	3.79	3.62	3.74	3.60	3.85	

Tabla 53.

Resultados de altura de plantas (cm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	277.11	270.58	294.92	288.09	279.48	275.82	266.17	293.37	291.39	291.07	282.80
	L-217-14	275.87	269.34	293.68	286.85	278.24	274.58	264.93	292.13	290.15	289.83	281.56
	L-210-14	255.01	248.48	272.82	265.99	257.38	253.72	244.07	271.27	269.29	268.97	260.70
	L-219-14	257.04	250.51	274.85	268.02	259.41	255.75	246.10	273.30	271.32	271.00	262.73
	L-215-14	238.44	231.91	256.25	249.42	240.81	237.15	227.50	254.70	252.72	252.40	244.13
	L-221-14	233.93	227.40	251.74	244.91	236.30	232.64	222.99	250.19	248.21	247.89	239.62
	L-212-14	242.27	235.74	260.08	253.25	244.64	240.98	231.33	258.53	256.55	256.23	247.96
	L-213-14	254.13	247.60	271.94	265.11	256.50	252.84	243.19	270.39	268.41	268.09	259.82
	L-211-14	241.37	234.84	259.18	252.35	243.74	240.08	230.43	257.63	255.65	255.33	247.06
	L-222-14	205.29	198.76	223.10	216.27	207.66	204.00	194.35	221.55	219.57	219.25	210.98
	L-223-14	246.50	239.97	264.31	257.48	248.87	245.21	235.56	262.76	260.78	260.46	252.19
	L-220-14	249.92	243.39	267.73	260.90	252.29	248.63	238.98	266.18	264.20	263.88	255.61
	L-214-18	270.08	263.55	287.89	281.06	272.45	268.79	259.14	286.34	284.36	284.04	275.77
	L-218-14	254.24	247.71	272.05	265.22	256.61	252.95	243.30	270.50	268.52	268.20	259.93
	L-216-14	245.81	239.28	263.62	256.79	248.18	244.52	234.87	262.07	260.09	259.77	251.50
B-II	L-210-14	252.69	246.16	270.50	263.67	255.06	251.40	241.75	268.95	266.97	266.65	258.38
	L-223-14	244.80	238.27	262.61	255.78	247.17	243.51	233.86	261.06	259.08	258.76	250.49
	L-213-14	248.04	241.51	265.85	259.02	250.41	246.75	237.10	264.30	262.32	262.00	253.73
	L-220-14	253.37	246.84	271.18	264.35	255.74	252.08	242.43	269.63	267.65	267.33	259.06
	L-212-14	270.07	263.54	287.88	281.05	272.44	268.78	259.13	286.33	284.35	284.03	275.76
	L-215-14	240.55	234.02	258.36	251.53	242.92	239.26	229.61	256.81	254.83	254.51	246.24
	L-222-14	242.16	235.63	259.97	253.14	244.53	240.87	231.22	258.42	256.44	256.12	247.85
	L-216-14	237.08	230.55	254.89	248.06	239.45	235.79	226.14	253.34	251.36	251.04	242.77
	L-217-14	233.78	227.25	251.59	244.76	236.15	232.49	222.84	250.04	248.06	247.74	239.47
	L-214-14	225.24	218.71	243.05	236.22	227.61	223.95	214.30	241.50	239.52	239.20	230.93
	L-218-14	252.52	245.99	270.33	263.50	254.89	251.23	241.58	268.78	266.80	266.48	258.21
	L-211-14	224.40	217.87	242.21	235.38	226.77	223.11	213.46	240.66	238.68	238.36	230.09
	L-219-14	270.51	263.98	288.32	281.49	272.88	269.22	259.57	286.77	284.79	284.47	276.20
	L-221-14	262.94	256.41	280.75	273.92	265.31	261.65	252.00	279.20	277.22	276.90	268.63
	“CICA-18”	201.34	194.81	219.15	212.32	203.71	200.05	190.40	217.60	215.62	215.30	207.03
B-III	L-212-14	252.63	246.10	270.44	263.61	255.00	251.34	241.69	268.89	266.91	266.59	258.32
	L-222-14	245.43	238.90	263.24	256.41	247.80	244.14	234.49	261.69	259.71	259.39	251.12
	L-216-14	223.24	216.71	241.05	234.22	225.61	221.95	212.30	239.50	237.52	237.20	228.93
	L-218-14	230.30	223.77	248.11	241.28	232.67	229.01	219.36	246.56	244.58	244.26	235.99
	L-213-14	263.46	256.93	281.27	274.44	265.83	262.17	252.52	279.72	277.74	277.42	269.15
	“CICA-18”	227.21	220.68	245.02	238.19	229.58	225.92	216.27	243.47	241.49	241.17	232.90
	L-211-14	252.11	245.58	269.92	263.09	254.48	250.82	241.17	268.37	266.39	266.07	257.80
	L-223-14	196.04	189.51	213.85	207.02	198.41	194.75	185.10	212.30	210.32	210.00	201.73
	L-221-14	254.26	247.73	272.07	265.24	256.63	252.97	243.32	270.52	268.54	268.22	259.95
	L-220-14	219.96	213.43	237.77	230.94	222.33	218.67	209.02	236.22	234.24	233.92	225.65
	L-214-14	255.39	248.86	273.20	266.37	257.76	254.10	244.45	271.65	269.67	269.35	261.08
	L-217-14	258.86	252.33	276.67	269.84	261.23	257.57	247.92	275.12	273.14	272.82	264.55
	L-210-14	284.06	277.53	301.87	295.04	286.43	282.77	273.12	300.32	298.34	298.02	289.75
	L-215-14	244.84	238.31	262.65	255.82	247.21	243.55	233.90	261.10	259.12	258.80	250.53
	L-219-14	257.51	250.98	275.32	268.49	259.88	256.22	246.57	273.77	271.79	271.47	263.20
B-IV	L-218-14	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68	246.68
	L-214-14	226.25	219.72	244.06	237.23	228.62	224.96	215.31	242.51	240.53	240.21	231.94
	L-215-14	262.99	256.46	280.80	273.97	265.36	261.70	252.05	279.25	277.27	276.95	268.68
	L-212-14	241.17	234.64	258.98	252.15	243.54	239.88	230.23	257.43	255.45	255.13	246.86
	L-221-14	260.10	253.57	277.91	271.08	262.47	258.81	249.16	276.36	274.38	274.06	265.79
	L-213-14	244.34	237.81	262.15	255.32	246.71	243.05	233.40	260.60	258.62	258.30	250.03
	L-223-14	232.82	226.29	250.63	243.80	235.19	231.53	221.88	249.08	247.10	246.78	238.51
	L-217-14	224.63	218.10	242.44	235.61	227.00	223.34	213.69	240.89	238.91	238.59	230.32
	L-222-14	272.36	265.83	290.17	283.34	274.73	271.07	261.42	288.62	286.64	286.32	278.05
	“CICA-18”	237.13	230.60	254.94	248.11	239.50	235.84	226.19	253.39	251.41	251.09	242.82
	L-219-14	220.83	214.30	238.64	231.81	223.20	219.54	209.89	237.09	235.11	234.79	226.52
	L-210-14	254.96	248.43	272.77	265.94	257.33	253.67	244.02	271.22	269.24	268.92	260.65
	L-220-14	261.36	254.83	279.17	272.34	263.73	260.07	250.42	277.62	275.64	275.32	267.05
	L-216-14	238.88	232.35	256.69	249.86	241.25	237.59	227.94	255.14	253.16	252.84	244.57
	L-211-14	239.15	232.62	256.96	250.13	241.52	237.86	228.21	255.41	253.43	253.11	244.84

Tabla 54.

