

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LÍNEAS DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) Y CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS
DEL GRANO CRISTALINO EN EL CENTRO K'IPAK'IPANI,
MUNICIPIO DE VIACHA.

SILVIA CONDORI APANQUI

LA PAZ – BOLIVIA

2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LÍNEAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*
Willd.) Y CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DEL GRANO CRISTALINO EN EL
CENTRO K'IPAK'IPANI, MUNICIPIO DE VIACHA.**

*Tesis de Grado presentado como requisito parcial
para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

SILVIA CONDORI APANQUI

ASESOR:

Ing. Ph.D. Alejandro Bonifacio Flores

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. M.Sc. Marco Antonio Patiño Fernández

Ing. Gabriela Apaza Fernández

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

La Paz-Bolivia

2024

DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a Dios por darme fuerzas y la oportunidad de culminar mis estudios

A mis Padres: Andrés Condori y Santusa Apanqui quienes con su gran apoyo incondicional me alentaron a concluir mis estudios.

Con mucho cariño y aprecio a mi querido hermano Eraclio Condori quien estuvo apoyándome en todo.

A mi esposo por su ayuda incondicional y su comprensión logre terminar esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a la Universidad Mayor de San Andrés a la Facultad de Agronomía y a la Carrera de Ingeniería Agronómica por haberme acogido en sus aulas y a los docentes por brindarme sus conocimientos en mi formación profesional.

Al Centro de Investigación K'iphak'iphani de la Fundación PROINPA por ofrecerme las facilidades para desarrollar el trabajo experimental

A mi asesor Ing. Ph.D. Alejandro Bonifacio por sus enseñanzas, recomendaciones por su paciencia y apoyo incondicional que estuvo en todo momento.

A mis revisores: Ing. Freddy Carlos Mena Herrera, Ing. M.Sc. Marco Antonio Patiño, Ing. Gabriela Apaza quienes con su colaboración de revisar el documento me guiaron con sus recomendaciones para realizar un trabajo de investigación.

A los ingenieros e ingenieras del centro de investigación K'iphak'iphani Fundación PROINPA: Miriam Alcón, Pablo Mollisaca, Mónica, Elba Flores, Beatriz Fernández por su amistad y confianza.

También agradezco a mis compañeras tesisistas: Deysi Honorio, Ruth Marlene Quispe, Jeanette Choque, así también a Don Carlos personal trabajador del centro de investigación K'iphak'iphani quienes me acompañaron durante el transcurso del trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación.....	3
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
2.3 Hipótesis	4
2.3.1 Hipótesis nula	4
2.3.2 Hipótesis alterna	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 Origen y domesticación de la quinua	6
3.2 Distribución geográfica.....	7
3.3 Obtención de líneas	8
3.4 Producción de quinua en Bolivia	8
3.5 Descripción morfológica de la quinua.....	9
3.6 Clasificación taxonómica de la quinua	11
3.7 Fases fenológicas	12
3.8 Características agroecológicas de la quinua.....	14
3.8.1 Ecología de la quinua	14
3.8.2 Temperatura	14
3.8.3 Precipitación y humedad	14
3.8.4 Suelos.....	15
3.9 Manejo del cultivo de quinua.....	15

3.9.1	Preparación del terreno y abonamiento.....	15
3.9.2	Siembra y densidad de siembra	16
3.9.3	Labores culturales	16
3.10	Plagas y enfermedades de la quinua.....	17
3.10.1	Plagas	17
3.10.2	Enfermedades	19
3.11	Cosecha.....	20
3.12	Importancia y valor nutricional de la quinua.....	21
3.13	Procesamiento de quinua (agroindustria)	22
3.14	Calidad y formas de consumo de la quinua	22
3.15	Grano perlado	23
3.16	Hojuelas de quinua	23
3.17	Harina de quinua.....	24
4.	LOCALIZACIÓN.....	25
4.1	Ubicación geográfica.....	25
4.2	Características agroecológicas de la zona.....	25
4.2.1	Clima	25
4.2.2	Suelo	26
4.2.3	Vegetación.....	26
5.	MATERIALES Y METODOS	27
5.1	Materiales.....	27
5.1.1	Material biológico.....	27
5.1.2	Material del campo	27
5.1.3	Material de laboratorio y gabinete.....	27
5.1.4	Material de beneficio y procesamiento	27

5.2	Metodología	27
5.2.1	Metodología experimental	27
5.2.2	Modelo lineal.....	29
5.2.3	Croquis de la parcela.....	31
5.3	Variables de respuesta.....	32
5.3.1	Variables de la planta.	32
5.3.2	Evaluación de las características del grano.....	33
5.3.3	Evaluación del beneficiado y laminado del grano	33
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
6.1	Variables de la planta.....	36
6.1.1	Altura de planta.....	36
6.1.2	Diámetro de tallo.....	37
6.1.3	Longitud de panoja en la etapa de madurez.....	38
6.1.4	Diámetro de la panoja.....	39
6.1.5	Días transcurridas en la etapa de inicio de panoja.	41
6.1.6	Días transcurridas en el Inicio de floración	42
6.1.7	Días transcurridas en el Inicio de madurez.....	43
6.1.8	Índice de cosecha (IC).....	45
6.1.9	Rendimiento de grano por planta.....	46
6.2	Evaluación de las características del grano	47
6.2.1	Diámetro del grano.	47
6.2.2	Espesor del grano.....	49
6.2.3	Presencia de la saponina.	50
6.2.4	Peso hectolítrico del grano.	51
6.2.5	Peso de 100 semillas.....	52

6.3	Evaluación del beneficiado y laminado del grano	54
6.3.1	Tiempo de lavado	54
6.3.2	Volumen de agua para el desaponificado del grano por cada línea	55
6.3.3	Porcentaje de merma en el beneficiado (%)	56
6.3.4	Volumen de hojuela	58
6.3.5	Porcentaje de la hojuela y sémola	59
6.3.6	Calidad de hojuela	62
7.	CONCLUSIONES	65
8.	RECOMENDACIONES	67
9.	BIBLIOGRAFIA	68
10.	ANEXOS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Las fases fenológicas de la quinua	13
Tabla 2.	Características de valor nutritivo y agroindustrial de germoplasma	22
Tabla 3.	Análisis de varianza para altura de planta (cm)	36
Tabla 4.	Promedio general de altura de planta (cm)	37
Tabla 5.	Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm)	37
Tabla 6.	promedio general para el diámetro de tallo (mm)	38
Tabla 7.	Longitud de panoja en la etapa de madurez (cm)	38
Tabla 8.	Comparación Duncan para longitud de panoja (cm)	39
Tabla 9.	Análisis de varianza para diámetro de la panoja (cm)	39
Tabla 10.	Comparación Duncan para diámetro de panoja (cm)	40
Tabla 11.	Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de panoja	41
Tabla 12.	Comparación Duncan para días transcurridas para el inicio de panoja.....	41
Tabla 13.	Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de floración.....	42
Tabla 14.	Prueba Duncan para Días transcurridas en el inicio de floración	43
Tabla 15.	Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de madurez	43

Tabla 16. Comparación Duncan días transcurridas en el inicio de madurez.....	44
Tabla 17. Análisis de varianza para índice de cosecha.....	45
Tabla 18. Comparación Duncan para el índice de cosecha (IC)	45
Tabla 19. Análisis de varianza para rendimiento de grano por planta (g/pl).....	46
Tabla 20. Comparación Duncan para el rendimiento de grano por planta (g/pl)	47
Tabla 21. Análisis de varianza para el diámetro del grano (mm).....	47
Tabla 22. Comparación Duncan para el diámetro de grano (mm).....	48
Tabla 23. Análisis de varianza para el espesor del grano (mm).....	49
Tabla 24. Comparación Duncan para espesor del grano (mm).....	49
Tabla 25. Presencia de la saponina	50
Tabla 26. Análisis de varianza para el peso hectolítrico (kg/Hl)	51
Tabla 27. comparación Duncan para el peso hectolítrico (kg/Hl)	51
Tabla 28. Análisis de varianza para el peso de 100 semillas (g).....	52
Tabla 29. comparación Duncan para el peso de 100 semillas (g).....	53
Tabla 30. Análisis de varianza para el tiempo de lavado (min)	54
Tabla 31. comparación Duncan para el tiempo de lavado en (min)	54
Tabla 32. Análisis de varianza para el volumen (ml) de agua desaponificado	55
Tabla 33. Prueba Duncan para el volumen (ml) gastado en el desaponificado	55
Tabla 34. Análisis de varianza para el porcentaje de merma en el escarificado	56
Tabla 35. Comparación Duncan para el porcentaje de merma en el escarificado	57
Tabla 36. Análisis de varianza para el volumen de hojuela (cm ³).....	58
Tabla 37. Comparación Duncan para el volumen de hojuela (cm ³).....	58
Tabla 38. Análisis de varianza para el porcentaje de la hojuela (%)	59
Tabla 39. comparación Duncan para el porcentaje de la hojuela (%)	60
Tabla 40. Análisis de varianza para el porcentaje de sémola (%).....	61
Tabla 41. Comparación Duncan para el porcentaje de sémola (%)	61
Tabla 42. Análisis de varianza para longitud de la hojuela (mm)	62
Tabla 43. Comparación Duncan para longitud de la hojuela (mm).....	63
Tabla 44. Análisis de varianza para el ancho de la hojuela (mm)	63
Tabla 45. Promedio general para el ancho de la hojuela (mm).....	64

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis experimental.....	75
Anexo 2.	Análisis de varianza para altura de planta	76
Anexo 3.	Análisis de varianza para diámetro de tallo	76
Anexo 4.	Análisis de varianza para longitud de la panoja.....	77
Anexo 5.	Análisis de varianza para diámetro de la panoja	77
Anexo 6.	Análisis de varianza para Días transcurridas en el inicio de panojamiento 78	
Anexo 7.	Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de floración	78
Anexo 8.	Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de madurez....	79
Anexo 9.	Análisis de varianza para índice de cosecha.....	79
Anexo 10.	Análisis de varianza para Rendimiento de grano por planta (g/pl)	80
Anexo 11.	Análisis de varianza para diámetro de grano.....	80
Anexo 12.	Análisis de varianza para espesor de grano	81
Anexo 13.	Análisis de varianza para el peso hectolítrico	81
Anexo 14.	Análisis de varianza para el peso de 100 semillas.	82
Anexo 15.	Análisis de varianza para el tiempo de lavado.....	82
Anexo 16.	Análisis de varianza para el volumen de agua desaponificado	83
Anexo 17.	Análisis para el porcentaje de merma en el escarificado de la quinua ..	83
Anexo 18.	Análisis de varianza para el volumen de la hojuela	84
Anexo 19.	Análisis de varianza para el porcentaje de hojuela.....	84
Anexo 20.	Análisis de varianza para el porcentaje de sémola.....	85

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 1.	Líneas de quinua Ch'ullpi en la fase vegetativa.	86
---------	---	----

Foto 2.	Plantas de la quinua encapuchados en su etapa de madurez para proteger los granos de las palomas.....	86
Foto 3.	Panoja Compacta (Cabezona-Ch`ullpi)	87
Foto 4.	Cosecha de quinua	87
Foto 5.	Trillado de quinua	87
Foto 6.	Peso de grano de la planta individual	88
Foto 7.	Conteo manual de 100 semillas y peso hectolitrico (utilizando una probeta de 10ml) para luego ser sometidas al pesado.....	88
Foto 8.	Presencia de saponina.....	89
Foto 9.	Lavado de quinua se utilizo vañadores, baldes, jarras, para calcular el volumen de agua gastada.	89
Foto 10.	Aquí se realizo el laminado de la hojuela	90
Foto 11.	Tamizado (separación de la hojuela y sémola).....	90
Foto 12.	Peso y volumen de la hojuela	90
Foto 13.	Diferencia entre la linea Ch`ullpi y la variedad Jach`a grano, despues del laminado de la hojuela	91
Foto 14.	Diferencia entre el grano Ch`ullpi y la variedad Jach`a Grano.	91

INDICE DE FIGURA

Figura 1.	Localización de área de estudio	25
-----------	---------------------------------------	----

RESUMEN

El grano de quinua presenta diversidad en colores y tamaño de grano que son criterios que diferencian el producto comercial. El grano Ch'ullpi no es muy conocido en el mercado, siendo su uso restringido a la culinaria tradicional. Para contribuir al uso de la diversidad genética de la quinua, en el Centro de Investigación K'iphak'iphani se ha evaluado las características de 12 líneas de grano Ch'ullpi (grano vítreo) y una variedad testigo Jach'a Grano (T13). Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo, tamaño de panoja (diámetro y longitud), días transcurridos hasta; inicio de panojamiento (IP), inicio de floración (IF), inicio de madurez (IM), índice de cosecha (IC); rendimiento de grano por planta, tamaño de grano (diámetro y espesor), presencia de la saponina, peso hectolítrico, peso de 100 semillas, tiempo de lavado, volumen de agua para el desaponificado del grano, porcentaje de merma durante el beneficiado, volumen de hojuela, porcentaje de sémola y calidad de hojuela. Para las variables de tipo agronómica, se identificaron al azar cinco plantas representativas de cada línea en las que se registraron datos previstos. Una vez cosechada y secado las plantas de quinua, fueron sometidas a trillado obteniendo el grano limpio que fue evaluado y registrado el peso, diámetro y espesor de grano. Para lavar el grano se ha empleado agua de grifo y para laminar se empleó un equipo semi industrial. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre líneas en la altura de planta y en el diámetro de tallo.

Para días transcurridos en el inicio de panojamiento (IP) el T2 (Cabezona - Ch'ullpi) y T13 (Jach'a grano) fueron las más precoces con 56 días, las mismas comenzaron a florecer en 77 días. Para el inicio de madurez los tratamientos T13 (Jach'a grano), T9 (F10 23), T7(F10 13) y T6(F1012) maduraron en 142 días siendo las más precoces.

Para longitud y diámetro de panoja las líneas de quinua presentaron diferencias significativas entre líneas: T8 (F10 18) fue superior con 35,35 cm de longitud y el mayor diámetro de panoja fue del T12 (F10 25) con 5,67 cm.

En el índice de cosecha existe diferencias significativas entre líneas: T13 (Jach'a grano) alcanzó 0,50 siendo el mayor índice de cosecha, el índice de cosecha de las líneas Ch'ullpi ha variado entre 0,35 – 0,47.

El rendimiento de grano por planta el T8 (F10 18) alcanzó con un rendimiento de 54,87 g/pl y T12 (F10 25) con un menor rendimiento de 13,13 g/pl.

El tamaño de grano (diámetro y espesor) fue diferente en las líneas de quinua evaluadas, observándose que las líneas tipo Ch'ullpi presentan granos discoidales y de menor espesor frente al testigo que presenta grano de mayor espesor (abultado).

Las diferencias en el peso de 100 semillas y en peso hectolítrico son altamente significativas para las líneas; el T8 se destacó con mayor peso (0,68 g) y T1 con el menor peso (0,45g), mientras el Testigo ocupa el peso promedio entre el más alto y el más bajo, lo cual se podría atribuir al menor peso; en peso hectolítrico las líneas de grano vítreo fueron superiores al testigo (84,65 a 86,67Kg/Hl), lo que tiene implicancias prácticas en ocupar menor volumen en envases y menor espacio de almacenamiento.

El grano Ch'ullpi sin lavar son de apariencia cristalina o casi transparente de forma discoidal de consistencia duro, el testigo es de grano opaco y de consistencia blando.

El color de grano Ch'ullpi lavado varía entre crema y verde tenue, pero de apariencia transparente y más brillante.

El volumen de la hojuela, muestra diferencias significativas entre líneas, siendo la T6 con mayor volumen y la T1 con el menor volumen, la variedad testigo Jach'a Grano ocupó el rango intermedio.

En porcentaje de sémola, las diferencias son significativas; donde T9 fue superior, T1 inferior y Jach'a Grano con porcentaje promedio. Las hojuelas del grano Ch'ullpi presentan buena apariencia.

En conclusión, las líneas de grano Ch'ullpi presenta diferencias en algunas características morfológicas de la planta, pero las diferencias más notables están dadas por las características del grano, tales como apariencia del grano entero y lavado, peso del grano y menor pérdida durante el beneficiado que es atribuible a la dureza del grano.

SUMMARY

The quinoa grain presents diversity in colors and grain size, which are criteria that differentiate the commercial product. The Ch'ullpi grain is not well known in the market,

its use being restricted to traditional cuisine. To contribute to the use of the genetic diversity of quinoa, the K'iphak'iphani Research Center has evaluated the characteristics of 12 lines of Ch'ullpi grain (glassy grain) and a control variety Jach'a Grano (T13). The variables evaluated were: plant height, stem diameter, panicle size (diameter and length), days elapsed until the beginning of tasseling (IP), beginning of flowering (IF), beginning of maturity (IM), harvest index (CI); grain yield per plant, grain size (diameter and thickness), presence of saponin, hectoliter weight, weight of 100 seeds, washing time, volume of water for desaponification of the grain, percentage of loss during processing, volume of flake, semolina percentage and flake quality. For agronomic variables, five representative plants of each line were randomly identified in which expected data were recorded. Once the quinoa plants were harvested and dried, they were threshed, obtaining the clean grain that was evaluated and the weight, diameter and grain thickness recorded. Tap water was used to wash the grain and semi-industrial equipment was used to laminate. The results show that there are no significant differences between lines in plant height and stem diameter.

For days elapsed at the beginning of tasseling (IP), T2 (Cab - Ch'ullpi) and T13 (Jach'a grano) were the earliest with 56 days, they began to flower in 77 days. For the beginning of maturity, treatments T13 (Jach'a grain), T9 (F10 23), T7 (F10 13) and T6 (F1012) matured in 142 days, being the earliest.

For panicle length and diameter, the quinoa lines presented significant differences between lines: T8 (F10 18) was superior with 35.35 cm in length and the largest panicle diameter was T12 (F10 25) with 5.67 cm.

In the harvest index there are significant differences between lines: T13 (Jach'a grain) reached 0.50, being the highest harvest index, the harvest index of the Ch'ullpi lines has varied between 0.35 - 0.47.

The grain yield per plant reached T8 (F10 18) with a yield of 54.87 g/pl and T12 (F10 25) with a lower yield of 13.13 g/pl.

The grain size (diameter and thickness) was different in the quinoa lines evaluated, observing that the Ch'ullpi-type lines present discoidal and thinner grains compared to the control that has thicker (bulged) grain.

The differences in the weight of 100 seeds and hectoliter weight are highly significant for the lines; T8 stood out with the highest weight (0.68 g) and T1 with the lowest weight (0.45 g), while the Witness occupies the average weight between the highest and the lowest, which could be attributed to the lowest weight; In hectoliter weight, the glassy grain lines were higher than the control (84.65 to 86.67Kg/Hl), which has practical implications in occupying less volume in containers and less storage space.

The unwashed Ch'ullpi grains are crystalline or almost transparent in appearance, disc-shaped with a hard consistency, the control has an opaque grain and a soft consistency.

The washed Ch'ullpi grain color varies between cream and faint green, but transparent and brighter in appearance.

The volume of the flake shows significant differences between lines, with T6 having the highest volume and T1 having the lowest volume, the control variety Jach'a Grano occupied the intermediate range.

In percentage of semolina, the differences are significant; where T9 was higher, T1 lower and Jach'a Grano with average percentage. The flakes of the Ch'ullpi grain have a good appearance.

In conclusion, the Ch'ullpi grain lines present differences in some morphological characteristics of the plant, but the most notable differences are given by the characteristics of the grain, such as appearance of the whole and washed grain, grain weight and less loss during processing. benefited which is attributable to the hardness of the grain.

1. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo originario de los Andes, específicamente entre los países de Perú y Bolivia cuyo rol es importante en la alimentación humana por su valor nutricional y su adaptación a las zonas marginales. Es un cultivo que ha ganado importancia en las últimas décadas y su área de cultivo se ha incrementado de manera significativa en el altiplano y en otras regiones.

Los efectos del *boom* de la quinua, En el año 2012 se ha incrementado el consumo per cápita a 1.11 kilogramos de 0,35 kilogramos del año 2008 (IBCE citado por Alemán *et al.* 2014). En el año 2014 el consumo de quinua por habitante ha incrementado a 2 kilogramos por año (MDPyEP, 2014).

Por las características agronómicas de la planta, la calidad nutritiva del grano y el valor económico en el mercado, la quinua fue introducida en otros países y continentes donde se investiga y se produce con tecnología avanzada. La quinua que por milenios ha sido domesticada, mejorada y conservada por los habitantes pertenecientes a civilizaciones antiguas, ha sido manejada con tecnología ancestral y tradicional y de manera sostenible; sin embargo, en los últimos años se ha introducido algunos componentes tecnológicos en la labranza que ha generado problemas como la degradación de suelos y también por el uso excesivos de insumos químicos en la producción.

La quinua presenta una gran diversidad genética con diferentes coloraciones en las plantas, diferentes formas de inflorescencia; con colores variados en el grano como también en tamaño, dureza del grano y contenido de saponina.

Gandarillas (1979), afirma que además de los colores estudiados, los granos de la quinua poseen otros caracteres comunes y apreciados por los nativos de los Andes, por ejemplo, el grano Ch'ullpi es diferente del normal puesto que su perisperma es cristalino similar al maíz Ch`uspiillo que está controlado por un gene recesivo en condición homocigótica (susu).

Según Sillo *et al.* (2016), la evaluación de líneas mejoradas, es un proceso previo a la liberación de nuevas variedades, los caracteres agronómicos son

frecuentemente evaluados y las variables relacionadas con la calidad comercial e industrial son escasamente valoradas.

En el centro experimental de K`iphak`iphani se han seleccionado líneas de quinua de grano cristalino o Ch`ullpi las mismas requieren de una evaluación de los caracteres agronómicos y aspectos cualitativos del grano. Estas líneas requieren del manejo cuidadoso debido a la herencia recesiva del carácter, puesto que puede alterarse por la acción dominante del gen presente en otras variedades de quinua.

1.1 Planteamiento del problema

El grano de quinua generalmente demandado en el mercado está ampliamente referido a los tipos de grano blanco, grande y perisperma farináceo. Los otros tipos de grano tienen poca demanda, entre ellos el rojo o negro. Con respecto al tipo de grano cristalino o Ch`ullpi, rara vez es comercializado en el mercado; sin embargo, en el saber local se conoce que este tipo de grano tiene usos particulares interesantes por las características del grano (mayor peso) y su calidad culinaria.

La mayor preferencia de grano grande y blanco no contribuye a la conservación de la diversidad genética de la quinua ya que por la escasa demanda que tienen los otros tipos de grano, estos tienden a perder vigencia. El tipo de grano cristalino se encuentra en esa categoría de grano poco conocido y de poca demanda, lo cual podría conducir a la erosión genética de este tipo de grano.

Por lo que el presente trabajo de investigación está orientado a evaluar el comportamiento agronómico y calidad de grano de 12 líneas especialmente el grano "Ch`ullpi" y una variedad testigo (Jach`a grano).

1.2 Antecedentes

Durante mucho tiempo la quinua se ha consumido en los sectores rurales del altiplano. Hoy en día, la producción se ha incrementado y es comercializada en mercados nacionales e internacionales.

Rojas *et al.* (2016) afirman que actualmente la colección boliviana de quinua es una de las más importantes a nivel mundial por el número de accesiones que contiene. En los más de 50 años de existencia de la colección, los trabajos de caracterización y evaluación concentraron sus esfuerzos al registro de información agromorfológica. A partir del año 2001 se iniciaron los trabajos de evaluación del valor nutritivo de la colección y a partir del año 2006 las variables agroindustriales, con el fin de orientar el uso del germoplasma en la elaboración de productos transformados a base de quinua. En la misma época se dio énfasis en la selección de líneas de grano grande, de color blanco y de alto rendimiento, según la demanda de esa época.

Con respecto a las características de calidad del grano de quinua, Mamani (2016) ha evaluado 10 variedades comerciales entre dulces y amargas concentrándose en el beneficiado y laminado del grano. Por otra parte, Calle *et al.* (2016) han evaluado la calidad del grano de quinua de color rojo o café.

1.3 Justificación

La quinua durante siglos atrás fue uno de los alimentos de bajo prestigio social, por falta de conocimiento sobre la calidad de ese grano este prejuicio cambió lentamente al conocerse sus propiedades nutritivas sobresalientes. El procesamiento agroindustrial es un factor de importancia decisiva ya que esto permitió optimizar la calidad, facilitó la comercialización, incrementó su valor agregado, esto incentivó al productor a mejorar su producción, pero también incrementó la superficie del cultivo utilizando pocas variedades.

El grano de quinua presenta amplia diversidad, pero el consumo de la quinua está centrado en pocas variedades. Los otros tipos de grano como el cristalino o Ch'ullpi son poco conocidos en el mercado debido a la falta de información sobre sus características muy particulares como el mayor peso de grano, apariencia cristalina y su calidad culinaria. Por otra parte, no se cuenta con información sobre el beneficiado y procesamiento del grano de quinua tipo cristalino, tales como el volumen de agua necesario para remover la saponina lo cual es importante conocer en un contexto de menos disponibilidad de agua dulce derivado del cambio climático, como también la calidad del grano para la elaboración de hojuela.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico y aspectos cualitativos de líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de grano cristalino en el centro K`ipak`ipani.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de 12 líneas de quinua de grano cristalino y una variedad testigo (Jach`a grano).
- Evaluar las características cualitativas y cuantitativas del grano cristalino o Ch`ullpi.
- Evaluar la calidad del grano cristalino en la elaboración de hojuelas de quinua.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis nula

Ho: El comportamiento de las líneas de grano Ch`ullpi es similar

Ho: El peso hectolítrico del grano Ch`ullpi es similar a la variedad testigo (Jach`a grano).

Ho: El peso de 100 semillas de la variedad Jach`a grano es similar en doce líneas de grano Ch`ullpi.

Ho: El índice de cosecha de la variedad Jach`a grano es similar a doce líneas de grano Ch`ullpi.

2.3.2 Hipótesis alterna

Ha: El comportamiento de las líneas de grano Ch`ullpi no es similar

Ha: El peso hectolítrico de la variedad Jach`a grano no es similar a doce líneas de grano Ch`ullpi.

Ha: El peso de 100 semillas de la variedad Jach`a grano no es similar a doce líneas de grano Ch`ullpi

Ho: El índice de cosecha de la variedad Jach`a grano no es similar a doce líneas de grano Ch`ullpi

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen y domesticación de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), se originó en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, fue cultivada y utilizada como alimento básico por las civilizaciones prehispánicas; con la llegada de los españoles fue reemplazada por los cereales introducidos (Mujica *et al.* 2004).

Los hallazgos más antiguos de la quinua han sido los análisis de microrrestos y macrorrestos. Los microrrestos fueron localizados y analizados a partir de gránulos de almidón en el Noroeste de Argentina (NOA); mientras los macrorrestos las evidencias proceden de la Quebrada de los Corrales con una cronología de 3.550 a.C. y del norte de Chile -Tulán 85- con una cronología de 2.660 a.C. (Nuñez *et al.*, 2009 y Oliszewski *et al.* 2019, citado por Arreguez *et al.*, 2020).

Mujica (2015), indica que los hombres andinos fueron los que, domesticaron la quinua y son llamados primitivos domesticadores de esta planta, tardaron mucho tiempo hasta obtener plantas adaptadas al manejo, en este proceso seleccionaron los granos de mayor tamaño y diversidad de colores (negro, amarillo, rosado y blanco).

Bruno (2005) citado por Planella *et al.* (2014), señala, otros rasgos micro-morfológicos que son observados, uno de ellos es la reducción en el grosor del episperma o testa que recubre al embrión y al perisperma en la semilla. Así también indica que, se produjo la modificación morfológica de los márgenes de los frutos; mientras que las formas silvestres poseen márgenes redondeados a biconvexos, las domesticadas presentan márgenes truncados debido a la morfología más plana de sus caras adaxial y abaxial, al crecimiento de los cotiledones y a un incremento del volumen del perisperma. Al mismo tiempo, se produce una diferenciación en la textura presente en el episperma: la semilla domesticada tiende a una textura lisa, es decir sin protuberancias, en oposición a la reticulada de las silvestres.

3.2 Distribución geográfica

La quinua en la actualidad está presente en las de 125 países, o sea tiene distribución mundial: desde Norteamérica y Canadá, hasta Chiloe en Chile; en Europa, Asia y el África, obteniendo resultados aceptables en cuanto a producción y adaptación (Bazile, 2023).

Según Tapia (1979), la quinua se distribuye geográficamente en el Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina; se ha encontrado una diferenciación entre eco tipos del altiplano y de los valles, también se encontró quinua en Concepción, Chile a 37 °S, al nivel del mar donde puede ser considerada un grupo especial adaptado a fotoperiodos más largos.

Barriga *et al.* y Lescano, citados por Rojas *et al.* (2010) señala lo siguiente:

La distribución geográfica de la quinua se extiende, desde los 5° de Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° de Latitud Sur en la Décima Región de Chile. Su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Bolivia y Perú, existiendo así quinuas de costa, valles, valles interandinos, puna y altiplano (p:18).

Rojas *et al.* (2010), menciona que la quinua presenta los siguientes centros de producción:

- 1) **En Colombia** se encuentra en el departamento de Nariño, en las localidades de Ipiales, Puerres, Contadero, Córdova, San Juan, Mocondino y Pasto.
- 2) **En Ecuador** en las áreas de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Latacunga, Ambato y Cuenca.
- 3) **En Perú** se destacan las zonas de Cajamarca, Callejón de Huayllas, Valle del Mantaro, Andahuayllas, Cusco y Puno (altiplano).
- 4) **En Bolivia** en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí y en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija.
- 5) **En Chile** en el altiplano chileno (Isluga e Iquique) y Concepción.
- 6) **En Argentina** se cultiva en forma aislada en Jujuy y Salta.

Según IICA (2015), la distribución de esta especie sucedió a partir del último tercio del siglo XX, difundándose desde la región andina hacia los demás países de América del Sur. Con el tiempo se distribuyó hacia Centroamérica (México y Guatemala) con fines de investigación luego para la producción, de allí la distribución llegó a Estados Unidos y Canadá como un producto étnico para consumo de los inmigrantes, luego ya comercializaron emprendiendo para la comida en los restaurantes.

3.3 Obtención de líneas

Bonifacio *et al.* (2004) mencionan que la autofecundación es un procedimiento apropiado para la obtención de líneas puras a partir de variedades antiguas y/o accesiones mezcladas y poblaciones segregantes que provienen del cruzamiento dirigido. Los mismos autores indican que las líneas puras obtenidas por autofecundaciones sucesivas son útiles para la hibridación, puesto que los progenitores empleados en la cruce deben ser líneas puras o al menos altamente homocigóticas, lo cual permite la obtención de progenies heterocigóticas en F_1 , las mismas que a su vez facilitarán la recombinación de genes para generar mayor variabilidad en la F_2 .

Según Cubero (2003), las líneas puras se obtienen mediante autofecundación sucesiva, puesto que la autofecundación conduce a la homocigosis, es decir, que todos o la mayoría de los genes de la planta están se encuentran en condición de homocigota dominante, homocigota recesiva o una combinación de homocigotas dominantes y recesivas en los caracteres genéticos de la planta. Las líneas puras generan descendientes genéticamente idénticos mediante la reproducción sexual y es la base para el mejoramiento de especies autógamias; mientras que en el mejoramiento de plantas alógamas las líneas puras se emplean como parentales para la formulación de variedades híbridas.

3.4 Producción de quinua en Bolivia

El cultivo de quinua se ha desarrollado fundamentalmente en los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí y como también se produce en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba Y Tarija, pero en menores proporciones (Ormachea y Ramirez, 2013).

Canales *et al.* (2020) sostiene que “la quinua en Bolivia es uno de los siete cultivos primordiales debido a su potencial para contribuir al desarrollo rural”.

Los mismos autores citan a FAO que en 2017 Bolivia reportó 67,000 toneladas de quinua quedando como el segundo productor del mundo después de Perú; el mismo año hubo una comparación en el rendimiento de quinua, Bolivia con 600 kg por hectárea mientras Perú con 1,200 kg por hectárea la cual muestra que en Bolivia la producción sigue siendo baja.

Según Puña *et al.* (2021)

Bolivia ha tenido un incremento significativo en producción y exportación de quinua, tanto en valor como en volumen. El incremento más pronunciado de las exportaciones de quinua tiene lugar entre 2008 y 2013. El volumen de las exportaciones tuvo un máximo el 2013 con 34 mil toneladas y el valor de exportación más alto el 2014 por un valor de 196 millones de dólares americanos. Posterior a estos años vemos un desacople entre volumen y valor. Las exportaciones en volumen caen hasta el año 2015, a partir del cual se presenta una tendencia ascendente hasta llegar a 2020 con 37 mil toneladas (p:1-2).

Los mismos autores indican la producción de quinua por departamentos en Bolivia, aumentaron apreciablemente a partir de 2007, en el periodo de 2014-2015 de 40000 t para Oruro, 26000 t para Potosí, 8000 t para La Paz, 270 t para Cochabamba, Tarija y santa Cruz con una producción promedio muy por debajo de 10 t. Posteriormente se produce una ligera caída para el año 2016 especialmente en los departamentos de Oruro y Potosí. A partir de la cual se estabilizó hasta la actualidad (Puña *et al.*, 2021).

3.5 Descripción morfológica de la quinua

La quinua es una planta de tipo anual, dicotiledónea, que alcanza una altura de 0,3 a 2,0 metros dependiente de las condiciones ambientales (Leon – Lobos *et al.* 2015).

- **Raíz.**

Según Mujica *et al.* (2004), la quinua presenta raíz pivotante, vigorosa, profunda (1.8 cm) bastante ramificada y fibrosa con raíz principal claramente diferenciada de las raíces secundarias.

- **Tallo.**

Para PROINPA. (2011) “el tallo es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas, puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven (p:21).

“La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados. Cuando los tallos son jóvenes la médula es suave, cuando los tallos maduran la médula es esponjosa y seca y en la cosecha se cae y el tallo queda hueco o vacío” (Gomez y Aguilar 2016:7).