Resultados de diámetro de tallo (mm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	23.32	23.29	22.04	22.25	22.62	22.30	22.46	22.29	22.41	22.27	22.53
	L-217-14	21.11	21.08	19.83	20.04	20.41	20.09	20.25	20.08	20.20	20.06	20.32
	L-210-14	21.74	21.71	20.46	20.67	21.04	20.72	20.88	20.71	20.83	20.69	20.95
	L-219-14	23.65	23.62	22.37	22.58	22.95	22.63	22.79	22.62	22.74	22.60	22.85
	L-215-14	21.09	21.06	19.81	20.02	20.39	20.07	20.23	20.06	20.18	20.04	20.30
	L-221-14	17.57	17.54	16.29	16.50	16.87	16.55	16.71	16.54	16.66	16.52	16.77
	L-212-14	20.84	20.81	19.56	19.77	20.14	19.82	19.98	19.81	19.93	19.79	20.05
	L-213-14	24.13	24.10	22.85	23.06	23.43	23.11	23.27	23.10	23.22	23.08	23.34
	L-211-14	21.84	21.81	20.56	20.77	21.14	20.82	20.98	20.81	20.93	20.79	21.04
	L-222-14	20.56	20.53	19.28	19.49	19.86	19.54	19.70	19.53	19.65	19.51	19.77
	L-223-14	22.37	22.34	21.09	21.30	21.67	21.35	21.51	21.34	21.46	21.32	21.57
	L-220-14	20.75	20.72	19.47	19.68	20.05	19.73	19.89	19.72	19.84	19.70	19.95
	L-214-18	22.66	22.63	21.38	21.59	21.96	21.64	21.80	21.63	21.75	21.61	21.86
	L-218-14	22.30	22.27	21.02	21.23	21.60	21.28	21.44	21.27	21.39	21.25	21.51
	L-216-14	22.66	22.63	21.38	21.59	21.96	21.64	21.80	21.63	21.75	21.61	21.86
B-II	L-210-14	24.71	24.68	23.43	23.64	24.01	23.69	23.85	23.68	23.80	23.66	23.91
	L-223-14	20.01	19.98	18.73	18.94	19.31	18.99	19.15	18.98	19.10	18.96	19.22
	L-213-14	18.00	17.97	16.72	16.93	17.30	16.98	17.14	16.97	17.09	16.95	17.21
	L-220-14	26.30	26.27	25.02	25.23	25.60	25.28	25.44	25.27	25.39	25.25	25.51
	L-212-14	23.77	23.74	22.49	22.70	23.07	22.75	22.91	22.74	22.86	22.72	22.98
	L-215-14	18.06	18.03	16.78	16.99	17.36	17.04	17.20	17.03	17.15	17.01	17.26
	L-222-14	22.90	22.87	21.62	21.83	22.20	21.88	22.04	21.87	21.99	21.85	22.11
	L-216-14	22.77	22.74	21.49	21.70	22.07	21.75	21.91	21.74	21.86	21.72	21.97
	L-217-14	18.46	18.43	17.18	17.39	17.76	17.44	17.60	17.43	17.55	17.41	17.66
	L-214-14	15.84	15.81	14.56	14.77	15.14	14.82	14.98	14.81	14.93	14.79	15.04
	L-218-14	22.47	22.44	21.19	21.40	21.77	21.45	21.61	21.44	21.56	21.42	21.67
	L-211-14	19.58	19.55	18.30	18.51	18.88	18.56	18.72	18.55	18.67	18.53	18.78
	L-219-14	21.52	21.49	20.24	20.45	20.82	20.50	20.66	20.49	20.61	20.47	20.72
	L-221-14	24.69	24.66	23.41	23.62	23.99	23.67	23.83	23.66	23.78	23.64	23.90
	“CICA-18”	18.49	18.46	17.21	17.42	17.79	17.47	17.63	17.46	17.58	17.44	17.70
B-III	L-212-14	21.27	21.24	19.99	20.20	20.57	20.25	20.41	20.24	20.36	20.22	20.47
	L-222-14	18.05	18.02	16.77	16.98	17.35	17.03	17.19	17.02	17.14	17.00	17.25
	L-216-14	21.79	21.76	20.51	20.72	21.09	20.77	20.93	20.76	20.88	20.74	21.00
	L-218-14	18.68	18.65	17.40	17.61	17.98	17.66	17.82	17.65	17.77	17.63	17.89
	L-213-14	20.12	20.09	18.84	19.05	19.42	19.10	19.26	19.09	19.21	19.07	19.32
	“CICA-18”	16.88	16.85	15.60	15.81	16.18	15.86	16.02	15.85	15.97	15.83	16.09
	L-211-14	21.97	21.94	20.69	20.90	21.27	20.95	21.11	20.94	21.06	20.92	21.17
	L-223-14	20.17	20.14	18.89	19.10	19.47	19.15	19.31	19.14	19.26	19.12	19.37
	L-221-14	21.73	21.70	20.45	20.66	21.03	20.71	20.87	20.70	20.82	20.68	20.94
	L-220-14	17.56	17.53	16.28	16.49	16.86	16.54	16.70	16.53	16.65	16.51	16.76
	L-214-14	20.76	20.73	19.48	19.69	20.06	19.74	19.90	19.73	19.85	19.71	19.96
	L-217-14	24.18	24.15	22.90	23.11	23.48	23.16	23.32	23.15	23.27	23.13	23.39
	L-210-14	23.24	23.21	21.96	22.17	22.54	22.22	22.38	22.21	22.33	22.19	22.44
	L-215-14	20.98	20.95	19.70	19.91	20.28	19.96	20.12	19.95	20.07	19.93	20.18
	L-219-14	17.57	17.54	16.29	16.50	16.87	16.55	16.71	16.54	16.66	16.52	16.77
B-IV	L-218-14	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98	18.98
	L-214-14	18.44	18.41	17.16	17.37	17.74	17.42	17.58	17.41	17.53	17.39	17.64
	L-215-14	22.34	22.31	21.06	21.27	21.64	21.32	21.48	21.31	21.43	21.29	21.55
	L-212-14	19.57	19.54	18.29	18.50	18.87	18.55	18.71	18.54	18.66	18.52	18.77
	L-221-14	22.58	22.55	21.30	21.51	21.88	21.56	21.72	21.55	21.67	21.53	21.78
	L-213-14	23.46	23.43	22.18	22.39	22.76	22.44	22.60	22.43	22.55	22.41	22.67
	L-223-14	16.24	16.21	14.96	15.17	15.54	15.22	15.38	15.21	15.33	15.19	15.45
	L-217-14	21.46	21.43	20.18	20.39	20.76	20.44	20.60	20.43	20.55	20.41	20.66
	L-222-14	23.22	23.19	21.94	22.15	22.52	22.20	22.36	22.19	22.31	22.17	22.42
	“CICA-18”	17.68	17.65	16.40	16.61	16.98	16.66	16.82	16.65	16.77	16.63	16.89
	L-219-14	17.88	17.85	16.60	16.81	17.18	16.86	17.02	16.85	16.97	16.83	17.08
	L-210-14	19.82	19.79	18.54	18.75	19.12	18.80	18.96	18.79	18.91	18.77	19.02
	L-220-14	21.85	21.82	20.57	20.78	21.15	20.83	20.99	20.82	20.94	20.80	21.06
	L-216-14	21.06	21.03	19.78	19.99	20.36	20.04	20.20	20.03	20.15	20.01	20.26
	L-211-14	22.13	22.10	20.85	21.06	21.43	21.11	21.27	21.10	21.22	21.08	21.34

Tabla 55.