- **Hojas.**

Gomez y Aguilar (2016), mencionan que las hojas de la quinua tienen dos partes, el pecíolo y la lámina. El pecíolo es largo y acanalado y de color verde, rosado, rojo y púrpura. La lámina es polimorfa de forma triangular o romboidal, tienen márgenes enteros o aserrados. Las hojas y las partes tiernas de la planta están generalmente cubiertas con una pubescencia vesicular que contiene oxalato de calcio capaz de absorber agua del medio ambiente e incrementar la humedad relativa de la atmósfera que rodea las hojas.

- **La inflorescencia.**

Para Mujica *et al.* (2004:11) la inflorescencia de la quinua es una panoja con un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos conformando una panoja laxa (Amarantiforme) o compacta (Glomerulada). La longitud de la panoja es variable, que depende de los genotipos, tipo de quinua y depende de la fertilidad del suelo donde se desarrolla, puede alcanzar de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, así también los glomérulos varían de 80 a 120, el número

de semillas por panoja de 100 a 3000, algunas panojas grandes rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia (Mujica *et al.* 2004).

- **Flores.**

Las flores están agrupadas en glomérulos, son incompletas y pueden ser hermafroditas o pistiladas. La flor hermafrodita está constituida por un perigonio, el gineceo con un ovario elipsoidal con dos o tres ramificaciones estigmáticas rodeados por cinco estambres con filamento corto. La flor femenina consta solamente del perigonio y el gineceo. Las flores son sésiles o pediceladas, pudiendo en algunos casos tener los pedicelos más de 5 mm (Gandarillas, 1979).

- **Fruto.**

Gandarillas (1979), indica que “el fruto es aquenio cubierto por el perigonio, de que desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color del fruto está dado por el del perigonio y se asocia directamente con el de la planta” (p:27-28).

7) Semilla

La semilla está envuelta por el episperma, el embrión está formado por los cotiledones y la radícula que envuelve al perisperma. El perisperma es almidonoso y normalmente de color blanco (Gandarrillas 1979:28).

3.6 Clasificación taxonómica de la quinua

FAO. (2024) lo clasifica de la siguiente manera:

Clasificación científica de la quinua

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Caryophyllales*

Familia: *Amaranthaceae*

Género: *Chenopodium*

Especie: *C. quinoa*

3.7 Fases fenológicas

Montes *et al.* (2018), hicieron una descripción sobre el ciclo fenológico de ecotipos de quinua, determinaron que la quinua presenta dos etapas fenológicas, etapa vegetativa (6 fases) y etapa reproductiva (7 fases) las cuales concuerdan con quienes afirmaron que la quinua tiene 12 fases fenológicas sin incluir la germinación, la descripción viene a continuación:

1) Etapa vegetativa (V)

- **Germinación de la semilla (V0).** Emisión de la radícula, la cual ocurre máximo a las 24 h después de humedecer.
- **Emergencia (V1).** Cuando la plántula rompe la superficie del suelo.
- **Aparición de hojas verdaderas (V2).** Cuando fuera de las hojas cotiledonales, aparece la primera hoja verdadera extendida.
- **Cuatro hojas verdaderas(V3).** Cuando se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales aún se conservan verdes.
- **Seis hojas verdaderas (V4).** Cuando se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas primarias se tornan de color amarillento por senescencia.
- **Ramificación (V5).** Cuando se observan cuatro pares de hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas primarias se han caído y dejado cicatriz en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja.

2) Etapa reproductiva

- **inicio de formación de panoja (R6).** Cuando del ápice de la planta emerge y de la inflorescencia es visible se observa alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo la panoja.
- **Formación de panoja (R7).** Cuando se observa claramente la inflorescencia por encima de las hojas, dejando ver claramente los glomérulos que la conforman; además se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individuales.

- **Inicio de floración (R8).** Cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados y de un color verde limón.
- **Floración (R9).** Cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas y la planta comienza a eliminar las hojas inferiores. Generalmente las flores permanecen abiertas durante 5 a 7 días en promedio y la máxima apertura ocurre entre 10 a.m. y las 2:00 p.m. (Gómez y Aguilar 2016).
- **Grano lechoso (R10).** Cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso.
- **Grano pastoso (R11).** Cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco.
- **Madurez fisiológica y madurez de cosecha (R12).** Cuando al presionar el grano formado con las uñas, presenta resistencia a la penetración, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, en esta etapa inicia el amarillamiento completo de la planta y hay gran defoliación.

La duración de las fases fenológicas de la quinua según Gómez y Aguilar (2016) se presenta en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Las fases fenológicas de la quinua

FASES Y SUB FASES	PROMEDIO / DIAS	RANGO / DIAS
0.0 – 0.9. Germinación	05	3 – 8
1.0 – 1.9. Desarrollo vegetativo		
2.0 – 2.9. Ramificación	33	33 – 38
3.0 – 3.9. Desarrollo del botón floral	45	31 – 68
4.0 – 4.9. Desarrollo de la inflorescencia	60	39 – 97
5.0 – 5.9. Floración	77	45 – 132
6.0 – 6.9. Antesis	82	52 – 136
7.0 – 7.9. Crecimiento y estado acuoso	100	61 – 147
8.0 – 8.9. Fruto estado lechoso	114	70 – 164
9.0 – 9.9. Fruto estado de masa	136	83 – 190

Fuente: Gómez y Aguilar (2016).

3.8 Características agroecológicas de la quinua

3.8.1 Ecología de la quinua

La quinua es cultivada en diferentes pisos ecológicos que parte desde el nivel del mar hasta en lugares más altos como a 4000 msnm.

Draghi (2013,) señala que la quinua soporta hasta 500 mili moles de cloruro de sodio por litro, es decir como si crecieran en agua del mar.

3.8.2 Temperatura

La quinua es un cultivo que se adapta a diferentes climas desde aquellos calurosos hasta en aquellos lugares secos y fríos.

Para Gómez y Aguilar (2016), la quinua se desarrolla bien en el rango de temperatura que varía de 15 a 25°C; la planta puede tolerar heladas, temperaturas altas en la fase del desarrollo vegetativo y en la formación de la inflorescencia, pero menos en la fase de la floración; porque ocasionan la esterilidad de polen y los granos en desarrollo no llenan por completo y se les menciona como semillas inmaduras, arrugados (Ch'uso) y de bajo peso.

Rea *et al.* (1979), mencionan que, según los campesinos, las producciones de quinua en las pampas abiertas son más afectadas por las heladas, que en laderas de cerros.

3.8.3 Precipitación y humedad

“La precipitación en las áreas de cultivo varía mucho de 600 a 800 mm en los Andes ecuatorianos, 400 a 500 mm en el valle del Mantaro, 500 a 800 mm en la región del lago Titicaca, hasta 200 a 400 mm en regiones de producción al sur de Bolivia”, (Rea *et al* 1979:87).

Gómez y Aguilar (2016), indican que por falta de humedad en el cultivo de quinua afecta en la productividad; en el porcentaje de germinación, en el crecimiento y en el llenado de fruto, por lo cual la precipitación adecuada para un buen establecimiento de capo es de 60 a 100 mm.

Fuller, citado por *Rea et al.* (1979) indica que la quinua es una planta de día corto. Donde en varios ensayos se demostró un periodo de 15 días cortos para inducir la antesis.

“La quinua también prospera muy bien en zonas con fotoperiodos de rangos diferentes (días largos y días cortos), por la gran variabilidad genética de la planta. El óptimo es de 12 horas luz por día” (Calla, 2012:11).

3.8.4 Suelos

“La planta requiere de suelos francos, franco – arenosos, franco – arcillosos, con pendientes moderadas y deben tener contenidos de materia orgánica porque es exigente en nitrógeno y el pH que requiere es alrededor del Neutro y el óptimo varía de 6.0 – 8.0” (Calla 2012:8-9).

3.9 Manejo del cultivo de quinua

3.9.1 Preparación del terreno y abonamiento

La preparación del suelo es la primera actividad para producir quinua, en el cual se empieza con la remoción de capa arable del suelo. Es necesaria una labor de arado y pase de rastra para mullir o desmenuzar el suelo, si la siembra es manual o con sembradora manual se recomienda surcar, y si la siembra es mecanizada se debe nivelar el suelo (Nieto *et al.* 1992).

El abonamiento dependerá de la fertilidad del suelo y los requerimientos nutritivos de la planta de quinua dependen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; para producir 5000 kg/ha de materia seca (grano, boza, más jipi), la planta extrae del suelo 65,15,126 y 11 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg respectivamente (Calla 2012).

Las fuentes de abonamiento son: estiércoles de ovinos, vacunos, camélidos, aves guano de isla, humus de lombriz y las cantidades a aplicar dependen de los resultados de análisis de suelo, el momento exacto donde se debe incorporar el abono orgánico es en labranza de los suelos, entre los meses de marzo a mayo, pasando la rastra adecuadamente para que se pueda descomponerse (Calla 2012).

3.9.2 Siembra y densidad de siembra

La siembra es la segunda actividad después de la preparación del suelo y abonamiento. Esta actividad se puede realizar por diferentes sistemas de siembra.

“La siembra en el cultivo de la quinua se realiza en diferentes épocas, dependiendo del lugar a sembrarse, características de la variedad y humedad del suelo, factores importantes que determinan el tipo de siembra manual o mecánica” (PROINPA. 2011:25)

Cuando el cultivo se realiza en sitios con exceso de humedad la siembra se debe hacer al costado o en el lomo del surco, pero si el cultivo es en zonas con escasez de agua, es conveniente sembrar al fondo del surco (Nieto *et al.* 1992).

Calla (2012), recomienda usar entre 10 – 12 kilogramos de semillas por hectárea y describe cuatro sistemas de siembra que son:

- 1) **Al voleo.** Que consiste en derramar la semilla por todo el campo.
- 2) **Hileras,** se realiza la siembra voleando por el campo rastreado quedando muchas semillas dentro de las hileras, luego se realiza el tapado con el paso de ovejas.
- 3) **Surcos,** se realizan surcos aproximadamente de 0.4 a 0.6 m. es una de las mejores siembras donde facilita realizar las labores culturales adecuadamente.
- 4) **En melgas,** se siembra al voleo, esperan que la planta se encuentre en la etapa de 6 hojas verdaderas y que además tiene mucha densidad de plantas entonces abren surcos con distanciamiento de 0.5 a 2 m.

3.9.3 Labores culturales

Martínez *et al.* (2012), recomiendan las siguientes labores culturales:

- 1) **Desmalezado.** Se recomienda efectuar deshierbe principalmente en los primeros estadios del cultivo. La competencia de las malezas es más dañina para el cultivo que el ataque de plagas y enfermedades.

Valdivia (2020), menciona que la actividad del deshierbe se realiza en más de una oportunidad según la incidencia de malezas, en todo caso, el desyerbe se debe realizar antes del inicio de floración.

- 2) **Raleo.** Es el entresaque de las plántulas de quinua, se realiza cuando se tiene muchas plántulas en el hoyo de plantación, en esta labor se recomienda eliminar las plantas más pequeñas, raquíticas, débiles y enfermas.
- 3) **Riego.** Se ha observado que el cultivo de la quinua requiere de riego suplementario, especialmente en la etapa inicial de desarrollo (los primeros 30 días después de la emergencia). Los riegos suplementarios son recomendados a través de los surcos por el sistema de gravedad.
- 4) **Aporque.** El aporque es necesario para sostener y facilitar la aireación de las raíces de las plantas. Esta labor evita el tumbado o vuelco de las plantas provocado por los fuertes vientos. Generalmente se recomienda un buen aporque antes de la floración.

3.10 Plagas y enfermedades de la quinua

3.10.1 Plagas

- 1) **Polilla de quinua (*Eurysacca quinoae* Povolvy).** En un insecto que pertenece al orden lepidóptero, familia Gelechiidae, conocida comúnmente como “KconaKcona” pegador de hojas y destructor de panojas.

El insecto ataca a la planta en dos periodos entre noviembre y diciembre, las larvas pegan las hojas, donde se refugian en el día y por la noche salen para alimentarse de las hojas provocando un daño indirecto al cultivo. Entre febrero a mayo las larvas se alimentan de los granos tiernos y maduros causando un daño directo al cultivo (Quispe *et al.* 2014).

- 2) **Gusano molinero (*Eurysacca melanocampta* Meyrick).**

Según Vilca y Carrasco (2013), *E. melanocampta* es la plaga más importante en el cultivo de quinua, se alimenta de la hoja, inflorescencia y la panoja, son voraces, las larvas abundan en las hojas, ocasionan pérdidas hasta 100%.

La primera generación de polillas se registra de noviembre a diciembre, periodo en el cual la larva vive entre las hojas y el tallo de la quinua, donde defolia y enrolla sus hojas para alimentarse y protegerse, mientras la segunda y tercera generación se presenta en marzo a abril/mayo donde la larva de la polilla vive en los glomérulos al interior de la panoja donde se alimentan de los granos (Quispe *et al.* 2014).

- 3) Polilla de la panoja (*Herpetograma bipunctalis*) antes *Pachyzancla bipunctalis*, Fabricius.** Es una polilla de color pálido, variando de amarillo-pajizo a bruno con algunos puntitos grises o negros en las alas anteriores.

Al estado larval son lucífugas y se movilizan rápidamente entre los glomérulos de la inflorescencia. Empupan entre los glomérulos de la inflorescencia y raras veces lo hacen en el suelo. Las larvas destruyen hojas e inflorescencia, síntomas de daño en la presencia en las hojas y ramillas plegadas, dando la apariencia de estar apretados en la porción apical de la planta (Ortiz y Zanabria 1979).

- 4) Lepidóptera nocturna (*Copitarsia decolora*)**

Es un insecto que fue erróneamente identificada con el nombre *Copitarsia turbata*, la cual, siguiendo la morfología de huevos y larvas, llegaron a la conclusión que *Copitarsia decolora* (Guinée) es el nombre válido para la especie (Pogue y Simmons 2008; Angulo y Olivares 2006 citados por Quispe *et al.* 2014).

Zanabria y Mujica (1977) citados por Ortiz y Zanabria (1979) indican que son insectos llamados comúnmente ticonas “*ticuchis*” son cortadores de las plantas tiernas (8 hojas) o recién germinada, cortándose a la altura del cuello de la raíz, con lo que planta se cae y muere.

- 5) Escarabajo negro (*Epicauta spp*)**

Es un insecto con típico comportamiento gregario que se alimenta de hojas de plantas jóvenes (hasta la fase de panojamiento) provocando defoliaciones (Quispe *et al.* 2014).

6) Pulgones, áfidos, piojos de las plantas (*Macrosiphum euphorbiae* y *Mysus persicae*)

Son insectos picadores – chupadores que producen daños de importancia económica en ataques severos. Causan daños directos e indirectos. Los daños directos son aquellos que succionan la savia de las hojas, tallos, brotes, tallos tiernos e inflorescencia y los indirectos son aquellos que producen la presencia de hongo del género *Fumagina*, que cubre las hojas reduciendo la fotosíntesis y probablemente como transmisores de virus (Gómez y Aguilar 2016).

7) **Aves.** Las aves son devoradores de los granos, ocasionan daños en los últimos periodos reproductivo de la planta, especialmente en el estado lechoso, pastoso y de madurez fisiológica del grano. Al tiempo que se alimentan de los granos de la misma panoja, producen la caída de un gran número de semillas por desgrane o ruptura de los pedicelos de los glomérulos (Rea *et al.* 1979).

3.10.2 Enfermedades

Según Plata *et al.* (2014) la enfermedad más importante y conocida a nivel global es el mildiu (*Peronospora variabilis*) existen otras enfermedades de menor importancia como: Marchitez a la emergencia, moho verde, mancha foliar, podredumbre marrón del tallo, mancha ojival, mancha bacteriana, ojo de gallo, nemátodos, y virosis, todas estas enfermedades no son considerados de importancia económica pero debido a la rápida expansión del cultivo en la zona andina y efectos del cambio climático, eventualmente estas enfermedades podrían tornarse prevalentes.

A continuación, se presenta la descripción de las principales enfermedades que afectan negativamente a la quinua (Alandia *et al.*, 1979, Plata *et al.* 2014; Gómez y Aguilar 2016):

1) **Mildiu (*Peronospora variabilis*).** Es el patógeno más severo en la quinua los mayores daños que ocasiona es la reducción del área fotosintética de la planta provocándole el enanismo (infección sistémica) y la defoliación prematura los cuales reducen el rendimiento del cultivo. Los síntomas del mildiu son manchas pequeñas de forma irregular, su coloración es clorótica y amarilla, rosada, rojiza,

algunos dependen del color de la planta, se encuentra en las hojas, también se puede observar síntomas en el tallo, ramas, inflorescencia y granos.

- 2) **Podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua var foevata*)**. Se presenta en forma de lesiones de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo. Se puede observar picnidios del hongo como puntos negros en el interior de las lesiones, las cuales se encuentra en los tallos y en la panoja. Por lo cual estas heridas pueden llegar a quebrarse en las zonas de infección. El patógeno infecta a la planta por las heridas mecánicas y se adapta en climas fríos.
- 3) **Moho verde (*Cladosporium sp*)**. Se encuentra asociado al mildiu, afecta el follaje desde la fase de formación de la inflorescencia hasta el grano pastoso.
- 4) **Mancha ojival del tallo (*Phoma spp*)**. Se presenta en el tallo lignificado al final de ciclo del cultivo, que afecta a los tallos, hojas e inflorescencia.
- 5) **Manchas foliares (*Ascochyta hyalospere*)**. Esta enfermedad afecta el follaje, los síntomas son manchas necróticas de forma más o menos circular irregular, con centros de color crema y bordes ligeramente marrones. Se transmite a partir de la semilla y es por causa de alta humedad.

3.11 Cosecha

La época para la cosecha es cuando la planta adquiere el color típico de la madurez y el grano ofrece resistencia a la presión con las uñas. Normalmente la cosecha se realiza manualmente, con hoces, pero se puede hacer mecánicamente, utilizando cosechadoras combinadas, especialmente si la superficie amerita esta labor (Nieto *et al.* 1992),

Según Rea *et al.* (1979), los trabajos de la cosecha se dividen en cinco fases:

- 1) **Siega o corte**; tradicionalmente es el arranque de plantas, pero al salir las raíces se mezclan con la tierra al momento de trilla, lo recomendable es la siega o corte en las primeras horas de la mañana y no en las horas de la tarde porque con la fuerte radiación solar, se desprende fácilmente y se desparrama la semilla.

- 2) **Formación de arcos o parvas;** En estas parvas se ordenan las panojas en el centro en forma de techo de dos aguas, luego se cubren con paja, esto se realiza para evitar que se malogre la cosecha por inclemencias climáticas, como lluvias o nevadas, que manchan el grano y las plantas se mantienen en los arcos de hasta 15 días.
- 3) **Golpeo o garroteo;** una vez secas las panojas se procede el trillado que se puede hacer manualmente golpeando las panojas con palos o varas sobre mantos o eras. También se puede hacer con trilladoras estacionarias (Nieto *et al.* 1992).
- 4) **Venteadado y limpieza,** para eliminar los perigonios, hojas tallos que quedan el grano generalmente se realiza en horas de la tarde para aprovechar el viento.
- 5) **Secado del grano;** es necesario secar los granos ya que, si contiene mucha humedad se produce fermentación y amarillento, desmejorando la calidad.
- 6) **Almacenamiento.** Consiste en guardar los granos usando envases, por un determinado tiempo. Es fundamental contar con un almacenamiento adecuado para evitar pérdidas, especialmente por causa de roedores y polillas, se recomiendan secos, bien ventilados y de preferencia envases de yute (Rea *et al.* 1979)

3.12 Importancia y valor nutricional de la quinua

La quinua es uno de los alimentos muy importantes para la salud ya que presenta un alto valor nutricional y es uno de los cereales más demandado en el ámbito de alimentación humana, además de ser nutritivo también es medicinal, por ayudar a los pacientes con diabetes, controla los niveles de colesterol, vital para las personas vegetarianas y veganas y también para los deportistas.

Rojas *et al* (2016), muestra la estadística descriptiva en base al análisis del valor nutritivo y agroindustrial del germoplasma de quinua realizado por laboratorio LAYSAA en el año 2014, la cual se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Características de valor nutritivo y agroindustrial de germoplasma

Componentes	Mínimo	Máximo	Media	SD
Proteína (%)	10,21	18,39	14,33	1,69
Grasa (%)	2,05	10,88	6,46	1,05
Fibra(%)	3,46	9,68	7,01	1,19
Ceniza(%)	2,12	5,21	3,63	0,50
Carbohidratos(%)	52,31	72,98	58,96	3,40
Energía (kcal) 100g ⁻¹	312,92	401,27	353,36	13,11
Granulo Almidón (μ)	1	28	4,47	3,25
Azúcar invertido (%)	10	35	16,89	3,69
Agua empaste (%)	16	66	28,92	7,34

Fuente: Análisis realizado por LAYSAA (2014) citado por Rojas *et al.* (2016)

3.13 Procesamiento de quinua (agroindustria)

El procesamiento consiste en obtener materia procesada de alta calidad, para ello, es necesario conocer las características del grano y su procedencia, comprende varias etapas: la limpieza, desaponificado, secado, selección y clasificación, envasado y almacenamiento; las cuales pueden efectuarse en forma manual y mecanizado. El procesamiento manual es apropiado para pequeñas cantidades y la mecanizada para procesar grandes volúmenes (Marca *et al.* 2011).

Pacheco y Blajos (2015), indican la diferencia de dos niveles de transformación: la primaria, que es la elaboración de productos intermedios que vienen del grano libre de saponinas, listo para consumir, se obtienen cinco productos intermedios. Por una parte, el grano perlado y por otra, productos transformados como: harina, hojuelas, pipocas y extrusados. La segunda transformación se trata de la elaboración de productos finales como: cereales de desayuno de quinua, sopas instantáneas, pastas con quinua, pan, galletas, refrescos, grageas, etc.

3.14 Calidad y formas de consumo de la quinua

Una característica fundamental de la quinua es que el grano, las hojas y las inflorescencias son fuentes de proteínas de muy buena calidad, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, por ende, al tener un alto porcentaje de fibra dietética

total (FDT) la cual actúa como un depurador del cuerpo que logra eliminar toxinas y residuos que pueden dañar el organismo y tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago (PROINPA. 2011).

El principal uso de la quinua es el grano que tiene diversas formas de preparación para el consumo. La quinua se consume en su totalidad (hojas, tallos, y granos) en nutrición humana y animal.

Según Marca *et al.* (2011), para el consumo de la quinua actualmente se elaboran diferentes productos en mayor o menor escala desde el jugo de quinua, quispiño, peske, mazamorras, hasta productos con procesos agroindustriales, como la harina, expandidos, leche, hojuelas, extruidos, almidones, colorantes, saponina, proteína concentrada, granos perlados, germinados, granos preparados para el graneado, malteado, néctares, fideos, golosinas, toffes, dulces, mermeladas, entre otros; sin embargo, para elaborar nuevos productos de alta calidad es importante el conocimiento de las características y propiedades de cada una de las variedades y ecotipos.

3.15 Grano perlado

Mujica *et al.* (2006), denomina quinua perlada al grano seleccionado y desaponificado por medios fisicoquímicos y mecánicos, siendo apta para el consumo humano y aceptada por la población (libre de impurezas y factores antinutricionales).

Para los usos actuales reales y potenciales de la quinua, sigue un proceso industrial que consiste en la remoción de la saponina para obtener el grano perlado; posteriormente del grano perlado es posible obtener harina, hojuelas, extruidos expandidos y granolas (Montoya *et al.* 2005).

3.16 Hojuelas de quinua

La hojuela de quinua se caracteriza por láminas de cereal circular u ovaladas de color blanco crema, elaborada con materia prima que es el grano lavado y agregando valor mediante el proceso de laminado.

Pacheco y Blajos (2015), indican que las hojuelas se obtienen cuando los granos de quinua son sometidos a la presión, son dos rodillos paralelos de giro de uno hacia el otro hasta que obtengan una forma de lámina. Las hojuelas se consumen de la misma forma en que se consumen las hojuelas de avena o de trigo, o suelen incorporarse en la preparación de *mueslix*, cereales de desayunos y barras energéticas.

Así también los autores Calliope *et al.* (2015) hicieron un estudio sobre la elaboración de hojuelas cocidas de quinua la cuales obtuvieron resultados que, si es posible elaborar hojuelas a partir de los granos cocidos para transformarlo en un cereal listo para el consumo que además puede utilizarse como materia prima para desarrollar barras energéticas, granolas, mezclas con frutos secos, sopas deshidratadas, etc.

3.17 Harina de quinua

Pacheco y Blajos (2015) mencionan que la harina de quinua es elaborada a través de un proceso de secado inicial, hasta que el grano tenga una humedad menor o igual a 11% la quinua es entonces molida hasta lograr un producto “panificable”

Hernández (2015), denomina harina de quinua como la materia prima potencial como extensor cárnico, debido a su buen contenido de proteína, almidón y otros componentes. Además, como otros extensores, es de utilidad en reducir los costos en la producción de derivados de la carne (debido a que reemplaza parte de ella), y ofrece beneficios tecnológicos y nutricionales, los cuales dependen de la cantidad, composición, conformación, propiedades físicas y funcionales de las proteínas que contiene.

4. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de investigación K'ipak'ipani dependiente de la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) ubicada en el municipio de Viacha, provincia Ingavi, del departamento de La Paz (figura 1) a una distancia de 4 Km de la población de Viacha. Las coordenadas geográficas del sitio son: 16°40'27,19" Latitud Sur; 68°17'58" Longitud Oeste y una altitud de 3880 msnm.

Figura 1. Localización de área de estudio



Fuente: Centro de Investigación de K'iphak'iphani (PROINPA) (google maps, 2022)

4.2 Características agroecológicas de la zona

4.2.1 Clima

Quispe (2018), menciona que el municipio de Viacha presenta el clima templado frío con una estación seca y otra húmeda. Las coordenadas geográficas son: Latitud Sur 16°39'30" y Longitud Oeste de 68°16'55" se encuentra a 3,850 msnm de altitud. La precipitación media es 573.20 ±82.06 mm año. El valor mínimo de 361.30 mm año y máximo de 1108,90 mm año.

En cuanto la temperatura varía en promedios de 3-5 °C durante las noches a 23 °C durante el día de intensa radiación.

4.2.2 Suelo

La zona de estudio es un lugar planicie con una pendiente suave, un drenaje externo moderado y drenaje interno moderadamente lento, los suelos tienen un origen aluvial con deposiciones finas, la profundidad varía de 20 a 30 cm con poca materia orgánica textura franco arcillosa, arenosa y con pH ligeramente básico.

4.2.3 Vegetación

Mamani *et al.* (2013), señalan lo siguiente:

Las zonas de Kiphakiphani presentan una vegetación que predomina las especies nativas de tipo herbáceo y la mayoría pertenece a la familia Poaceae (gramíneas) de ciclo perenne además de otras especies herbáceas y arbustivas. Entre las especies cultivables se tiene la papa (*Solanum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), oca (*Oxalis tuberosa*), haba (*Vicia faba*), teniendo una rotación entre los cultivos siempre y cuando las condiciones de suelo permitan establecer cultivos oportunamente y la extensión superficial de cada cultivo es compatible con la rotación.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material biológico

El material que se utilizó para el trabajo de investigación está integrado por 12 líneas de quinua cuyo grano es de tipo Ch'ullpi o vítreo y una variedad Testigo (Jach'a grano) (material genético proveniente del Programa de Mejoramiento de la Fundación PROINPA).

5.1.2 Material del campo

Se utilizaron los siguientes equipos y materiales para el trabajo de campo: tractor agrícola con implementos de labranza, azadón, rastrillo, marbetes, platos, tamiz, bolsitas y lonas.

5.1.3 Material de laboratorio y gabinete

Para el trabajo de laboratorio y gabinete se utilizaron los siguientes materiales probeta graduada, cámara fotográfica, vernier, balanza de precisión, probeta de 10 cc, tubos de ensayo, computadora con programas de procesador de texto, hoja electrónica y análisis estadístico.

5.1.4 Material de beneficio y procesamiento

Se utilizaron agua de grifo, bañadores, tamices, lonas y laminadora semi industrial de quinua.

5.2 Metodología

5.2.1 Metodología experimental

1) Roturado del suelo

El roturado se realizó en octubre del año 2020, la cual se efectuó la preparación del suelo, rastrado y emparejado de la superficie del suelo empleando maquinaria agrícola.

2) Siembra

La siembra se realizó el 3 de noviembre de 2020, se adoptó por el método de surcos con la ayuda de una sembradora mecánica y la distribución de semillas a chorro continuo. El área destinada a la investigación fue de 126 m², (14 m de largo x 9 m de ancho) divididos en 3 bloques separados por pasillos de 0,5 m, cada bloque contó con 13 tratamientos de dos surcos cada uno (cada surco de 2,5 m de largo con un espacio de 0,5 m entre surco).

3) Marbeteo de las plantas

En el marbeteo de plantas se realizó a cinco plantas por línea considerando más o menos similares en altura cuando las plantas se encontraban con una altura de 20 a 25 cm (fase inicio de panojamiento).

4) Labores culturales

Raleo: Consistió en remover las plantas para quedar con las plantas más vigorosas y de distribución homogénea en la parcela experimental, esta labor se realizó cuando las plantas alcanzaban una altura de 10 a 15 cm.

Deshierbe: El deshierbe se realizó cuando el nivel de infestación de las malas hierbas alcanzaba un nivel como riesgo de competencia con el desarrollo normal de las plantas de quinua.

5) Cosecha y trilla

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica. La cosecha se realizó empleando una hoz cortando las plantas a 5 cm desde el cuello de la planta. En principio se cosecharon las muestras individuales de la parcela, las cuales fueron introducidas en sobres manila de forma individual, luego se cosecharon las plantas del borde que fueron separados por amarros. El material cosechado fue llevado al invernadero para completar el secado.

En las muestras individuales de cada tratamiento se registraron el peso de la planta, una vez más registrado el peso del material cosechado se prosiguió con la trilla de forma manual empleando lonas y tamices luego el grano limpio fue

introducido en bolsas de polietileno con la identificación respectiva de las líneas y bloques.

6) Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se utilizó 12 líneas de quinua y una variedad testigo (T13): distribuidas bajo el diseño de bloques completos al azar, con 3 bloques, 39 unidades experimentales, cuyo factor de bloqueo fue la pendiente del terreno.

T1: Cab-Ch'ullpi 9 (panoja compacta)

T2: Cab-Ch'ullpi 11 (panoja compacta)

T3: Ch'ullpi (Ninoca)

T4: Ch'ullpi 53 (Resistente al mildiu)

T5: Ch`ullpi 54 (resistente al mildiu)

T6: Ch`ullpi F10 12

T7: Ch`ullpi F10 13

T8: Ch`ullpi F10 18

T9: Ch`ullpi F10 23

T10: Ch`ullpi F10 34

T11: Ch`ullpi F10 35

T12: Ch`ullpi F10 25

TESTIGO: Jach`a Grano

5.2.2 Modelo lineal

El modelo lineal para el diseño de bloques al azar para el presente estudio es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

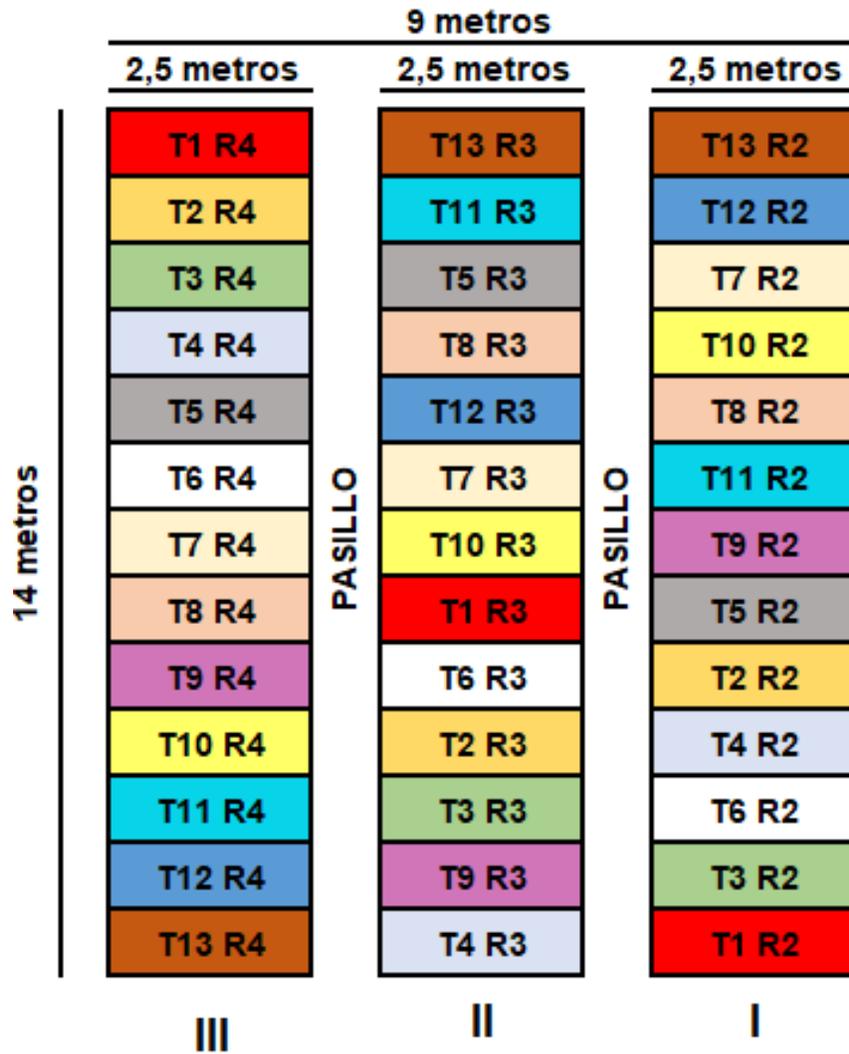
μ = Media general del experimento

t_i = Efecto del tratamiento i – ésimo línea

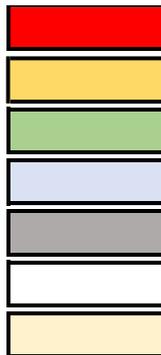
β_j = Efecto del Bloqueo j – ésimo bloque

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental que se presenta al efectuar la j -ésima bloque observación del i -ésimo tratamiento.