Resultados de longitud de peciolo (cm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	8.50	8.47	7.22	7.43	7.80	7.48	7.64	7.47	7.59	7.45	7.70
	L-217-14	6.86	6.83	5.58	5.79	6.16	5.84	6.00	5.83	5.95	5.81	6.06
	L-210-14	7.33	7.30	6.05	6.26	6.63	6.31	6.47	6.30	6.42	6.28	6.53
	L-219-14	6.24	6.21	4.96	5.17	5.54	5.22	5.38	5.21	5.33	5.19	5.44
	L-215-14	7.35	7.32	6.07	6.28	6.65	6.33	6.49	6.32	6.44	6.30	6.55
	L-221-14	7.56	7.53	6.28	6.49	6.86	6.54	6.70	6.53	6.65	6.51	6.76
	L-212-14	7.52	7.49	6.24	6.45	6.82	6.50	6.66	6.49	6.61	6.47	6.72
	L-213-14	6.34	6.31	5.06	5.27	5.64	5.32	5.48	5.31	5.43	5.29	5.54
	L-211-14	6.56	6.53	5.28	5.49	5.86	5.54	5.70	5.53	5.65	5.51	5.76
	L-222-14	8.28	8.25	7.00	7.21	7.58	7.26	7.42	7.25	7.37	7.23	7.48
	L-223-14	8.20	8.17	6.92	7.13	7.50	7.18	7.34	7.17	7.29	7.15	7.40
	L-220-14	6.90	6.87	5.62	5.83	6.20	5.88	6.04	5.87	5.99	5.85	6.10
	L-214-14	7.95	7.92	6.67	6.88	7.25	6.93	7.09	6.92	7.04	6.90	7.15
	L-218-14	7.69	7.66	6.41	6.62	6.99	6.67	6.83	6.66	6.78	6.64	6.89
	L-216-16	7.92	7.89	6.64	6.85	7.22	6.90	7.06	6.89	7.01	6.87	7.12
B-II	L-210-14	5.92	5.89	4.64	4.85	5.22	4.90	5.06	4.89	5.01	4.87	5.12
	L-223-14	7.25	7.22	5.97	6.18	6.55	6.23	6.39	6.22	6.34	6.20	6.45
	L-213-14	6.44	6.41	5.16	5.37	5.74	5.42	5.58	5.41	5.53	5.39	5.64
	L-220-14	6.96	6.93	5.68	5.89	6.26	5.94	6.10	5.93	6.05	5.91	6.16
	L-212-14	7.82	7.79	6.54	6.75	7.12	6.80	6.96	6.79	6.91	6.77	7.02
	L-215-14	6.44	6.41	5.16	5.37	5.74	5.42	5.58	5.41	5.53	5.39	5.64
	L-222-14	7.80	7.77	6.52	6.73	7.10	6.78	6.94	6.77	6.89	6.75	7.00
	L-216-14	7.40	7.37	6.12	6.33	6.70	6.38	6.54	6.37	6.49	6.35	6.60
	L-217-14	8.11	8.08	6.83	7.04	7.41	7.09	7.25	7.08	7.20	7.06	7.31
	L-214-14	7.80	7.77	6.52	6.73	7.10	6.78	6.94	6.77	6.89	6.75	7.00
	L-218-14	8.33	8.30	7.05	7.26	7.63	7.31	7.47	7.30	7.42	7.28	7.53
	L-211-14	6.54	6.51	5.26	5.47	5.84	5.52	5.68	5.51	5.63	5.49	5.74
	L-219-14	8.22	8.19	6.94	7.15	7.52	7.20	7.36	7.19	7.31	7.17	7.42
	L-221-14	8.26	8.23	6.98	7.19	7.56	7.24	7.40	7.23	7.35	7.21	7.46
	“CICA-18”	8.00	7.97	6.72	6.93	7.30	6.98	7.14	6.97	7.09	6.95	7.20
B-III	L-212-14	8.37	8.34	7.09	7.30	7.67	7.35	7.51	7.34	7.46	7.32	7.57
	L-222-14	7.40	7.37	6.12	6.33	6.70	6.38	6.54	6.37	6.49	6.35	6.60
	L-216-14	8.04	8.01	6.76	6.97	7.34	7.02	7.18	7.01	7.13	6.99	7.24
	L-218-14	6.90	6.87	5.62	5.83	6.20	5.88	6.04	5.87	5.99	5.85	6.10
	L-213-14	6.60	6.57	5.32	5.53	5.90	5.58	5.74	5.57	5.69	5.55	5.80
	“CICA-18”	7.29	7.26	6.01	6.22	6.59	6.27	6.43	6.26	6.38	6.24	6.49
	L-211-14	6.52	6.49	5.24	5.45	5.82	5.50	5.66	5.49	5.61	5.47	5.72
	L-223-14	6.79	6.76	5.51	5.72	6.09	5.77	5.93	5.76	5.88	5.74	5.99
	L-221-14	7.75	7.72	6.47	6.68	7.05	6.73	6.89	6.72	6.84	6.70	6.95
	L-220-14	6.43	6.40	5.15	5.36	5.73	5.41	5.57	5.40	5.52	5.38	5.63
	L-214-14	8.59	8.56	7.31	7.52	7.89	7.57	7.73	7.56	7.68	7.54	7.79
	L-217-14	8.78	8.75	7.50	7.71	8.08	7.76	7.92	7.75	7.87	7.73	7.98
	L-210-14	7.87	7.84	6.59	6.80	7.17	6.85	7.01	6.84	6.96	6.82	7.07
	L-215-14	7.65	7.62	6.37	6.58	6.95	6.63	6.79	6.62	6.74	6.60	6.85
	L-219-14	6.94	6.91	5.66	5.87	6.24	5.92	6.08	5.91	6.03	5.89	6.14
B-IV	L-218-14	7.70	7.67	6.42	6.63	7.00	6.68	6.84	6.67	6.79	6.65	6.90
	L-214-14	6.78	6.75	5.50	5.71	6.08	5.76	5.92	5.75	5.87	5.73	5.98
	L-215-14	7.80	7.77	6.52	6.73	7.10	6.78	6.94	6.77	6.89	6.75	7.00
	L-212-14	7.18	7.15	5.90	6.11	6.48	6.16	6.32	6.15	6.27	6.13	6.38
	L-221-14	8.87	8.84	7.59	7.80	8.17	7.85	8.01	7.84	7.96	7.82	8.07
	L-213-14	8.44	8.41	7.16	7.37	7.74	7.42	7.58	7.41	7.53	7.39	7.64
	L-223-14	5.37	5.34	4.09	4.30	4.67	4.35	4.51	4.34	4.46	4.32	4.57
	L-217-14	6.40	6.37	5.12	5.33	5.70	5.38	5.54	5.37	5.49	5.35	5.60
	L-222-14	8.88	8.85	7.60	7.81	8.18	7.86	8.02	7.85	7.97	7.83	8.08
	“CICA-18”	7.00	6.97	5.72	5.93	6.30	5.98	6.14	5.97	6.09	5.95	6.20
	L-219-14	6.95	6.92	5.67	5.88	6.25	5.93	6.09	5.92	6.04	5.90	6.15
	L-210-14	8.32	8.29	7.04	7.25	7.62	7.30	7.46	7.29	7.41	7.27	7.52
	L-220-14	6.89	6.86	5.61	5.82	6.19	5.87	6.03	5.86	5.98	5.84	6.09
	L-216-14	8.13	8.10	6.85	7.06	7.43	7.11	7.27	7.10	7.22	7.08	7.33
	L-211-14	7.22	7.19	5.94	6.15	6.52	6.20	6.36	6.19	6.31	6.17	6.42

Tabla 56.

Resultados de longitud de la hoja (cm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	10.97	10.94	9.69	9.90	10.27	9.95	10.11	9.94	10.06	9.92	10.17
	L-217-14	11.95	11.92	10.67	10.88	11.25	10.93	11.09	10.92	11.04	10.90	11.15
	L-210-14	9.42	9.39	8.14	8.35	8.72	8.40	8.56	8.39	8.51	8.37	8.62
	L-219-14	10.54	10.51	9.26	9.47	9.84	9.52	9.68	9.51	9.63	9.49	9.74
	L-215-14	8.39	8.36	7.11	7.32	7.69	7.37	7.53	7.36	7.48	7.34	7.59
	L-221-14	8.26	8.23	6.98	7.19	7.56	7.24	7.40	7.23	7.35	7.21	7.46
	L-212-14	9.12	9.09	7.84	8.05	8.42	8.10	8.26	8.09	8.21	8.07	8.32
	L-213-14	10.08	10.05	8.80	9.01	9.38	9.06	9.22	9.05	9.17	9.03	9.28
	L-211-14	10.07	10.04	8.79	9.00	9.37	9.05	9.21	9.04	9.16	9.02	9.27
	L-222-14	8.93	8.90	7.65	7.86	8.23	7.91	8.07	7.90	8.02	7.88	8.13
	L-223-14	9.91	9.88	8.63	8.84	9.21	8.89	9.05	8.88	9.00	8.86	9.11
	L-220-14	11.48	11.45	10.20	10.41	10.78	10.46	10.62	10.45	10.57	10.43	10.68
	L-214-18	8.24	8.21	6.96	7.17	7.54	7.22	7.38	7.21	7.33	7.19	7.44
	L-218-14	11.10	11.07	9.82	10.03	10.40	10.08	10.24	10.07	10.19	10.05	10.30
L-216-14	9.89	9.86	8.61	8.82	9.19	8.87	9.03	8.86	8.98	8.84	9.09	
B-II	L-210-14	10.70	10.67	9.42	9.63	10.00	9.68	9.84	9.67	9.79	9.65	9.90
	L-223-14	9.92	9.89	8.64	8.85	9.22	8.90	9.06	8.89	9.01	8.87	9.12
	L-213-14	9.08	9.05	7.80	8.01	8.38	8.06	8.22	8.05	8.17	8.03	8.28
	L-220-14	9.15	9.12	7.87	8.08	8.45	8.13	8.29	8.12	8.24	8.10	8.35
	L-212-14	9.60	9.57	8.32	8.53	8.90	8.58	8.74	8.57	8.69	8.55	8.80
	L-215-14	9.12	9.09	7.84	8.05	8.42	8.10	8.26	8.09	8.21	8.07	8.32
	L-222-14	10.13	10.10	8.85	9.06	9.43	9.11	9.27	9.10	9.22	9.08	9.33
	L-216-14	9.70	9.67	8.42	8.63	9.00	8.68	8.84	8.67	8.79	8.65	8.90
	L-217-14	9.40	9.37	8.12	8.33	8.70	8.38	8.54	8.37	8.49	8.35	8.60
	L-214-14	11.19	11.16	9.91	10.12	10.49	10.17	10.33	10.16	10.28	10.14	10.39
	L-218-14	9.82	9.79	8.54	8.75	9.12	8.80	8.96	8.79	8.91	8.77	9.02
	L-211-14	7.53	7.50	6.25	6.46	6.83	6.51	6.67	6.50	6.62	6.48	6.73
	L-219-14	7.37	7.34	6.09	6.30	6.67	6.35	6.51	6.34	6.46	6.32	6.57
	L-221-14	9.70	9.67	8.42	8.63	9.00	8.68	8.84	8.67	8.79	8.65	8.90
B-III	“CICA-18”	10.22	10.19	8.94	9.15	9.52	9.20	9.36	9.19	9.31	9.17	9.42
	L-212-14	10.21	10.18	8.93	9.14	9.51	9.19	9.35	9.18	9.30	9.16	9.41
	L-222-14	10.77	10.74	9.49	9.70	10.07	9.75	9.91	9.74	9.86	9.72	9.97
	L-216-14	10.52	10.49	9.24	9.45	9.82	9.50	9.66	9.49	9.61	9.47	9.72
	L-218-14	7.80	7.77	6.52	6.73	7.10	6.78	6.94	6.77	6.89	6.75	7.00
	L-213-14	8.15	8.12	6.87	7.08	7.45	7.13	7.29	7.12	7.24	7.10	7.35
	“CICA-18”	8.12	8.09	6.84	7.05	7.42	7.10	7.26	7.09	7.21	7.07	7.32
	L-211-14	8.71	8.68	7.43	7.64	8.01	7.69	7.85	7.68	7.80	7.66	7.91
	L-223-14	9.25	9.22	7.97	8.18	8.55	8.23	8.39	8.22	8.34	8.20	8.45
	L-221-14	10.93	10.90	9.65	9.86	10.23	9.91	10.07	9.90	10.02	9.88	10.13
	L-220-14	7.81	7.78	6.53	6.74	7.11	6.79	6.95	6.78	6.90	6.76	7.01
	L-214-14	10.06	10.03	8.78	8.99	9.36	9.04	9.20	9.03	9.15	9.01	9.26
	L-217-14	11.81	11.78	10.53	10.74	11.11	10.79	10.95	10.78	10.90	10.76	11.01
	L-210-14	10.31	10.28	9.03	9.24	9.61	9.29	9.45	9.28	9.40	9.26	9.51
L-215-14	8.50	8.47	7.22	7.43	7.80	7.48	7.64	7.47	7.59	7.45	7.70	
L-219-14	9.28	9.25	8.00	8.21	8.58	8.26	8.42	8.25	8.37	8.23	8.48	
B-IV	L-218-14	9.12	9.09	7.84	8.05	8.42	8.10	8.26	8.09	8.21	8.07	8.32
	L-214-14	10.48	10.45	9.20	9.41	9.78	9.46	9.62	9.45	9.57	9.43	9.68
	L-215-14	10.09	10.06	8.81	9.02	9.39	9.07	9.23	9.06	9.18	9.04	9.29
	L-212-14	9.11	9.08	7.83	8.04	8.41	8.09	8.25	8.08	8.20	8.06	8.31
	L-221-14	9.66	9.63	8.38	8.59	8.96	8.64	8.80	8.63	8.75	8.61	8.86
	L-213-14	8.79	8.76	7.51	7.72	8.09	7.77	7.93	7.76	7.88	7.74	7.99
	L-223-14	7.40	7.37	6.12	6.33	6.70	6.38	6.54	6.37	6.49	6.35	6.60
	L-217-14	8.73	8.70	7.45	7.66	8.03	7.71	7.87	7.70	7.82	7.68	7.93
	L-222-14	11.48	11.45	10.20	10.41	10.78	10.46	10.62	10.45	10.57	10.43	10.68
	“CICA-18”	7.96	7.93	6.68	6.89	7.26	6.94	7.10	6.93	7.05	6.91	7.16
	L-219-14	9.16	9.13	7.88	8.09	8.46	8.14	8.30	8.13	8.25	8.11	8.36
	L-210-14	10.68	10.65	9.40	9.61	9.98	9.66	9.82	9.65	9.77	9.63	9.88
	L-220-14	9.04	9.01	7.76	7.97	8.34	8.02	8.18	8.01	8.13	7.99	8.24
	L-216-14	9.39	9.36	8.11	8.32	8.69	8.37	8.53	8.36	8.48	8.34	8.59
L-211-14	9.34	9.31	8.06	8.27	8.64	8.32	8.48	8.31	8.43	8.29	8.54	

Tabla 57.