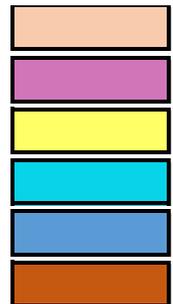
5.2.3 Croquis de la parcela



- T1 (Cab-Ch`ullpi 9)
- T2 (Cab-Ch`ullpi 11)
- T3 (Nino Ch`ullpi)
- T4 (Mildiu 53)
- T5 (Mildiu 54)
- T6 (F10 12)
- T7 (F10 13)



- T8 (F10 18)
- T9 (F10 23)
- T10 (F10 34)
- T11 (F10 35)
- T12 (F10 25)
- T13 Jach`a grano (T)



5.3 Variables de respuesta

5.3.1 Variables de la planta.

- 1) **Altura de planta en (cm).** Se identificaron cinco plantas de cada Unidad Experimental (UE), para la altura de la planta y se registró la variable con el uso de cinta métrica medido desde el cuello de la planta hasta el ápice cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica.
- 2) **Diámetro del tallo.** Para medir el diámetro de tallo se utilizó un vernier midiendo a nivel del cuello de la planta, la variable fue registrada en 5 plantas muestreadas al azar en la etapa de madurez.
- 3) **Longitud y diámetro de panoja.** Las variables de longitud y diámetro de panoja fueron medidas con un flexómetro, cuando los diferentes tratamientos llegaron a la fase de madurez fisiológica. Para la longitud se midió desde la base del ápice de la panoja registrado en (cm) y para el diámetro se realizó en el tercio medio inferior (sección más representativa) la misma se registró en (cm).
- 4) **Días transcurridas en las etapas fisiológicas.** La variable se ha tomado en tres etapas fisiológicas los cuales fueron: inicio de panojamiento, inicio de floración e inicio de madurez. Para la toma de datos del número de días para la plenitud de cada etapa fue necesario conocer previamente las características de cada fase, por lo que se ha tomado como referencia el 50% de la población en la unidad experimental se encuentre en la etapa de evaluación.
- 5) **Índice de cosecha.** Para hallar esta variable aplicamos la fórmula universal de índice de cosecha que indica lo siguiente:

$$IC = (\text{Peso de grano} / \text{peso de la planta})$$

- 6) **Rendimiento de grano por planta.** Para obtener el rendimiento por planta individual, primero se identificó cinco plantas representativas por cada unidad experimental. Una vez cosechado, las plantas fueron secadas y trilladas individualmente. De esa manera se obtuvo el rendimiento en g/planta.

RGP= (Peso de grano limpio por planta)

5.3.2 Evaluación de las características del grano

En la evaluación se tomó en cuenta los siguientes aspectos

1) El tamaño del grano.

- **Diámetro del grano.** El diámetro de grano se registró en (mm) empleando un calibrador digital (Vernier), para su medición se tomó un número de cinco granos por cada unidad experimental.
- **Espesor del grano.** se registró en 5 semillas de cada tratamiento con un calibrador vernier electrónico en unidades de (mm).

2) **Presencia de la saponina.** En esta variable se utilizó tubos de ensayo, colocando aproximadamente 1.5 g de quinua de cada tratamiento, luego añadiéndola agua y agitarlo vigorosamente, para comprobar la presencia de saponina.

3) **Peso hectolítrico del grano.** Para esta variable, la muestra de grano se colocó a una probeta de 10 ml sin presionar, luego se pesó en una balanza digital de precisión (0.01) para registrar los datos de cada línea y se expresa en kg/Hl.

4) **Peso de 100 semillas.** Esta variable se determinó mediante el conteo de 100 granos representativos de cada tratamiento con cinco repeticiones, cuyo peso fue registrado en gramos en una balanza de precisión (0,01g).

5.3.3 Evaluación del beneficiado y laminado del grano

1) Tiempo de lavado y volumen de agua para el desaponificado del grano por cada línea.

En esta evaluación se pesó 100 gramos de cada tratamiento, luego se procedió el lavado utilizando varios envases como bañadores, 2 baldes de 20 litros (graduado cada 500 ml), 2 jarras de 1 litro (graduada cada 250 ml) y coladores. Los recipientes graduados se emplearon para obtener el volumen utilizado en el lavado de quinua en unidades del volumen mililitros. Para que no se derrame los granos se realizó el enjuague alrededor del bañador colocándolo los granos en un colador y proceder al

secado en una toalla, así también durante el lavado se registró el tiempo empleado mediante un cronómetro utilizando las unidades del tiempo en minutos.

2) **Porcentaje de merma en el beneficiado de la quinua**

Esta variable consistió en lavar la quinua de 100 g de grano entero, luego se procedió al secado, una vez secado, pesar el grano nuevamente y obtener resultados de peso y conocer cuánto de peso se perdió en la escarificación.

3) **Volumen de la hojuela**

El grano lavado y acondicionado, fue sometido a laminado por tratamiento y repetición luego con una probeta de 1000 ml se procedió a medir el volumen de la hojuela obtenida de cada línea.

4) **Porcentaje de hojuela y sémola**

- **Porcentaje de hojuela**

En esta evaluación se pesó la hojuela total (hojuela + sémola) en gramos en una balanza de precisión, luego se procedió al tamizado (tamiz ATM 2 mm) para separar la sémola y con el peso obtenido se realizó una regla de tres para sacar el porcentaje de la hojuela.

Si:

El peso total (hojuela + sémola) ----- es 100%

peso de la hojuela tamizado ----- X

- **Porcentaje de sémola**

La sémola separada de la hojuela, se pesó en una balanza de precisión la cual también se utilizó una regla de tres, simple directa para obtener el porcentaje de la sémola.

peso total (hojuela + sémola) ----- es 100

(Peso de la sémola ----- X

$X = (\text{Peso de sémola} \times 100) / \text{peso total}$

5) Calidad de la hojuela

Para esta variable se utilizó dos técnicas para evaluar la calidad de la hojuela: uno es midiendo el ancho y el largo de la hojuela con la ayuda de un vernier en unidades (mm). Así también observar la transparencia y la suavidad que aparenta la lámina de la hojuela

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Variables de la planta

6.1.1 Altura de planta

El resultado obtenido de esta variable se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de varianza para altura de planta (cm)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	544,12	2	272,06	3,22	0,0577 (NS)
Líneas	1884,72	12	157,06	1,86	0,0949 (NS)
Error	2008,13	24	84,51		
Total	4456,97	38			
CV	9,11%				

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza (tabla 3), las diferencias observadas en altura de planta en las líneas de quinua son no significativas por lo cual las líneas no son diferentes lo cual nos indica que no existe diferencia estadística en la altura de planta.

Las diferencias entre bloques no son significativas, deduciendo que las condiciones ambientales son casi homogéneas. El coeficiente de variabilidad es de 9,11 % lo que significa un buen manejo de las unidades experimentales.

Gomez y Aguilar (2016), mencionan que la altura de planta varía de 0.5 m a más de 3 m; depende de la variedad, de la densidad de siembra, de la nutrición y del medio ambiente. Según los ecotipos de las variedades, los de valle son más altos que las del altiplano.

Tabla 4. Promedio general de altura de planta (cm)

Tratamientos	Líneas	Promedio (cm)
T9	F10 23	111,79
T5	Mildiu 54	110,63
T8	F10 18	107,52
T4	Mildiu 53	106,17
T10	F10 34	105,07
T7	F10 13	101,51
T3	Nino Ch'ullpi	99,19
T11	F10 35	98,88
T6	F10 12	98,55
T1	Cab-Ch'ullpi 9	97,83
T13	Jach'a grano	96,71
T2	Cab-Ch'ullpi 11	90,97
T12	F10 25	87,21
Promedio general		100,93

Fuente: Elaboración propia

La altura promedio de planta para las trece líneas es de 100,93 cm. el valor mínimo en altura fue de 87,21 cm. y el máximo de 111,79 cm.

6.1.2 Diámetro de tallo

Tabla 5. Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	7,44	2	3,72	1,09	0,3533 (NS)
Líneas	20,74	12	1,73	0,50	0,8911 (NS)
Error	82,16	24	3,42		
Total	110,35	38			
C.V.	12,59%				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 del análisis de varianza se observa que no existen diferencias significativas entre bloques y entre las líneas para la variable diámetro de tallo deduciéndose que las plantas tienen el similar vigor. El coeficiente de variación fue de 12,59 % lo que significa un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 6. promedio general para el diámetro de tallo (mm)

Tratamientos	Líneas	Promedio (mm)
T5	Mildiu 54	15,93
T12	F10 25	15,42
T8	F10 18	15,27
T9	F10 23	15,27
T4	Mildiu 53	15,07
T3	Niño Ch'ullpi	15,00
T1	Cab- Ch'ulpi 9	14,73
T6	F10 12	14,73
T2	Cab-Ch'ullpi 11	14,27
T10	F10 34	14,23
T11	F10 35	14,07
T7	F10 13	13,97
T13	Jach'a Grano	13,07
Promedio general		14,69

Fuente: elaboración propia

El diámetro de tallo alcanzó la media de 14,69 mm, el valor mínimo en el diámetro de tallo fue de 13,07 mm y el máximo de 15,93 mm.

Mamani, 2009 citado por Chino et al. 2021, registró para la variedad Jach'a grano un diámetro de tallo de 7,63 mm la cual indica que es por las características genéticas de la variedad.

6.1.3 Longitud de panoja en la etapa de madurez

Tabla 7. Longitud de panoja en la etapa de madurez (cm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	4,85	2	2,42	0,13	0,8808 (NS)
Líneas	785,58	12	65,47	3,45	0,0048 (**)
Error	455,91	24	19,00		
Total	1246,34	38			
C.V.	14,89%				

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza se aprecia que existen diferencias significativas entre líneas, lo cual nos indica que existe diferencias en la longitud de panoja. Se acepta la

hipótesis alterna. Entre bloques no existen diferencias estadísticas. El coeficiente de variación es de 14,89% lo cual se encuentra en el rango aceptable para trabajos experimentales conducidos en campo.

Tabla 8. Comparación Duncan para longitud de panoja (cm)

Líneas	Media		
T8 (F10 18)	35,35	A	
T6 (F10 12)	32,92	A	B
T7 (F10 13)	32,75	A	B
T9 (F10 23)	31,53	A	B
T4 (Mildiu 53)	30,90	A	B
T5 (Mildiu 54)	30,41	A	B
T3(Nino Ch'ullpi)	29,89	A	B
T13 (Jach'a grano)	29,44	A	B
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	29,10	A	B
T10 (F10 34)	28,50	A	B
T11 (F10 35)	27,52	A	B
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	26,27		B
T12 (F10 25)	15,95		C

Fuente: Elaboración propia

La comparación mediante la prueba Duncan ha determinado las líneas en tres grupos, T8 (F10 18) obtuvo mayor longitud de panoja con 35,35 cm y la menor longitud es el T12(F10 25) con 15,95 cm. Según Gómez y Aguilar (2016), indica que la quinua tiene longitud de panoja variable de 15 a 70 cm.

6.1.4 Diámetro de la panoja

Tabla 9. Análisis de varianza para diámetro de la panoja (cm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloques	2,38	2	1,19	2,40	0.1125 (NS)
Líneas	15,04	12	1,25	2,52	0,0260 (*)
Error	11,93	24	0,50		
Total	29,35	38			
C.V.	14,30%				

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza, las diferencias observadas entre las líneas son significativas, por tanto, se acepta la hipótesis alterna. Mientras en el bloque no son significativas. En el coeficiente de variabilidad es de 14,30% lo que significa un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 10. Comparación Duncan para diámetro de panoja (cm)

Líneas	Media	
T2 (Cab-Ch`ullpi 11)	5,67	A
T1 (Cab-Ch`ullpi 9)	5,55	A
T9 (F10 23)	5,35	A
T6 (F10 12)	5,29	A
T8 (F10 18)	5,10	A
T10 (F10 34)	5,05	A
T7 (F10 13)	4,99	A
T5 (Mildiu 54)	4,96	A
T3 (Nino Ch`ullpi)	4,94	A
T13 (Jach`a grano)	4,81	A
T4 (Mildiu 53)	4,71	A
T11 (F10 35)	4,64	A
T12 (F10 25)	3,03	B

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan conforma dos grupos, donde la mayor parte de las líneas incluida el testigo, conforman un grupo de medias similares y el menor diámetro se registró para el T12(F10 25) con 3,03 cm que corresponde a otro grupo.

Según Mamani (1997) citado por Ramos (2000), indica que el crecimiento del diámetro de panoja está en función a las condiciones medio ambientales en el cual se desarrolla.

6.1.5 Días transcurridas en la etapa de inicio de panoja.

Tabla 11. Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de panoja

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloques	4,15	2	2,08	1,00	0.3827 (NS)
Líneas	236,77	12	19,73	9,50	< 0,0001(**)
Error	49	24	2,08		
Total	290,77	38			
C.V.	2,53 %				

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza mostró que estadísticamente las diferencias observadas a los días transcurridos hasta la fase de inicio de panojamiento fueron altamente significativos en las líneas, lo que significa que al menos una línea es diferente frente a otras líneas.

El coeficiente de variabilidad es de 2,53 % lo que indica, un buen manejo de las unidades experimentales

Tabla 12. Comparación Duncan para días transcurridas para el inicio de panoja

Líneas	Media		
T4 (Mildiu 53)	65	A	
T1 (Cab-Ch`ullpi 9)	59		B
T6 (F10 12)	56		C
T5 (Mildiu 54)	56		C
T9 (F10 23)	56		C
T8 (F10 18)	56		C
T7 (F10 13)	56		C
T12 (F10 25)	56		C
T11 (F10 35)	56		C
T10 (F10 34)	56		C
T3 (Nino Ch`ullpi)	56		C
T2 (Cab-Ch`ullpi 11)	56		C
T13 (Jach`a Grano)	56		C

Fuente: Elaboración propia

En la prueba Duncan al 5% de probabilidad, los T13 (Jach`a grano), T2 (Cab-Ch`ullpi 11), T3 (Nino Ch`ullpi), T10 (F10 34), T11 (F10 35), T12 (F10 25), T7 (F10 13), T8 (F10

18), T9 (F10 23), T5 (Mildiu 54), T6 (f10 12) llega a la fase de inicio de panojamiento en 56 días siendo los más precoces. Mientras los T4 (Mildiu 53) y T1 (Cab-Ch'ullpi 9) llega a 65 y 59 días respectivamente.

Pérez (2005) Menciona que el inicio de panojamiento es de 54 días. Por su parte Calla (2012), indica que el inicio de panojamiento es cuando en el ápice de la inflorescencia sale del tallo y esto sucede de 55 a 60 días.

6.1.6 Días transcurridas en el Inicio de floración

La tabla 13, presenta el análisis de varianza para días a la fase de inicio de floración, donde se evidencia que las diferencias entre las líneas son altamente significativas, lo cual se interpreta que al menos una línea es diferente frente a otras líneas.

En cuanto al coeficiente de variación es 4,51 % valor que se considera confiable y aceptable para ensayos en condiciones de campo.

Tabla 13. Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de floración

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	128,77	2	664,38	4,33	0,0249 (*)
Líneas	801,69	12	66,81	4,49	0,0009 (***)
Error	357,23	24	14,88		
Total	1287,69	38			
C.V.	4,51 %				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Prueba Duncan para Días transcurridas en el inicio de floración

Líneas	Media			
T1 (Cab- Ch'ullpi 9)	92	A		
T4 (Mildiu 53)	92	A		
T5 (Mildiu 54)	89	A	B	
T9 (F10 23)	89	A	B	
T7 (F10 13)	86	A	B	
T8 (f10 18)	86	A	B	
T3 (Nino Ch'ullpi)	86	A	B	
T12 (F10 25)	86	A	B	
T11 (F10 35)	86	A	B	
T10 (F10 34)	83		B	C
T6 (F10 12)	83		B	C
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	77			C
T13 (Jach'a Grano)	77			C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se muestra, que los T13 y T2 llegan al inicio de floración en 77 días, siendo el menor número de días y los T1 y T4 en 92 días siendo el mayor número de días. Rojas y Pinto (2013), indican que la quinua en su fase de floración es de 60 días como mínimo y 145 días como máximo.

Onofre y Bonifacio (2021), en la investigación de características fenológicas y agronómicas de la quinua silvestre, registraron para la variedad Jach'a grano los días a la floración es de 79 días.

6.1.7 Días transcurridas en el Inicio de madurez

Tabla 15. Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de madurez

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	32	2	16	3,60	0,0429 (*)
Líneas	229,33	12	19,11	4,30	0,0012 (***)
Error	106,61	24	4,44		
Total	368,67	38			
CV	1,52 %				

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias observadas nos indican que al menos una línea es diferente frente a otras líneas en los días transcurridas al inicio de madurez. En razón de que se obtuvo como resultado altamente significativo.