Resultados de ancho de la hoja (cm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	7.30	7.27	6.02	6.23	6.60	6.28	6.44	6.27	6.39	6.25	6.50
	L-217-14	6.86	6.83	5.58	5.79	6.16	5.84	6.00	5.83	5.95	5.81	6.06
	L-210-14	5.72	5.69	4.44	4.65	5.02	4.70	4.86	4.69	4.81	4.67	4.92
	L-219-14	6.89	6.86	5.61	5.82	6.19	5.87	6.03	5.86	5.98	5.84	6.09
	L-215-14	5.21	5.18	3.93	4.14	4.51	4.19	4.35	4.18	4.30	4.16	4.41
	L-221-14	5.42	5.39	4.14	4.35	4.72	4.40	4.56	4.39	4.51	4.37	4.62
	L-212-14	5.07	5.04	3.79	4.00	4.37	4.05	4.21	4.04	4.16	4.02	4.27
	L-213-14	5.70	5.67	4.42	4.63	5.00	4.68	4.84	4.67	4.79	4.65	4.90
	L-211-14	6.30	6.27	5.02	5.23	5.60	5.28	5.44	5.27	5.39	5.25	5.50
	L-222-14	6.18	6.15	4.90	5.11	5.48	5.16	5.32	5.15	5.27	5.13	5.38
	L-223-14	5.49	5.46	4.21	4.42	4.79	4.47	4.63	4.46	4.58	4.44	4.69
	L-220-14	7.08	7.05	5.80	6.01	6.38	6.06	6.22	6.05	6.17	6.03	6.28
	L-214-18	5.42	5.39	4.14	4.35	4.72	4.40	4.56	4.39	4.51	4.37	4.62
	L-218-14	6.45	6.42	5.17	5.38	5.75	5.43	5.59	5.42	5.54	5.40	5.65
	L-216-14	9.55	9.52	8.27	8.48	8.85	8.53	8.69	8.52	8.64	8.50	8.75
B-II	L-210-14	8.19	8.16	6.91	7.12	7.49	7.17	7.33	7.16	7.28	7.14	7.39
	L-223-14	6.18	6.15	4.90	5.11	5.48	5.16	5.32	5.15	5.27	5.13	5.38
	L-213-14	5.61	5.58	4.33	4.54	4.91	4.59	4.75	4.58	4.70	4.56	4.81
	L-220-14	5.49	5.46	4.21	4.42	4.79	4.47	4.63	4.46	4.58	4.44	4.69
	L-212-14	5.09	5.06	3.81	4.02	4.39	4.07	4.23	4.06	4.18	4.04	4.29
	L-215-14	5.45	5.42	4.17	4.38	4.75	4.43	4.59	4.42	4.54	4.40	4.65
	L-222-14	6.73	6.70	5.45	5.66	6.03	5.71	5.87	5.70	5.82	5.68	5.93
	L-216-14	5.77	5.74	4.49	4.70	5.07	4.75	4.91	4.74	4.86	4.72	4.97
	L-217-14	5.86	5.83	4.58	4.79	5.16	4.84	5.00	4.83	4.95	4.81	5.06
	L-214-14	6.72	6.69	5.44	5.65	6.02	5.70	5.86	5.69	5.81	5.67	5.92
	L-218-14	6.08	6.05	4.80	5.01	5.38	5.06	5.22	5.05	5.17	5.03	5.28
	L-211-14	5.14	5.11	3.86	4.07	4.44	4.12	4.28	4.11	4.23	4.09	4.34
	L-219-14	4.39	4.36	3.11	3.32	3.69	3.37	3.53	3.36	3.48	3.34	3.59
	L-221-14	5.85	5.82	4.57	4.78	5.15	4.83	4.99	4.82	4.94	4.80	5.05
	“CICA-18”	6.65	6.62	5.37	5.58	5.95	5.63	5.79	5.62	5.74	5.60	5.85
B-III	L-212-14	7.28	7.25	6.00	6.21	6.58	6.26	6.42	6.25	6.37	6.23	6.48
	L-222-14	6.23	6.20	4.95	5.16	5.53	5.21	5.37	5.20	5.32	5.18	5.43
	L-216-14	6.74	6.71	5.46	5.67	6.04	5.72	5.88	5.71	5.83	5.69	5.94
	L-218-14	5.38	5.35	4.10	4.31	4.68	4.36	4.52	4.35	4.47	4.33	4.58
	L-213-14	5.53	5.50	4.25	4.46	4.83	4.51	4.67	4.50	4.62	4.48	4.73
	“CICA-18”	4.88	4.85	3.60	3.81	4.18	3.86	4.02	3.85	3.97	3.83	4.08
	L-211-14	4.30	4.27	3.02	3.23	3.60	3.28	3.44	3.27	3.39	3.25	3.50
	L-223-14	5.49	5.46	4.21	4.42	4.79	4.47	4.63	4.46	4.58	4.44	4.69
	L-221-14	7.27	7.24	5.99	6.20	6.57	6.25	6.41	6.24	6.36	6.22	6.47
	L-220-14	5.28	5.25	4.00	4.21	4.58	4.26	4.42	4.25	4.37	4.23	4.48
	L-214-14	5.65	5.62	4.37	4.58	4.95	4.63	4.79	4.62	4.74	4.60	4.85
	L-217-14	7.00	6.97	5.72	5.93	6.30	5.98	6.14	5.97	6.09	5.95	6.20
	L-210-14	7.00	6.97	5.72	5.93	6.30	5.98	6.14	5.97	6.09	5.95	6.20
	L-215-14	5.02	4.99	3.74	3.95	4.32	4.00	4.16	3.99	4.11	3.97	4.22
	L-219-14	5.56	5.53	4.28	4.49	4.86	4.54	4.70	4.53	4.65	4.51	4.76
B-IV	L-218-14	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19
	L-214-14	6.20	6.17	4.92	5.13	5.50	5.18	5.34	5.17	5.29	5.15	5.40
	L-215-14	6.13	6.10	4.85	5.06	5.43	5.11	5.27	5.10	5.22	5.08	5.33
	L-212-14	5.52	5.49	4.24	4.45	4.82	4.50	4.66	4.49	4.61	4.47	4.72
	L-221-14	6.00	5.97	4.72	4.93	5.30	4.98	5.14	4.97	5.09	4.95	5.20
	L-213-14	4.75	4.72	3.47	3.68	4.05	3.73	3.89	3.72	3.84	3.70	3.95
	L-223-14	3.76	3.73	2.48	2.69	3.06	2.74	2.90	2.73	2.85	2.71	2.96
	L-217-14	5.23	5.20	3.95	4.16	4.53	4.21	4.37	4.20	4.32	4.18	4.43
	L-222-14	6.72	6.69	5.44	5.65	6.02	5.70	5.86	5.69	5.81	5.67	5.92
	“CICA-18”	5.62	5.59	4.34	4.55	4.92	4.60	4.76	4.59	4.71	4.57	4.82
	L-219-14	5.69	5.66	4.41	4.62	4.99	4.67	4.83	4.66	4.78	4.64	4.89
	L-210-14	6.58	6.55	5.30	5.51	5.88	5.56	5.72	5.55	5.67	5.53	5.78
	L-220-14	6.15	6.12	4.87	5.08	5.45	5.13	5.29	5.12	5.24	5.10	5.35
	L-216-14	5.25	5.22	3.97	4.18	4.55	4.23	4.39	4.22	4.34	4.20	4.45
	L-211-14	7.13	7.10	5.85	6.06	6.43	6.11	6.27	6.10	6.22	6.08	6.33

Tabla 58.

Resultados de longitud de panoja (cm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	89.25	86.22	77.97	83.18	89.55	83.23	77.39	83.22	81.34	83.20	83.45
	L-217-14	72.08	69.05	60.80	66.01	72.38	66.06	60.22	66.05	64.17	66.03	66.28
	L-210-14	83.64	80.61	72.36	77.57	83.94	77.62	71.78	77.61	75.73	77.59	77.84
	L-219-14	89.40	86.37	78.12	83.33	89.70	83.38	77.54	83.37	81.49	83.35	83.60
	L-215-14	79.40	76.37	68.12	73.33	79.70	73.38	67.54	73.37	71.49	73.35	73.60
	L-221-14	81.08	78.05	69.80	75.01	81.38	75.06	69.22	75.05	73.17	75.03	75.28
	L-212-14	61.35	58.32	50.07	55.28	61.65	55.33	49.49	55.32	53.44	55.30	55.55
	L-213-14	71.73	68.70	60.45	65.66	72.03	65.71	59.87	65.70	63.82	65.68	65.93
	L-211-14	73.32	70.29	62.04	67.25	73.62	67.30	61.46	67.29	65.41	67.27	67.52
	L-222-14	66.90	63.87	55.62	60.83	67.20	60.88	55.04	60.87	58.99	60.85	61.10
	L-223-14	73.07	70.04	61.79	67.00	73.37	67.05	61.21	67.04	65.16	67.02	67.27
	L-220-14	70.94	67.91	59.66	64.87	71.24	64.92	59.08	64.91	63.03	64.89	65.14
	L-214-18	88.64	85.61	77.36	82.57	88.94	82.62	76.78	82.61	80.73	82.59	82.84
	L-218-14	73.55	70.52	62.27	67.48	73.85	67.53	61.69	67.52	65.64	67.50	67.75
	L-216-14	67.51	64.48	56.23	61.44	67.81	61.49	55.65	61.48	59.60	61.46	61.71
B-II	L-210-14	104.21	101.18	92.93	98.14	104.51	98.19	92.35	98.18	96.30	98.16	98.41
	L-223-14	73.09	70.06	61.81	67.02	73.39	67.07	61.23	67.06	65.18	67.04	67.29
	L-213-14	90.22	87.19	78.94	84.15	90.52	84.20	78.36	84.19	82.31	84.17	84.42
	L-220-14	94.40	91.37	83.12	88.33	94.70	88.38	82.54	88.37	86.49	88.35	88.60
	L-212-14	83.27	80.24	71.99	77.20	83.57	77.25	71.41	77.24	75.36	77.22	77.47
	L-215-14	90.87	87.84	79.59	84.80	91.17	84.85	79.01	84.84	82.96	84.82	85.07
	L-222-14	79.42	76.39	68.14	73.35	79.72	73.40	67.56	73.39	71.51	73.37	73.62
	L-216-14	75.29	72.26	64.01	69.22	75.59	69.27	63.43	69.26	67.38	69.24	69.49
	L-217-14	69.66	66.63	58.38	63.59	69.96	63.64	57.80	63.63	61.75	63.61	63.86
	L-214-14	66.81	63.78	55.53	60.74	67.11	60.79	54.95	60.78	58.90	60.76	61.01
	L-218-14	90.41	87.38	79.13	84.34	90.71	84.39	78.55	84.38	82.50	84.36	84.61
	L-211-14	67.15	64.12	55.87	61.08	67.45	61.13	55.29	61.12	59.24	61.10	61.35
	L-219-14	89.14	86.11	77.86	83.07	89.44	83.12	77.28	83.11	81.23	83.09	83.34
	L-221-14	92.67	89.64	81.39	86.60	92.97	86.65	80.81	86.64	84.76	86.62	86.87
	“CICA-18”	62.46	59.43	51.18	56.39	62.76	56.44	50.60	56.43	54.55	56.41	56.66
B-III	L-212-14	87.17	84.14	75.89	81.10	87.47	81.15	75.31	81.14	79.26	81.12	81.37
	L-222-14	74.46	71.43	63.18	68.39	74.76	68.44	62.60	68.43	66.55	68.41	68.66
	L-216-14	97.72	94.69	86.44	91.65	98.02	91.70	85.86	91.69	89.81	91.67	91.92
	L-218-14	79.71	76.68	68.43	73.64	80.01	73.69	67.85	73.68	71.80	73.66	73.91
	L-213-14	88.86	85.83	77.58	82.79	89.16	82.84	77.00	82.83	80.95	82.81	83.06
	“CICA-18”	73.43	70.40	62.15	67.36	73.73	67.41	61.57	67.40	65.52	67.38	67.63
	L-211-14	80.16	77.13	68.88	74.09	80.46	74.14	68.30	74.13	72.25	74.11	74.36
	L-223-14	70.49	67.46	59.21	64.42	70.79	64.47	58.63	64.46	62.58	64.44	64.69
	L-221-14	75.59	72.56	64.31	69.52	75.89	69.57	63.73	69.56	67.68	69.54	69.79
	L-220-14	72.08	69.05	60.80	66.01	72.38	66.06	60.22	66.05	64.17	66.03	66.28
	L-214-14	82.56	79.53	71.28	76.49	82.86	76.54	70.70	76.53	74.65	76.51	76.76
	L-217-14	82.26	79.23	70.98	76.19	82.56	76.24	70.40	76.23	74.35	76.21	76.46
	L-210-14	86.67	83.64	75.39	80.60	86.97	80.65	74.81	80.64	78.76	80.62	80.87
	L-215-14	72.28	69.25	61.00	66.21	72.58	66.26	60.42	66.25	64.37	66.23	66.48
	L-219-14	67.89	64.86	56.61	61.82	68.19	61.87	56.03	61.86	59.98	61.84	62.09
B-IV	L-218-14	75.11	75.08	73.83	74.04	74.41	74.09	74.25	74.08	74.20	74.06	74.31
	L-214-14	70.59	67.56	59.31	64.52	70.89	64.57	58.73	64.56	62.68	64.54	64.79
	L-215-14	91.37	88.34	80.09	85.30	91.67	85.35	79.51	85.34	83.46	85.32	85.57
	L-212-14	77.02	73.99	65.74	70.95	77.32	71.00	65.16	70.99	69.11	70.97	71.22
	L-221-14	93.76	90.73	82.48	87.69	94.06	87.74	81.90	87.73	85.85	87.71	87.96
	L-213-14	85.17	82.14	73.89	79.10	85.47	79.15	73.31	79.14	77.26	79.12	79.37
	L-223-14	64.54	61.51	53.26	58.47	64.84	58.52	52.68	58.51	56.63	58.49	58.74
	L-217-14	71.16	68.13	59.88	65.09	71.46	65.14	59.30	65.13	63.25	65.11	65.36
	L-222-14	83.22	80.19	71.94	77.15	83.52	77.20	71.36	77.19	75.31	77.17	77.42
	“CICA-18”	69.98	66.95	58.70	63.91	70.28	63.96	58.12	63.95	62.07	63.93	64.18
	L-219-14	68.94	65.91	57.66	62.87	69.24	62.92	57.08	62.91	61.03	62.89	63.14
	L-210-14	69.04	66.01	57.76	62.97	69.34	63.02	57.18	63.01	61.13	62.99	63.24
	L-220-14	84.99	81.96	73.71	78.92	85.29	78.97	73.13	78.96	77.08	78.94	79.19
	L-216-14	71.64	68.61	60.36	65.57	71.94	65.62	59.78	65.61	63.73	65.59	65.84
	L-211-14	58.39	55.36	47.11	52.32	58.69	52.37	46.53	52.36	50.48	52.34	52.59

Tabla 59.