En cuanto al bloque existe significancia estadística, lo cual confirma la heterogeneidad del suelo donde fue establecido el ensayo, lo que influyó en la magnitud del carácter donde el diseño no pierde su precisión.

El coeficiente de variabilidad es de 1,52% lo que significa un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 16. Comparación Duncan días transcurridas en el inicio de madurez

Líneas	Media			
T4 (Mildiu 53)	145	A		
T9 (F10 23)	141,33		B	
T5 (Mildiu 54)	140		B	C
T1 (Cab- Ch'ullpi 9)	140		B	C
T3 (Nino Ch'ullpi)	139,33		B	C
T11 (F10 35)	138,67		B	C
T8 (F10 18)	138,67		B	C
T10 (F10 34)	138,67		B	C
T12 (F10 25)	138,67		B	C
T7 (F10 13)	138		B	C
T6 (F10 12)	138		B	C
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	136,67			C D
T13 (Jach'a Grano)	134			D

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se constata que el T4 es la línea que más días tarda en llegar en el inicio de madurez (145 días). Esta línea en relación a los demás es tardía. El T13 es la variedad Jach'a Grano que llega al inicio de madurez en 134 días, siendo esta variedad que presentaría mayor precocidad en relación a las demás líneas.

Gómez y Aguilar (2016), señala que en el estado masoso es donde empieza a perder la humedad de los granos y la planta, hasta alcanzar la madurez de la cosecha y los días en el estado masoso está entre 83 y 190 días.

Montes-Rojas, Burbano-Catuche, *et al* (2018:34), en su investigación realizada con ecotipos de quinua en Puracé, Colombia, clasificaron como precoces a los materiales cuyo ciclo está entre 130 y 150 días, semitardíos para materiales con ciclo de 150 a 180 días y considerados tardíos la que madura en 214 días.

6.1.8 Índice de cosecha (IC)

Tabla 17. Análisis de varianza para índice de cosecha

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	2,1E-03	2	1,0E-03	0,57	0,5726 (NS)
Líneas	0,06	12	4,6E-03	2,85	0,0264 (*)
Error	0,04	24	1,8E-03		
Total	0,10	38			
CV	10,09%				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se aprecia el análisis de varianza del índice de cosecha, en la cual existen diferencias significativas entre líneas. El coeficiente de variabilidad es de 10,09% lo que significa un buen manejo en unidades experimentales.

Tabla 18. Comparación Duncan para el índice de cosecha (IC)

Líneas	Media				
T13 (Jach'a Grano)	0,50	A			
T12 (F10 25)	0,47	A	B		
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	0,47	A	B		
T6 (F10 12)	0,44	A	B	C	
T10 (F10 34)	0,44	A	B	C	
T9 (F10 23)	0,42	A	B	C	D
T11 (F10 35)	0,41		B	C	D
T3 (Nino Ch'ullpi)	0,41		B	C	D
T5 (Mildiu 54)	0,41		B	C	D
T7 (F10 13)	0,41		B	C	D
T1 (Cab- Ch'ullpi 9)	0,41		B	C	D
T8 (F10 18)	0,37			C	D
T4 (Mildiu 53)	0,35				D

Fuente: Elaboración propia

Los promedios en índice de cosecha de las líneas son diferentes. El T13 (Jach'a grano) destacó mayor índice de cosecha con 0,50, es decir que las plantas llegaron a formar mayor cantidad de grano en la panoja y el T4 (Mildiu 53) alcanzó a un menor índice de cosecha de 0,35.

Mestanza *et al.* (2020), han registrado el índice de cosecha de 0,41 a 0,47 en los genotipos de quinua sembrado a chorro continuo.

6.1.9 Rendimiento de grano por planta

Tabla 19. Análisis de varianza para rendimiento de grano por planta (g/pl)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloques	396,58	2	198,29	1,36	0,2746 (NS)
Líneas	4005,75	12	333,81	2,30	0,0400 (*)
Error	3487,39	24	145,31		
Total	7889,72	38			
CV	32,06 %				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de análisis de varianza se aprecia diferencias no significativas en bloques; mientras que es significativo entre líneas. El coeficiente de variación es de 32,06% que es ligeramente superior al límite aceptable para trabajos de campo (30%).

Tabla 20. Comparación Duncan para el rendimiento de grano por planta (g/pl)

Líneas	Media			
T8 (F10 18)	54,87	A		
T9 (F10 23)	46,83	A	B	
T7 (F10 13)	46,01	A	B	
T6 (F10 12)	42,20	A	B	
T5 (Mildiu 54)	41,92	A	B	
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	39,79	A	B	
T3 (Nino Ch'ullpi)	39,21	A	B	
T10 (F10 34)	38,50	A	B	
T13 (Jach'a grano)	37,64	A	B	
T11 (F10 35)	32,54	A	B	C
T4 (Mildiu 53)	31,71	A	B	C
T1 (Cab-Chullpi 9)	24,43		B	C
T12 (F10 25)	13,13			C

Fuente: Elaboración propia

La comparación Duncan determina las líneas en tres grupos, las cuales los tratamientos no son similares, donde el T8 (F10 18) obtuvo mayor rendimiento por planta con 54,87 g/pl, el T12 obtuvo el menor rendimiento de 13,13 g/pl y el testigo obtuvo en un nivel intermedio con rendimiento de 37,64 g/pl.

6.2 Evaluación de las características del grano

6.2.1 Diámetro del grano.

Tabla 21. Análisis de varianza para el diámetro del grano (mm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloques	1,8E-03	2	9,1E-04	0,61	0,5528 (NS)
Líneas	0,58	12	0,05	32,30	<0,0001 (**)
Error	0,04	24	1,5E-03		
Total	0,62	38			
CV	1,41 %				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza tiene un coeficiente de variabilidad de 1,41 %, lo que significa un buen manejo de unidades experimentales. Entre bloques, las diferencias no son significativas, por ende, pierde precisión en el diseño.

En cuanto a las líneas, las diferencias son altamente significativas, lo que significa algunas líneas son diferentes frente a otras.

Tabla 22. Comparación Duncan para el diámetro de grano (mm)

Líneas	Media						
T8 (F10 18)	2,93	A					
T6 (F10 12)	2,89	A	B				
T7 (F10 13)	2,86		B	C			
T3 (Nino Ch'ullpi)	2,83		B	C	D		
T9 (F10 23)	2,81			C	D		
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	2,81			C	D		
T5 (Mildiu 54)	2,77				D	E	
T12 (F10 25)	2,72					E	F
T11 (F10 35)	2,68						F
T10 (F10 34)	2,68						F
T13 (Jach'a grano)	2,66						F
T4(Mildiu 53)	2,55						G
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	2,51						G

Fuente: Elaboración propia

La comparación Duncan ha determinado siete grupos, de las cuales el T8 y T6 pertenecen al grupo A que son de mayor diámetro con 2,93 y 2,89 mm respectivamente, el T1 (Cab- Ch'ullpi 9) alcanzó con 2,51 mm considerado como menor diámetro.

IBNORCA citado por Rojas y Pinto (2013:84-85), la clasificación del diámetro de grano de quinua, se clasifican en cuatro categorías: "Tamaño ´extragrande` (mayores a 2,20 mm), tamaño ´grande` (1,75 a 2,20 mm), tamaño ´mediano` (1,35 -1,75 mm) y tamaño ´pequeño` (menores a 1,35 mm)".

6.2.2 Espesor del grano.

Tabla 23. Análisis de varianza para el espesor del grano (mm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloques	2,7E-03	2	1,4E-03	1,21	0,3161 (NS)
Líneas	0,28	12	0,02	20,65	<0,0001 (**)
Error	0,03	24	1,1E-03		
Total	0,31	38			
CV	3,33 %				

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias registradas en el espesor de grano de las líneas son altamente significativas, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna.

En cuantos para los bloques es no significativo, por lo cual pierde precisión en el diseño.

Tabla 24. Comparación Duncan para espesor del grano (mm)

Líneas	Media		
T13 (Jach'a Grano)	1,27	A	
T11 (F10 35)	1,03		B
T9 (F10 23)	1,03		B
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	1,01		B
T6 (F10 12)	1,00		B
T7 (F10 13)	1,00		B
T4 (Mildiu 53)	0,99		B C
T8 (F10 18)	0,99		B C
T3 (Nino Ch'ullpi)	0,98		B C
T5 (Mildiu 54)	0,98		B C
T10 (F10 34)	0,97		B C
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	0,93		C D
T12 (CF10 25)	0,89		D

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado la comparación mediante la prueba Duncan se aprecia las líneas en 4 grupos, el T13 (Jach'a grano) se destacó con mayor espesor con 1,27 mm, y el T12 (F10 25) siendo con menor espesor de grano.

Lo que podemos apreciar sobre el espesor del grano, la línea Ch'ullpi en su espesor tiene una forma plana y discoidal mientras el Jach`a Grano una estructura de espesor ancho y forma lenticular.

Según Urdanegui *et al* (2021) en su investigación, registraron para el espesor de grano de 1,23 a 1,38 mm en los genotipos de quinua.

6.2.3 Presencia de la saponina.

En la siguiente tabla 25 se muestra la presencia de la saponina en todos los tratamientos de la investigación.

Tabla 25. Presencia de la saponina

Líneas	I	II	III
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	NO	NO	NO
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	SI	SI	SI
T3 (Ch'ullpi (Ninoca))	SI	SI	SI
T4 (Mildiu 53)	SI	SI	SI
T5 (Mildiu 54)	SI	SI	SI
T6 (F10 12)	SI	SI	SI
T7 (F10 13)	SI	SI	SI
T8 (F10 18)	SI	SI	SI
T9 (F10 23)	SI	SI	SI
T10 (F10 34)	SI	SI	SI
T11 (F10 35)	SI	SI	SI
T12 (F10 25)	SI	SI	SI
Testigo (Jach`a Grano)	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

Entre las líneas, la mayoría presentaron la saponina (sabor amargo) excepto el T1 (Cab - chullpi 9).

PROINPA (2011), el pericarpio del grano de quinua contiene saponina, lo que le da un sabor amargo y debe ser eliminada para que el grano pueda ser consumido. Las saponinas se caracterizan, además de su sabor amargo, por la formación de espuma en soluciones acuosas, el contenido de saponina varía entre 0,1 y 5%.

6.2.4 Peso hectolítrico del grano.

Tabla 26. Análisis de varianza para el peso hectolítrico (kg/HI)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,21	2	0,10	1,37	0,2729 (NS)
Líneas	95,59	12	7,97	106,51	<0001 (**)
Error	1,79	24	0,07	106,51	
Total	97,59	38			
C.V.	0,32 %				

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias observadas entre tratamientos resultaron altamente significativas a nivel estadístico, lo cual indica que entre variedades existen diferencias estadísticas, se acepta la hipótesis alterna para los tratamientos; es decir al menos un tratamiento es diferente frente a otras líneas.

El coeficiente de variación es de 0,32 %, que es muy bajo, lo cual se explica por el trabajo realizado en laboratorio.

Dado la significancia de las diferencias entre variedades se realizó las comparaciones mediante la prueba de Duncan.

Tabla 27. comparación Duncan para el peso hectolítrico (kg/HI)

Líneas	Media			
T9 (F10 23)	86,67	A		
T10 (F10 34)	86,00		B	
T4 (Mildiu 53)	85,67		B	C
T8 (F10 18)	85,67		B	C
T6 (F10 12)	85,50		B	C
T3 (Nino Ch'ullpi)	85,50		B	C
T12 (F10 25)	85,50		B	C
T2 Cab-Ch'ullpi 11)	85,50			C
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	85,33			C
T7 (F10 13)	85,33			C
T11 (F10 35)	85,17			C
T5 (Mildiu 54)	84,00			D
T13 (Jach'a grano)	80,00			E

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan permitió conformar cinco grupos de similitud, donde la variedad testigo ha alcanzado el menor valor del peso hectolítrico (80 kg/Hl) y las líneas del grano Ch'ullpi o vítreo fueron superiores al testigo variando entre 84,65 y 86,67 kg/Hl.

Este resultado evidencia que los granos tipo Ch'ullpi son más pesados.

Según Mamani et al. (2022) en una investigación para determinar la pureza y calidad de grano de quinua en las variedades comerciales, reportó que la variedad Jach'a grano obtuvo con menor peso hectolítrico (72,47 kg/Hl) frente a otras variedades.

La connotación práctica de este resultado es que este tipo de granos ocupa menor volumen de almacenamiento, además que, por su consistencia de grano duro, implica menor porcentaje de merma durante el escarificado y lavado del grano previo al consumo.

6.2.5 Peso de 100 semillas.

Tabla 28. Análisis de varianza para el peso de 100 semillas (g)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	8,7E – 04	2	4,3E – 04	7,90	0,0023 (**)
Líneas	0,15	12	0,01	227,99	<0,0001 (**)
Error	1,3E – 03	24	5,5E – 05		
Total	0,15	38			
C.V.	1,26%				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para peso de 100 semillas indica que las diferencias entre líneas son altamente significativas, lo cual significa que al menos una línea es diferente frente a otras líneas. La diferencia observada para bloques es altamente significativa, lo que representa la influencia de la heterogeneidad del suelo sobre el peso de semilla y la adopción del bloqueo fue una buena decisión para esta variable. El Coeficiente de variación es 1,26 % lo que significa un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 29. comparación Duncan para el peso de 100 semillas (g)

Líneas	Media					
T8 (F10 18)	0,68	A				
T6 (F10 12)	0,67		B			
T7 (F10 13)	0,65			C		
T9 (F10 23)	0,65			C		
T5 (Mildiu 54)	0,62				D	
T3 (Nino Ch'ullpi)	0,59					E
T13 (Jach'a Grano)	0,57					F
T12 (F10 25)	0,56					F G
T10 (F10 34)	0,56					G
T2(Cab-Ch'ullpi 11)	0,56					G
T11 (F10 35)	0,55					G
T4 (Mildiu 53)	0,53					H
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	0,45					I

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan ha conformado nueve grupos destacándose la T8 con mayor peso de semillas y la T1 con el menor peso de semilla y diferente a otras líneas. La variedad testigo ocupa el grupo con peso promedio entre el más alto y el más bajo, lo cual se podría atribuir al menor tamaño.

Para Perez 2005, el peso de 100 semillas de quinua es de 0,0018 g mientras Gabriel, et al. (2012) indican en una investigación de resistencia genética al mildiu utilizando 36 cultivares de quinua y los resultados con mayor peso de 100 semillas fueron de 0,34 a 0,35 g y con menor peso registrado fue de 0,25 a 0,32 g indicando que el peso de los granos fue influenciado directamente por el desarrollo del follaje (a mayor follaje menor tamaño y peso de grano) que bajó la calidad del grano.

6.3 Evaluación del beneficiado y laminado del grano

6.3.1 Tiempo de lavado

Tabla 30. Análisis de varianza para el tiempo de lavado (min)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	9,49	2	4,74	9,31	0,0010 (**)
Líneas	152,64	12	12,72	24,95	<0,0001 (**)
Error	12,24	24	0,51		
Total	174,37	38			
CV	9,37 %				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza en el tiempo de lavado, las diferencias registradas para líneas fueron altamente significativas lo que significa que al menos una línea requiere mayor o menor tiempo de lavado en relación al resto de las líneas. Respecto a las repeticiones las diferencias son altamente significativas por lo cual no se pierde precisión en el diseño.

En vista de que los tratamientos salieron altamente significativos se realizó la comparación Duncan el cual es presentado en la tabla 31.

Tabla 31. comparación Duncan para el tiempo de lavado en (min)

Líneas	Media				
T11 (F10 35)	9,26	A			
T9 (F10 23)	9,08	A	B		
T13 (Jach'a Grano)	9,06	A	B		
T3 (Nino Ch'ullpi)	8,80	A	B	C	
T10 (F10 34)	8,74	A	B	C	
T4 (mildiu 53)	8,69	A	B	C	
T7 (F10 13)	7,96	A	B	C	D
T2 (Cab-Ch'ullpi)	7,88		B	C	D
T6 (F10 12)	7,84		B	C	D
T12 (F10 25)	7,53			C	D
T5 (Mildiu 54)	7,01				D
T8 (F10 18)	5,48				E
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	2,51				F

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan ha conformado seis grupos destacándose el T11 con mayor tiempo de lavado y la T1 con el menor tiempo de lavado y diferente a otras líneas. La variedad testigo ocupa el grupo con peso promedio entre el más alto lo cual se podría atribuir al mayor tiempo. Mamani (2016) registró para la variedad Jach`a grano un tiempo de 8,08 min.