Resultados de diámetro de panoja (cm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	16.77	16.74	13.49	13.70	17.07	13.75	8.91	13.74	11.86	13.72	13.97
	L-217-14	14.69	14.66	11.41	11.62	14.99	11.67	6.83	11.66	9.77	11.64	11.89
	L-210-14	13.71	13.68	10.43	10.64	14.01	10.69	5.85	10.68	8.79	10.66	10.91
	L-219-14	13.53	13.50	10.25	10.46	13.83	10.51	5.67	10.50	8.61	10.48	10.73
	L-215-14	12.81	12.78	9.53	9.74	13.11	9.78	4.95	9.78	7.89	9.76	10.01
	L-221-14	12.62	12.59	9.34	9.55	12.92	9.59	4.76	9.59	7.70	9.57	9.82
	L-212-14	12.58	12.55	9.30	9.51	12.88	9.55	4.72	9.55	7.66	9.53	9.78
	L-213-14	14.63	14.60	11.35	11.56	14.93	11.61	6.77	11.60	9.71	11.58	11.83
	L-211-14	12.64	12.61	9.36	9.57	12.94	9.61	4.78	9.61	7.72	9.59	9.84
	L-222-14	12.25	12.22	8.97	9.18	12.55	9.22	4.39	9.22	7.33	9.20	9.45
	L-223-14	13.69	13.66	10.41	10.62	13.99	10.67	5.83	10.66	8.77	10.64	10.89
	L-220-14	12.35	12.32	9.07	9.28	12.65	9.32	4.49	9.32	7.43	9.30	9.55
	L-214-18	16.58	16.55	13.30	13.51	16.88	13.56	8.72	13.55	11.67	13.53	13.78
	L-218-14	12.50	12.47	9.22	9.43	12.80	9.47	4.64	9.47	7.58	9.45	9.70
L-216-14	13.28	13.25	10.00	10.21	13.58	10.26	5.42	10.25	8.36	10.23	10.48	
B-II	L-210-14	14.30	14.27	11.02	11.23	14.60	11.28	6.44	11.27	9.38	11.25	11.50
	L-223-14	12.78	12.75	9.50	9.71	13.08	9.75	4.92	9.75	7.86	9.73	9.98
	L-213-14	12.89	12.86	9.61	9.82	13.19	9.86	5.03	9.86	7.97	9.84	10.09
	L-220-14	13.49	13.46	10.21	10.42	13.79	10.47	5.63	10.46	8.57	10.44	10.69
	L-212-14	14.50	14.47	11.22	11.43	14.80	11.48	6.64	11.47	9.58	11.45	11.70
	L-215-14	12.46	12.43	9.18	9.39	12.76	9.43	4.60	9.43	7.54	9.41	9.66
	L-222-14	13.48	13.45	10.20	10.41	13.78	10.46	5.62	10.45	8.56	10.43	10.68
	L-216-14	13.41	13.38	10.13	10.34	13.71	10.39	5.55	10.38	8.49	10.36	10.61
	L-217-14	11.73	11.70	8.45	8.66	12.03	8.70	3.87	8.70	6.81	8.68	8.93
	L-214-14	12.00	11.97	8.72	8.93	12.30	8.97	4.14	8.97	7.08	8.95	9.20
	L-218-14	11.96	11.93	8.68	8.89	12.26	8.93	4.10	8.93	7.04	8.91	9.16
	L-211-14	11.40	11.37	8.12	8.33	11.70	8.37	3.54	8.37	6.48	8.35	8.60
	L-219-14	17.65	17.62	14.37	14.58	17.95	14.63	9.79	14.62	12.74	14.60	14.85
	L-221-14	14.99	14.96	11.71	11.92	15.29	11.97	7.13	11.96	10.08	11.94	12.19
“CICA-18”	13.50	13.47	10.22	10.43	13.80	10.48	5.64	10.47	8.58	10.45	10.70	
B-III	L-212-14	12.82	12.79	9.54	9.75	13.12	9.79	4.96	9.79	7.90	9.77	10.02
	L-222-14	13.36	13.33	10.08	10.29	13.66	10.34	5.50	10.33	8.44	10.31	10.56
	L-216-14	15.06	15.03	11.78	11.99	15.36	12.04	7.20	12.03	10.15	12.01	12.26
	L-218-14	13.76	13.73	10.48	10.69	14.06	10.74	5.90	10.73	8.84	10.71	10.96
	L-213-14	13.65	13.62	10.37	10.58	13.95	10.63	5.79	10.62	8.73	10.60	10.85
	“CICA-18”	13.15	13.12	9.87	10.08	13.45	10.13	5.29	10.12	8.23	10.10	10.35
	L-211-14	14.35	14.32	11.07	11.28	14.65	11.33	6.49	11.32	9.43	11.30	11.55
	L-223-14	13.20	13.17	9.92	10.13	13.50	10.18	5.34	10.17	8.28	10.15	10.40
	L-221-14	13.93	13.90	10.65	10.86	14.23	10.91	6.07	10.90	9.01	10.88	11.13
	L-220-14	12.13	12.10	8.85	9.06	12.43	9.10	4.27	9.10	7.21	9.08	9.33
	L-214-14	14.62	14.59	11.34	11.55	14.92	11.60	6.76	11.59	9.70	11.57	11.82
	L-217-14	14.17	14.14	10.89	11.10	14.47	11.15	6.31	11.14	9.25	11.12	11.37
	L-210-14	14.51	14.48	11.23	11.44	14.81	11.49	6.65	11.48	9.59	11.46	11.71
	L-215-14	14.80	14.77	11.52	11.73	15.10	11.78	6.94	11.77	9.88	11.75	12.00
L-219-14	10.59	10.56	7.31	7.52	10.89	7.56	2.73	7.56	5.67	7.54	7.79	
B-IV	L-218-14	16.47	13.44	5.19	10.40	16.77	10.45	4.61	10.44	8.55	10.42	10.67
	L-214-14	11.99	11.96	8.71	8.92	12.29	8.96	4.13	8.96	7.07	8.94	9.19
	L-215-14	15.31	15.28	12.03	12.24	15.61	12.29	7.45	12.28	10.40	12.26	12.51
	L-212-14	13.07	13.04	9.79	10.00	13.37	10.05	5.21	10.04	8.15	10.02	10.27
	L-221-14	15.76	15.73	12.48	12.69	16.06	12.74	7.90	12.73	10.85	12.71	12.96
	L-213-14	14.70	14.67	11.42	11.63	15.00	11.68	6.84	11.67	9.78	11.65	11.90
	L-223-14	12.48	12.45	9.20	9.41	12.78	9.45	4.62	9.45	7.56	9.43	9.68
	L-217-14	13.12	13.09	9.84	10.05	13.42	10.10	5.26	10.09	8.20	10.07	10.32
	L-222-14	14.01	13.98	10.73	10.94	14.31	10.99	6.15	10.98	9.09	10.96	11.21
	“CICA-18”	13.20	13.17	9.92	10.13	13.50	10.18	5.34	10.17	8.28	10.15	10.40
	L-219-14	12.35	12.32	9.07	9.28	12.65	9.32	4.49	9.32	7.43	9.30	9.55
	L-210-14	13.07	13.04	9.79	10.00	13.37	10.05	5.21	10.04	8.15	10.02	10.27
	L-220-14	14.73	14.70	11.45	11.66	15.03	11.71	6.87	11.70	9.81	11.68	11.93
	L-216-14	14.66	14.63	11.38	11.59	14.96	11.64	6.80	11.63	9.74	11.61	11.86
L-211-14	13.85	13.82	10.57	10.78	14.15	10.83	5.99	10.82	8.93	10.80	11.05	

Tabla 60.

Resultados de diámetro de grano (mm)