6.3.2 Volumen de agua para el desaponificado del grano por cada línea

Tabla 32. Análisis de varianza para el volumen (ml) de agua desaponificado

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	187307,69	2	93653,85	1,90	0,1721 (NS)
Líneas	21284358,97	12	1773696,58	35,89	<0,0001 (**)
Error	1186025,64	24	49417,74		
Total	22657692,31	38			
CV	8,06 %				

Fuente: Elaboración propia

EL Coeficiente de variabilidad de volumen de agua para el de saponificado fue de 8.06% lo que significa un buen manejo de unidades experimentales. En las repeticiones no hay significancia donde pierde su precisión en el diseño. En cuanto a los tratamientos presenta alta significancia donde las líneas son diferentes frente a otras líneas

Tabla 33. Prueba Duncan para el volumen (ml) gastado en el desaponificado

Líneas	Media				
T13 (Jach`a Grano)	3600,00	A			
T11 (F10 35)	3600,00	A			
T9 (F10 23)	3300,00	A	B		
T4 (Mildiu 53)	3166,67		B		
T3 (Nino Ch`ullpi)	3033,33		B	C	
T10 (F10 34)	2966,67		B	C	D
T6 (F10 12)	2733,33			C	D
T2 (Cab-Ch`ullpi 11)	2733,33			C	D
T7 (F10 13)	2650,00			C	D E
T5 (Mildiu 54)	2633,33			C	D E
T12 (F10 25)	2600,00				D E
T8 (F10 18)	2266,67				E

T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	566,67	F
---------------------	--------	---

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan ha conformado seis grupos, diferenciándose el T13, T11 y T9 con mayor volumen de agua empleado (3300 a 3600 ml) y el T1 con el menor volumen de agua de 566,67 ml. Este resultado muestra la amplia diferencia en el uso de agua para beneficiar el grano de quinua amarga frente a la dulce, la que tiene implicancias en la necesidad de agua para beneficiar la quinua en un contexto donde el agua dulce tiende a escasear.

Mamani et al (2022) en su investigación de la determinación de la pureza y calidad de grano de quinua, dulce y amarga de variedades comerciales como Pandela, Jach'a grano, Selección Jach'a Grano, Selección Pandela, son granos amargos que obtuvieron mayor volumen de agua en la desaponificación con 3000 ml.

6.3.3 Porcentaje de merma en el beneficiado (%)

Tabla 34. Análisis de varianza para el porcentaje de merma en el escarificado

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0,69	2	0,35	1,34	0,2798 (NS)
Líneas	29,89	12	2,49	9,66	<0,0001 (**)
Error	6,19	24	0,26		
Total	36,67	38			
CV	27,20 %				

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias observadas entre las líneas son altamente significativas lo que indica que al menos una línea es diferente frente a otras líneas, por lo tanto, acepta la hipótesis alterna.

En razón de que se obtuvo como resultado altamente significativo se realizó las comparaciones Duncan en el cual se muestra en la tabla 35.

Tabla 35. Comparación Duncan para el porcentaje de merma en el escarificado

Líneas	Media					
T13 (Jach'a grano)	3,90	A				
T10 (F10 34)	2,90	B				
T8 (F10 18)	2,67	B				
T4 (Mildiu 53)	2,37	B	C			
T9 (F10 23)	2,13	B	C	D		
T12 (F10 25)	2,00	B	C	D	E	
T7 F10 13)	1,67		C	D	E	F
T3(Nino Ch'ullpi)	1,40			D	E	F
T2 (Cab-ch`ullpi11)	1,37			D	E	F
T6(F10 12)	1,07				E	F
T5 (Mildiu 54)	1,03					F
T1 (Cab-Ch`ullpi 9)	0,93					F
T11 (F10 35)	0,83					F

Fuente: Elaboración propia

La comparación Duncan ha conformado seis grupos desatándose el T13 (testigo) con mayor porcentaje de merma en el beneficiado con 3,90 % y T 11 con el menor porcentaje con 0,83 %, siendo 3.07 % la diferencia entre mayor y menor pérdida durante el lavado. Este resultado muestra la diferencia en dureza del grano, puesto el tipo Ch'ullpi es de grano duro y Jach'a grano presenta grano normal o blando. Las implicancias prácticas de este resultado pueden traducirse en mayor eficiencia durante el beneficiado de la quinua que realizan las industrias dedicadas al rubro.

Mamani (2016), en su investigación respecto al beneficiado y laminado de quinua comercial menciona a Jach'a grano que después de la desaponificación pierde peso desde 6,4 a 5,1 %.

6.3.4 Volumen de hojuela

Tabla 36. Análisis de varianza para el volumen de hojuela (cm³)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	4723,08	2	2361,54	1,61	0,2202 (NS)
Líneas	82825,64	12	6902,14	4,71	0,0006 (**)
Error	35143,59	24	1464,32		
Total	122692,31	38			
CV	6,51 %				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de análisis de varianza se aprecia que las diferencias registradas para las líneas son altamente significativas lo que significa que al menos una línea es diferente frente a otras líneas en la obtención de hojuela. Las diferencias entre bloques no son significativas, lo cual muestra que el bloqueo no ha contribuido a la precisión en el diseño. El coeficiente de variación es de 6,51 % lo que significa un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 37. Comparación Duncan para el volumen de hojuela (cm³)

Líneas	Media				
T6 (F10 12)	670,00	A			
T10 (F10 34)	653,33	A	B		
T7 (F10 13)	610,00	A	B		
T4 (Mildiu 53)	606,67	A	B	C	
T5 (Mildiu 54)	606,67	A	B	C	
T8 (F10 18)	603,33	A	B	C	
T3 (Nino Ch'ullpi)	593,33		B	C	
T11 (F10 35)	586,67		B	C	D
T12 (F10 25)	576,67			C	D
T13 (Jach'a Grano)	573,33			C	D
T9 (F10 23)	543,33			C	D E
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	516,67				D E
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	500,00				E

Fuente: Elaboración propia

En la prueba Duncan se aprecia cinco grupos de medias similares, destacándose el T6 (F10 12) con mayor volumen de 670 cm³, el T1 (Cab - ch'ullpi 9) con menor volumen de 500 cm³ y el testigo logró llegar en el rango menor con 573,33 cm³.

La humedad favorable para el laminado de hojuelas es de 15.0 a 16.0% de humedad (PROINPA, 2004). Al parecer haciendo esa prueba las láminas de quinua presentaban ciertas rajaduras y al aumentar la humedad a 30% se observaba que las hojuelas se volvían de un aspecto de masa, entonces se utilizó hasta 22% de humedad, como resultado se observó en las líneas, hojuelas alargadas y transparentes y del Testigo (Jach'a grano) de color blanco opaco y todos de buena calidad.

6.3.5 Porcentaje de la hojuela y sémola

6.3.5.1 Porcentaje de la hojuela

Tabla 38. Análisis de varianza para el porcentaje de la hojuela (%)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	13,18	2	6,59	1,03	0,3721 (NS)
Líneas	429,27	12	35,77	5,59	0,0002 (**)
Error	153,52	24	6,40		
Total	595,98	38			
CV	3,25 %				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de análisis de varianza se aprecia alta significancia para las líneas lo que significa que al menos una variedad es distinta frente a otras líneas. El coeficiente de variabilidad es de 3,25 % lo que significa un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 39. comparación Duncan para el porcentaje de la hojuela (%)

Líneas	Media				
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	84,83	A			
T4 (Mildiu 53)	80,98	A	B		
T3 (Nino ch'ullpi)	80,37	A	B		
T5 (mildiu 54)	79,87		B		
T10 (F10 34)	79,64		B		
T6 (F10 12)	78,71		B	C	
T13 (Jach'a Grano)	77,39		B	C	D
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	77,21		B	C	D
T8 (F10 18)	77,03		B	C	D
T7 (F10 13)	76,45		B	C	D
T11 (F10 35)	74,31			C	D
T9 (F10 23)	72,68				D
T12 (F10 25)	72,60				D

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan ha determinado cuatro grupos, la cual el T1 (Cab - Ch'ullpi 9) destacó con mayor porcentaje de hojuelas enteras (84,83 %) y el T12 (F10,25) con 72,60%. El testigo se encuentra en el rango entre el mayor y el menor porcentaje con 77,39 %, deduciéndose que la dureza del grano no es determinante para el porcentaje de hojuela entera que se obtiene con el proceso de laminado, en general, las hojuelas obtenidas son alargados y grandes.

Mamani, (2016), en su investigación del porcentaje de hojuelas, las variedades, Selección Pandela, Blanquita, Jach'a Grano y Kurmi con porcentaje de hojuelas enteras entre 91.63 y 89.63%, mientras que la variedad Selección Jacha Grano se encuentra en el último grupo compartiendo valores promedio con Patacamaya, Maniqueña, Surumi y Chucapaca 88.28 y 86.05% de hojuelas enteras.

6.3.5.2 Porcentaje de sémola

Tabla 40. Análisis de varianza para el porcentaje de sémola (%)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	12,08	2	6,04	0,98	0,3912 (NS)
Líneas	407,57	12	33,96	5,49	0,0002 (**)
Error	148,54	24	6,19		
Total	568,20	38			
C.V.	11,20 %				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de análisis de varianza se evidencia que las diferencias registradas para las líneas son altamente significativas. En cuanto a los bloques las diferencias no son significativas. El coeficiente de variabilidad es de 11,20%.

Tabla 41. Comparación Duncan para el porcentaje de sémola (%)

Líneas	Media				
T12 (F10 25)	27,40	A			
T9 (F10 23)	27,32	A			
T11 (F10 35)	25,69	A	B		
T7 (F10 13)	23,55	A	B		
T8 (F10 18)	22,97	A	B		
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	22,79	A	B	C	
T13 (Jach'a Grano)	22,61		B	C	
T6 (F10 12)	21,29		B	C	
T10 (F10 34)	20,85			C	
T5 (Mildiu 54)	20,13			C	
T3 (niño Ch'ullpi)	19,63			C	D
T4 (mildiu 53)	19,02			C	D
T1 (Cab-Ch'ullpi 9)	15,58				D

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan ha conformado cuatro grupos, las cuales el T12 (F10 25) y T9 (F10 23) se destacaron con el mayor porcentaje de sémola de 27,40 y 27,32 % respectivamente, mientras que el menor porcentaje de sémola correspondió al T1 (Cab-Ch'ullpi 9) con 15,58%. La variedad Testigo ocupa el promedio entre el mayor y menor porcentaje con 22,61 %.

Según Quiroga et al. citado por Mamani (2016), la mejor conservación de la integridad de hojuelas, son las quinuas dulces; en cambio, las amargas tienden a desintegrarse y forman mayor proporción de sémola. Sin embargo, en la línea y testigo Jach'a grano con sabor amargo se observaron la desintegración de hojuelas y por ende mayor porcentaje de sémola

6.3.6 Calidad de hojuela

6.3.6.1 Longitud y ancho de la hojuela

En las siguientes tablas 42 al 45 se muestran el análisis de varianza y prueba de Duncan para la longitud y el ancho de la hojuela. Generalmente las hojuelas de quinua presentan forma elíptica, en este caso fue difícil describir el diámetro de la hojuela, las cuales por su buena calidad y buena apariencia resultaron hojuelas largas y transparentes por ese motivo se midió la longitud y ancho de la hojuela.

Tabla 42. Análisis de varianza para longitud de la hojuela (mm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	2,95	2	1,47	7,33	0,0033 (**)
Líneas	14,20	12	1,18	5,88	0,0001 (**)
Error	4,83	24	0,20		
Total	21,98	38			
C.V.	4,88%				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de análisis de varianza se aprecia diferencias altamente significativas registradas para las líneas, lo que nos muestra al menos una línea es diferente a otras líneas; en cuanto a los bloques las diferencias son altamente significativas, por lo cual no pierde precisión en el diseño. El coeficiente de variabilidad es de 4,88% lo que significa un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 43. Comparación Duncan para longitud de la hojuela (mm)

Líneas	Media				
T5 (Mildiu 54)	10,10	A			
T10 (F10 34)	9,66	A	B		
T9 (F10 23)	9,65	A	B		
T8 (F10 18)	9,60	A	B		
T11 (F10 35)	9,51	A	B		
T6 (F10 12)	9,49	A	B		
T12 (F10 25)	9,48	A	B		
T7 (F10 13)	9,32	A	B		
T4 (Mildiu 53)	9,02		B	C	
T3 (Nino Ch'ullpi)	8,83		B	C	
T2 (Cab-Ch'ullpi 11)	8,46			C	D
T13 (Jach'a grano)	8,29			C	D
T1 (Cab - Ch'ullpi 9)	7,97				D

Fuente: Elaboración propia

La prueba Duncan ha conformado cuatro grupos destacándose el T5 (Mildiu 54) con la mayor longitud de 10,10 mm, y el T1 (Cab-Ch'ullpi 9) con la menor longitud de hojuela de 7,97 mm. la variedad Testigo se encuentra en el rango menor con 8,29 mm de longitud.

6.3.6.2 Ancho de la hojuela

Tabla 44. Análisis de varianza para el ancho de la hojuela (mm)

FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0,93	2	0,47	6,04	0,0075 (**)
Líneas	0,93	12	0,08	1,00	0,4763 (NS)
Error	1,86	24	0,08		
Total	3,72	38			
C.V.	5,48%				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de análisis de varianza, las diferencias observadas entre líneas resultaron no significativas a nivel estadístico, lo cual indica que entre líneas no existe diferencias se acepta la hipótesis nula para las líneas; es decir todas las líneas tienen un ancho similar con un promedio general de 5,07 mm (Tabla 45).

Tabla 45. Promedio general para el ancho de la hojuela (mm)

Tratamientos	Líneas	Promedio (mm)
T5	(Mildiu 54)	5,39
T8	(F10 18)	5,21
T13	(Jach´a grano)	5,20
T6	(F10 12)	5,18
T3	(Nino Ch´ullpi)	5,09
T2	(Cab-Ch´ullpi 11)	5,06
T10	(F10 34)	5,06
T11	(F10 35)	5,06
T4	(Mildiu 53)	5,05
T7	(F10 13)	5,02
T9	(F10 23)	5,01
T12	(F10 25)	4,91
T1	(Cab- Ch´ullpi 9)	4,72
Promedio general		5,07

Fuente: Elaboración propia

Mamani (2016), reporta los resultados casi similares en las variedades Jacha Grano, Selección Jacha Grano, Maniqueña, Patacamaya, Kurmi y Surumi con mayor diámetro de hojuelas 7.2 mm a 6.4 mm, mientras que las variedades, Selección Pandela, Chucapaca y Blanquita presentan hojuelas de menor tamaño, variando entre 5.5 y 6.2 mm de diámetro.

7. CONCLUSIONES

La altura de planta y el diámetro de tallo en las líneas de grano Ch'ullpi y el testigo fueron similares, en cambio, las diferencias fueron significativas en el tamaño de panoja.

Los días transcurridos a la fase fenológica de madurez en las líneas del tipo Ch'ullpi no son similares, puesto que ha variado entre 136 y 145 días, mientras en el testigo fue menor con 134 días siendo el más precoz en el material genético evaluado.

Sobre el índice de cosecha de grano, se concluye que las líneas no son similares. El testigo (Jach'a grano) se destacó con mayor índice de cosecha con 0,50; es decir que las plantas llegaron a formar mayor cantidad de grano por planta, mientras el T4 (Mildiu 53) que corresponde a la línea Ch'ullpi reportó el índice de cosecha más bajo (0,35) respecto a las demás líneas evaluadas.

Para el rendimiento de grano por planta, las líneas muestran diferencias significativas, destacándose por su mayor rendimiento la línea T8 (F10 18) cuyo rendimiento es 54,87 g/pl. La línea con menor rendimiento (13,13 g/pl) es T12 (F10 25), el testigo (Jach'a Grano) tiene un rendimiento intermedio de 37,64 g/pl.

En el diámetro de grano las líneas no son similares, el T8 y T6 obtuvieron mayor diámetro con 2,93 y 2,89 mm respectivamente siendo diferente del testigo que obtuvo el menor diámetro (2,66 mm).

Para el espesor de grano el testigo (Jach'a Grano) se destacó con mayor espesor (1,27 mm) y la línea T12 (F10 25) con menor espesor de grano (0,89 mm), evidenciándose que el grano Ch'ullpi es plana y de menor espesor, mientras en el Testigo Jach'a Grano son abultados y de mayor espesor.

El peso hectolítrico y el peso de 100 semillas son diferentes, siendo una evidencia de que los granos de la línea Ch'ullpi son pesados frente el grano del testigo, lo cual conduce a deducir que este tipo de grano ocupa en menor volumen de envase y menor espacio de almacenamiento.

Las líneas de grano Ch`ullpi son de color crema a verde tenue de apariencia cristalina de forma discoidal de consistencia duro y brillante, lo cual podría ser de interés comercial y se podría promover en el mercado.

La merma durante el laminado fue de 2,9% en las líneas Ch`ullpi y en el testigo alcanzó 3,9 %, lo cual se atribuye a la dureza del grano y plasticidad del perisperma.

Para el porcentaje de hojuelas, el T1, es significativamente alto en porcentaje de hojuela y el T12 es el de porcentaje más bajo respecto a las demás líneas evaluadas, mientras el testigo (Jach'a grano) se encuentra en el rango entre el mayor y el menor porcentaje.

Las líneas en el porcentaje de sémola son diferentes, la línea (F10 25) es la de mayor porcentaje de sémola (27,40 %) y la línea (Cab-Ch`ullpi 9) con resultado más bajo con 15,58%. El testigo (Jach'a grano) se encuentra entre el mayor y menor porcentaje (22,61 %).

La hojuela obtenida del grano Ch`ullpi presenta una buena apariencia por la transparencia e integridad, estos atributos pueden contribuir a la aceptación en el mercado.