Bloques	Tratamientos	Plantas evaluadas										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B-I	“CICA-18”	3.41	3.38	2.13	2.34	2.71	2.39	2.55	2.38	2.50	2.36	2.62
	L-217-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.12
	L-210-14	2.71	2.68	1.43	1.64	2.01	1.69	1.85	1.68	1.80	1.66	1.92
	L-219-14	2.99	2.96	1.71	1.92	2.29	1.97	2.13	1.96	2.08	1.94	2.19
	L-215-14	2.81	2.78	1.53	1.74	2.11	1.79	1.95	1.78	1.90	1.76	2.01
	L-221-14	2.79	2.76	1.51	1.72	2.09	1.77	1.93	1.76	1.88	1.74	1.99
	L-212-14	2.81	2.78	1.53	1.74	2.11	1.79	1.95	1.78	1.90	1.76	2.01
	L-213-14	2.82	2.79	1.54	1.75	2.12	1.80	1.96	1.79	1.91	1.77	2.02
	L-211-14	2.87	2.84	1.59	1.80	2.17	1.85	2.01	1.84	1.96	1.82	2.08
	L-222-14	2.95	2.92	1.67	1.88	2.25	1.93	2.09	1.92	2.04	1.90	2.15
	L-223-14	2.95	2.92	1.67	1.88	2.25	1.93	2.09	1.92	2.04	1.90	2.15
	L-220-14	2.92	2.89	1.64	1.85	2.22	1.90	2.06	1.89	2.01	1.87	2.12
	L-214-18	3.38	3.35	2.10	2.31	2.68	2.36	2.52	2.35	2.47	2.33	2.59
	L-218-14	2.87	2.84	1.59	1.80	2.17	1.85	2.01	1.84	1.96	1.82	2.07
	L-216-14	2.92	2.89	1.64	1.85	2.22	1.90	2.06	1.89	2.01	1.87	2.12
B-II	L-210-14	2.95	2.92	1.67	1.88	2.25	1.93	2.09	1.92	2.04	1.90	2.15
	L-223-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.11
	L-213-14	2.96	2.93	1.68	1.89	2.26	1.94	2.10	1.93	2.05	1.91	2.17
	L-220-14	3.06	3.03	1.78	1.99	2.36	2.04	2.20	2.03	2.15	2.01	2.26
	L-212-14	2.95	2.92	1.67	1.88	2.25	1.93	2.09	1.92	2.04	1.90	2.15
	L-215-14	2.92	2.89	1.64	1.85	2.22	1.90	2.06	1.89	2.01	1.87	2.12
	L-222-14	2.94	2.91	1.66	1.87	2.24	1.92	2.08	1.91	2.03	1.89	2.14
	L-216-14	2.90	2.87	1.62	1.83	2.20	1.88	2.04	1.87	1.99	1.85	2.11
	L-217-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.11
	L-214-14	2.80	2.77	1.52	1.73	2.10	1.78	1.94	1.77	1.89	1.75	2.01
	L-218-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.12
	L-211-14	3.07	3.04	1.79	2.00	2.37	2.05	2.21	2.04	2.16	2.02	2.27
	L-219-14	2.84	2.81	1.56	1.77	2.14	1.82	1.98	1.81	1.93	1.79	2.05
	L-221-14	2.87	2.84	1.59	1.80	2.17	1.85	2.01	1.84	1.96	1.82	2.07
	“CICA-18”	3.04	3.01	1.76	1.97	2.34	2.02	2.18	2.01	2.13	1.99	2.24
B-III	L-212-14	2.92	2.89	1.64	1.85	2.22	1.90	2.06	1.89	2.01	1.87	2.13
	L-222-14	2.96	2.93	1.68	1.89	2.26	1.94	2.10	1.93	2.05	1.91	2.17
	L-216-14	2.81	2.78	1.53	1.74	2.11	1.79	1.95	1.78	1.90	1.76	2.01
	L-218-14	2.98	2.95	1.70	1.91	2.28	1.96	2.12	1.95	2.07	1.93	2.19
	L-213-14	2.97	2.94	1.69	1.90	2.27	1.95	2.11	1.94	2.06	1.92	2.17
	“CICA-18”	2.98	2.95	1.70	1.91	2.28	1.96	2.12	1.95	2.07	1.93	2.19
	L-211-14	2.96	2.93	1.68	1.89	2.26	1.94	2.10	1.93	2.05	1.91	2.16
	L-223-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.11
	L-221-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.11
	L-220-14	2.85	2.82	1.57	1.78	2.15	1.83	1.99	1.82	1.94	1.80	2.06
	L-214-14	3.04	3.01	1.76	1.97	2.34	2.02	2.18	2.01	2.13	1.99	2.25
	L-217-14	2.93	2.90	1.65	1.86	2.23	1.91	2.07	1.90	2.02	1.88	2.14
	L-210-14	3.11	3.08	1.83	2.04	2.41	2.09	2.25	2.08	2.20	2.06	2.32
	L-215-14	2.99	2.96	1.71	1.92	2.29	1.97	2.13	1.96	2.08	1.94	2.20
	L-219-14	3.01	2.98	1.73	1.94	2.31	1.99	2.15	1.98	2.10	1.96	2.21
B-IV	L-218-14	2.88	2.85	1.60	1.81	2.18	1.86	2.02	1.85	1.97	1.83	2.08
	L-214-14	2.91	2.88	1.63	1.84	2.21	1.89	2.05	1.88	2.00	1.86	2.11
	L-215-14	2.94	2.91	1.66	1.87	2.24	1.92	2.08	1.91	2.03	1.89	2.14
	L-212-14	3.02	2.99	1.74	1.95	2.32	2.00	2.16	1.99	2.11	1.97	2.23
	L-221-14	2.93	2.90	1.65	1.86	2.23	1.91	2.07	1.90	2.02	1.88	2.14
	L-213-14	2.90	2.87	1.62	1.83	2.20	1.88	2.04	1.87	1.99	1.85	2.10
	L-223-14	2.85	2.82	1.57	1.78	2.15	1.83	1.99	1.82	1.94	1.80	2.05
	L-217-14	2.92	2.89	1.64	1.85	2.22	1.90	2.06	1.89	2.01	1.87	2.13
	L-222-14	2.92	2.89	1.64	1.85	2.22	1.90	2.06	1.89	2.01	1.87	2.12
	“CICA-18”	2.94	2.91	1.66	1.87	2.24	1.92	2.08	1.91	2.03	1.89	2.14
	L-219-14	2.96	2.93	1.68	1.89	2.26	1.94	2.10	1.93	2.05	1.91	2.16
	L-210-14	2.89	2.86	1.61	1.82	2.19	1.87	2.03	1.86	1.98	1.84	2.10
	L-220-14	3.00	2.97	1.72	1.93	2.30	1.98	2.14	1.97	2.09	1.95	2.21
	L-216-14	2.88	2.85	1.60	1.81	2.18	1.86	2.02	1.85	1.97	1.83	2.08
	L-211-14	3.03	3.00	1.75	1.96	2.33	2.01	2.17	2.00	2.12	1.98	2.23

Anexo 5. Ficha técnica resumida de la variedad “CICA-18” (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Tabla 61.

Características principales de la variedad “CICA-18”.

Parámetro	Descripción / Valor promedio o rango	Unidad	Fuente(s)
Código de acceso	CQC-018 (Banco de germoplasma CICA-UNSAAC)	—	Álvarez & Céspedes (2017)
Origen / Recolección	Distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – Perú	—	Álvarez & Céspedes (2017)
Centro desarrollador / Conservación	Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) – Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNSAAC	—	CICA (2017–2025)
Estado del material	Variedad mejorada / línea avanzada en proceso de validación	—	Sivana Alvis (2016); León Guzmán (2024); Yapura Quispe (2025)
Hábito de crecimiento	Erecto, simple a herbáceo	—	2016–2025
Altura de planta	161.0 – 182.2 – 177.0 cm (promedio 173 cm)	cm	2016, 2017, 2024, 2025
Diámetro de tallo	1.76 – 2.10 cm (16.4 mm promedio)	cm	2016, 2024, 2025
Color de tallo	Verde con estrías púrpuras; amarillo en madurez fisiológica	—	2016, 2024, 2025
Ramificación	Limitada a lo largo del tallo principal	—	2017, 2024
Forma de hoja	Romboidal a triangular, margen dentado	—	2017, 2024, 2025
Color de hoja y pecíolo	Verde intenso	—	2017, 2024, 2025
Tipo de panoja (inflorescencia)	Amarantiforme, compacta a intermedia, terminal	—	2016–2025
Color de panoja	Verde-púrpura en floración; anaranjado-amarillo en madurez	—	2016, 2024, 2025
Longitud de panoja	40.4 – 65.5 cm	cm	2016, 2024
Diámetro de panoja	7.0 – 12.6 cm	cm	2016, 2024
Forma de grano	Lenticular a cilíndrico	—	2017, 2024, 2025
Color de grano	Amarillo dorado	—	Todas las fuentes
Diámetro de grano	1.70 – 2.10 mm	mm	2017–2025
Peso de mil granos (PMG)	3.1 – 4.64 g (promedio 3.8 g)	g	2016, 2024, 2025
Ciclo fenológico (siembra–madurez)	147 – 185 días (intermedio a largo)	días	2016, 2017, 2025

Parámetro	Descripción / Valor promedio o rango	Unidad	Fuente(s)
Madurez fisiológica (R5)	145 – 166 días después de la siembra	días	2016, 2025
Rendimiento promedio	2.10 – 7.95 t·ha ⁻¹ (promedio 4.5 t·ha ⁻¹)	t·ha ⁻¹	2016–2025
Peso de grano por planta	37.3 – 114.1 g	g/planta	2016, 2024, 2025
Peso de kiri (biomasa)	4.17 t·ha ⁻¹ / 36.6 g/planta	t·ha ⁻¹ / g	2025
Contenido de saponina (índice de espuma)	4.8 – 11.25 ml (nivel alto, sabor amargo)	ml	2016, 2025
Resistencia / tolerancia	Moderada a heladas y sequía; susceptible a mildiú en condiciones húmedas	—	CICA (2023); León Guzmán (2024)
Uso tradicional	Hojas tiernas como hortaliza; grano para sopas, harinas y consumo industrial (previo desamargado)	—	Álvarez & Céspedes (2017)
Adaptación agroecológica	Ambientes de altura intermedia a alta (3,200–3,600 m s. n. m.), valles interandinos del Cusco	—	2016–2025
Tipo de ciclo	Intermedio-tardío	—	2016, 2017, 2025
Uso actual	Variedad testigo en evaluaciones experimentales de líneas promisorias	—	2024–2025