8. RECOMENDACIONES

Investigar sobre las características cualitativas y cuantitativas de líneas en la preparación de platos diversos pues los granos cristalinos por su mayor peso y por su forma es posible que tengan características favorables para aprovechar en el consumo de la quinua.

Se sugiere realizar un análisis químico y nutricional de la línea Ch`ullpi para analizar su valor nutritivo ya que posiblemente poseen un alto valor de nutrientes.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alandia, S; Otazú; V; Salas, B. 1979. Enfermedades. In Tapia. La quinua y la Kañiwa Cultivos andinos. CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) – IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Bogotá, Colombia. p. 137 – 148. (Serie Libros y Materiales Educativos, n°.40).
- Arreguez, G; Oliszewski, N; Martínez, J. 2020. *Chenopodium quinoa* Willd. en la Quebrada de Los Corrales (Tucumán, Argentina): una Tradición de tres mil años (ca. 3.800-630 a.p.). Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología 2021:275-298.
- Bazile D. 2023. Global Trends in the Worldwide Expansion of Quinoa Cultivation. *Biology and Life Sciences Forum*. 25(13):1-5.
- Blajos J.; Ojeda N.; Gandarillas E.; Gandarillas A. 2014. Cultivos de quinua en Bolivia In Aleman, F.; Gutierrez, E.; Meneses, R.; Gandarillas, A.; Gabriel, J. (eds.). La quinua, un don de Dios del pasado, presente y futuro. Revista de agricultura (Bolivia). Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, “Martin Cadenas” UMSS – Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS) – Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos PROINPA (54): 8.
- Bonifacio A; Mujica A; Alvarez, A; Roca W. 2004. Mejoramiento Genético, Germoplasma y Producción de Semilla. In Mujica A; Jacobsen SE; Izquierdo J; Marathe JP (eds.). Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente Y Futuro, FAO – UNA Puno – CIP. Puno, Perú. p. 125 – 187.
- Calla J. 2012. Guía Técnico: Manejo del Cultivo de Quinoa. Agrobanco - Financiamiento, Asistencia Técnica y capacitación. Lima, Perú. 40 p.
- Calliope, SR; Lobo, MO; Sammán, NC. 2015. Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición – Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición 65(4): 234 – 242.
- Canales, N; Gomez, J; Fielding, M; Dugarte, M. 2020. Potencial de la quinua en la bioeconómica de Bolivia. SEI (Stockholm Environment Institute). Estocolmo, Suecia. p 4 - 15.

- Cubero, JI. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. Mundiprensa, Madrid, España. 567 p.
- Draghi, C. 2013. Quinoa a prueba de sal: Un cultivo que soporta condiciones extremas. Nexciencia, servicio de información sobre ciencia tecnología y política científica Argentina. UBAexactas – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (sitio web). Consultado 30 junio 2022. Disponible en <https://nexciencia.exactas.uba.ar/quinoa-resistencia-sal-transgenicosbiotecnologia#:~:text=%E2%80%9CLas%20plantas%20suelen%20tener%20problemas,crecieran%20en%20agua%20de%20mar.>
- Chino, E.; Miranda, R.; Del Castillo, C. 2019. Comportamiento Agronómico del Cultivo de Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) con la Aplicación de Niveles de Estiércol Camélido. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. La Paz, 6(1):41-49.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2024. Plataforma de información de la quinoa (en línea, sitio web). Consultado 8 ab.2024. Disponible en <https://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/biodiversidad-de-la-quinoa/es/>
- Flores, JL.; Guzam, JW. 2021. Evaluación Agronómica de tres variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) con tres niveles de abono orgánico de hoja de coca (*Erythroxylum coca*) en la Estación Experimental de kallutaca UPEA – LOS ANDES. La Paz. 21 p.
- Gabriel, J.; Luna, N.; Vargas, A.; Magne, J.; Angulo, A.; La Torre.; J.; Bonifacio, A. (2012). Quinoa del valle (*Chenopodium quinoa* Willd.): fuente valiosa genética al mildiú (*Peronospora farinosa* Willd). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 3(2):27-44
- Gandarillas, H. 1979. Botánica. In Tapia M. (ed) La quinoa y la Kañiwa: cultivos andinos. CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) – IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Bogotá, Colombia. p. 20 - 44. (serie libros educativos, n°. 40).
- Gandarillas, H. 1979. Genética y Origen. In Tapia M. (ed) La quinoa y la kañiwa, cultivos andinos. CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo)

- IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Bogotá, Colombia. p. 45 - 64. (Serie libros educativos, n° 40).
- Gomez, L; Aguilar, E. 2016. Guía de cultivo de la quinua. FAO. Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 121 p.
 - Hernandez J. 2015. La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología* 26(3):304-312.
 - IICA (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura). 2015. El Cultivo de Quinua *In* El mercado y la producción de quinua en el Perú. Lima, Perú. p. 15-16.
 - Leon-Lobos, P; Zurita-Silva, A; Veas, E. 2015. Antecedentes generales de la quinoa. *In* Matus, I (ed.). El cultivo de la quinoa en Chile. Boletín INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) 362: 5 – 24.
 - Mamani, E.; Bonifacio, A.; Taboada, G.; Angulo, F. 2022. Determinación de la Pureza y calidad de grano de Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) dulce y amarga de variedades Comerciales, en Viacha – La Paz. *Revista CIBUM SCIENTIA*, Bolivia 1(1):7-15.
 - Mamani, A; Bonifacio, A; Vargas, M; Alcon, G; Aroni, G. 2013. La ruta de la semilla en la difusión de variedades mejoradas. *In* Vargas, M (ed.). *Congreso científico de la quinua (Memoria)*, IICA – INiAF – MDRyT - VDRA – Quinoa 2013 Año Internacional. La Paz, Bolivia. p. 203 – 212.
 - Mamani, ER. 2016. Evaluación del beneficiado y laminado de cuatro variedades amargas y seis variedades dulces de quinua comercial. Tesis Lic. Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andres. 109 p.
 - Marca, S; Chaucha, W; Quispe, JC; Mamani, V. 2011. Comportamiento Actual de los Agentes de la Cadena Productiva de Quinoa En La Region Puno. Gobierno Regional Puno – Dirección Regional Agraria Puno – Proyecto Quinoa Regional. Puno, Perú. 81 p.

- Martínez, S; Souza, V; Miranda, J. 2012. Guía práctica para el Cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). “Seguridad Alimentaria Nutricional en Municipios de Tarija Y Chuquisaca” – Proyecto Quinoa: Cartilla Divulgativa. Tarija, Bolivia. 24 p.
- Mestanza, C; Santana, J; Veliz, D; Vasconez, G. 2020. Rendimiento de grano de Genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) sembrado a chorro continuo, en el campus “La Maria”. Quevedo - UTEQ, Ecuador (en línea). p. 53-60. Consultado 23 Mayo 2022. Disponible en <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/download/315/565?inline=1>
- MDPyEP (Ministerio de Desarrollo productivo y economía plural). 2014. Quinoa (en línea). Boletín 2014-12:1-6 consultado 1 dic. 2023. Disponible en https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/123_1610201573doc_Boletin12_Quinoa.pdf
- Montes-Rojas, C; Burbano-Catucho, GA; Muñoz-Certuche, EF; Calderon-Yonda, Y. 2018. Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinoa* Willd). Artículo de Investigación Científica y Tecnológica - Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial 16(2): 26 – 37.
- Montoya LA; Martínez L; Peralta J. 2005. Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. Unidad Nacional de Colombia. INNOVAR, Revista de ciencias administrativas y sociales Ene a Jun. 2005.
- Mujica, A. 2015. *El origen de la quinua y la historia de su domesticación* (en línea). Revista Tierra Adentro. (108):15-17. Consultado 22 de feb. 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5408>
- Mujica, A; Izquierdo, J; Marathee, JP. 2004. Origen y descripción de La Quinoa. In Mujica, A; Jacobsen, SE; Izquierdo, J; Marathee, JP (eds.). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro, FAO – UNA PUNO – CIP. Puno, Perú. p. 1 – 23.
- Mujica, A; Ortiz, R; Bonifacio, A; Saravia, R; Corredor, G; Romero, A. 2006. Informe final del proyecto quinua: Cultivo Multipropósito para los Países Andinos Perú –

Bolivia - Colombia, PNUD – CONCYTEC – UNA – PROINPA – UNC. Lima, Perú. 237p.

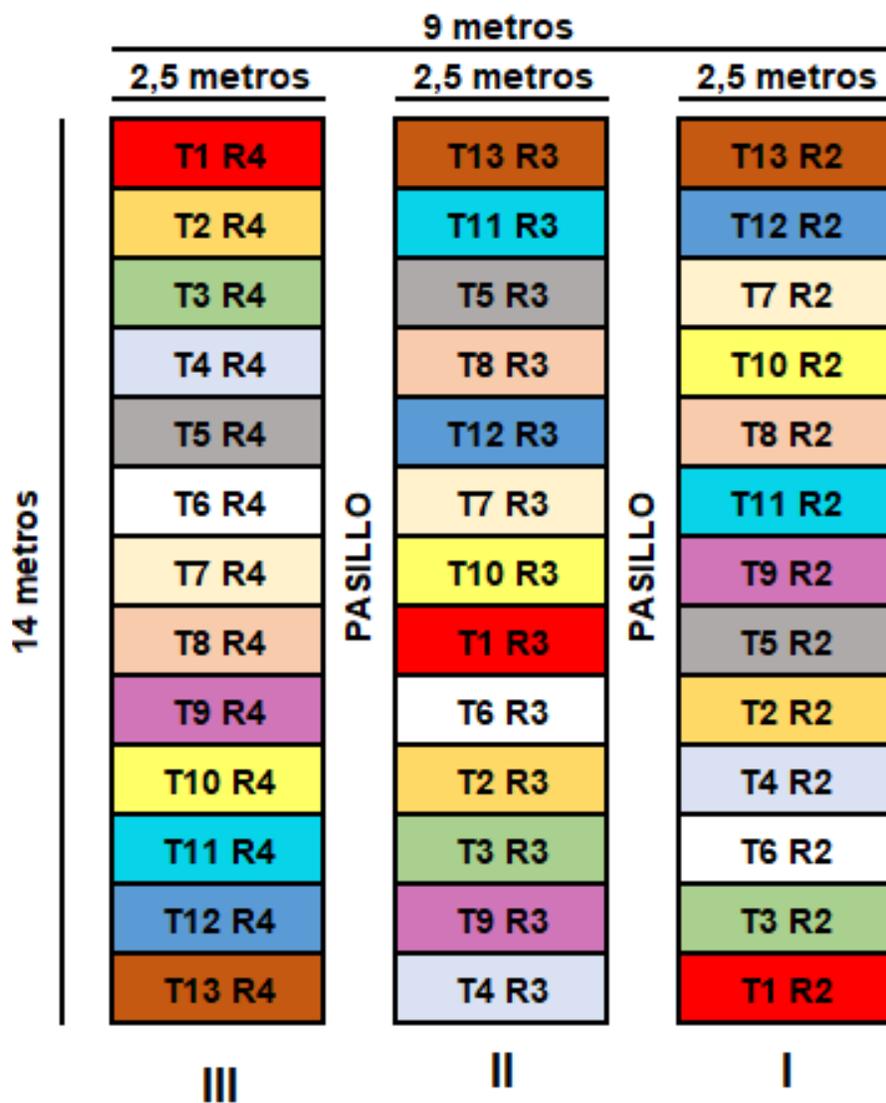
- Nieto, C; Vimos, C; Monteros, C; Caicedo, C; Rivera, M. 1992. INIAP-INGAPIRCA E INIAP-TUNKAHUAN Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo. Estación Experimental “Santa Catalina”, Ecuador. N°228.
- Ormachea, E; Ramírez, N. 2013. Propiedad Colectiva de la Tierra y Producción Agrícola Capitalista: El Caso de la Quinua en el Altiplano Sur de Bolivia. La Paz, Bolivia, CEDLA. 208 p.
- Onofre, Q.; Bonifacio, A 2021. Evaluación de las Características Fenológicas y Agronómicas de la Quinua Silvestre (*Chenopodium quinoa* spp.) del Altiplano Boliviano. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 8(3):7-20.
- Ortiz, R. y Zanabria, E. 1979. PLAGAS. In Tapia, M. La Quinua y la Kañiwa Cultivos andinos. CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) - IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Bogotá, Colombia. p. 121 – 136. (serie libros educativos, n°.40).
- Pacheco M. y Blajos J. 2015. El Cluster de La Quinua en Bolivia. In Risi J; Rojas W; Pacheco M (eds.). Producción y Mercado de la Quinua en Bolivia, IICA. La Paz, Bolivia. p. 101 – 156.
- Perez, A. 2005. Manejo del Cultivo de Quinua en La Sierra Central. INIA – Instituto Nacional de Investigacion Agraria. Lima, Peru. 41 p. (serie Manual n° 1 – 05).
- Planella, MT; Lopez, ML; Bruno, MC. 2014. La Domesticación y Distribución Prehistórica. In Bazile, D; Bertero, D; Nieto, C (eds.). Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013. FAO Santiago de Chile y CIRAD Montpellier, Francia. p. 33 - 48.
- Plata, G; Bonifacio, A; Navia, O; Gandarillas, A. 2014. Las Enfermedades en el Cultivo de la Quinua. In Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A (eds.). Plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 83 -132.

- PROINPA. 2004. Estudio de los Impactos Sociales, Ambientales y Económicos de la Promoción de la Quinua en Bolivia: Eds. W. Rojas; JL. Soto y E. Carrasco. 86 p.
- PROINPA. 2011. Agronomía y su potencial de adaptabilidad de la quinua. *In* La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FAO. La Paz, Bolivia. p. 21 – 31.
- Puña; I.C.; Argandoña, F.K & Benavides, J.P. 2021. Producción y mercado de la quinua en Bolivia. Instituto de investigaciones Socio – Económicas (IISEC) Universidad Católica Boliviana. Fundación Hanns Seidel, La Paz, Bolivia. 7 p. (serie ideas y reflexiones, n°. 8).
- Quispe, JC. 2018. Curvas IDF para la Estación Meteorologica de Viacha, Departamento De La Paz. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 5(1):99-105.
- Quispe, R; Saravia, R; Villca, M; Lino, V. 2014. Insectos plaga del cultivo de la quinua: Complejo polilla. *In* Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A (eds.). Plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 49 – 62.
- Ramos, ME. 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego diferenciado por fases fenológicas en el altiplano central. Tesis de Grado. UMSA. La Paz, Bolivia. 126 p.
- Rea, J; Tapia, M; Mujica, A. 1979. Prácticas Agronómicas. *In* Tapia, M. La Quinua y la Kañiwa Cultivos andinos. CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) – IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Bogotá, Colombia. p. 83 - 120. (Serie libros educativos, n° 40).
- Rojas, W; Pinto M. 2013. La diversidad genética de quinua de Bolivia. *In* Vargas, M (ed.). Congreso Científico de la Quinua (Memoria). La Paz, Bolivia. p. 77-91.
- Rojas, W; Pinto, M; Soto, JM. 2010. Distribución geográfica y variabilidad genética de los granos andinos. *In*: Rojas, W; Soto, JL; Pinto, M; Jager, M; Padulosi, S (Eds.). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International. Roma, Italia. p. 11 – 23.

- Rojas, W; Vargas, A; Pinto, M. 2016. La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. (en línea). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 3(2):114-124. Consultado 15 mar. 2022. Disponible en http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v3n2/v3n2_a01.pdf
- Sillo, L; Vargas, A; Bonifacio, A; Castillo, C. 2016. Evaluación de características comerciales en Quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 3(2):207-213.
- Tapia, M. 1979. Historia y distribución geográfica. *In* La quinua y la kañiwa, cultivos andinos. CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) – IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas). Bogotá, Colombia. p. 11 - 19. (Serie libros educativos, n° 40)
- Valdivia, PP. 2020. Cultivo de quinua orgánica en el distrito de Andaray y zonas alto andinas de la región Arequipa: Folleto técnico. Gobierno Regional de Arequipa-Gerencia Regional de Agricultura, Arequipa, Perú. 20 p.
- Vilca, JD. y Carrasco, G. 2013. Guía Técnico: Manejo Integrado en el Cultivo de quinua. Agrobanco, Servicios financieros para el Perú rural. Ayacucho, Perú. 26 p.

10. ANEXOS

Anexo 1. Croquis experimental



- T1 (Cab-Ch`ullpi 9)
- T2 (Cab-Ch`ullpi 11)
- T3 (Nino Ch`ullpi)
- T4 (Mildiu 53)
- T5 (Mildiu 54)
- T6 (F10 12)
- T7 (F10 13)



- T8 (F10 18)
- T9 (F10 23)
- T10 (F10 34)
- T11 (F10 35)
- T12 (F10 25)
- T13 Jach`a grano (T)



Anexo 2. Análisis de varianza para altura de planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA PLANTA	39	0,54	0,28	9,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2428,84	14	173,49	2,05	0,0587
REPETICIONES	544,12	2	272,06	3,22	0,0577
LINEAS	1884,72	12	157,06	1,86	0,0949
Error	2028,13	24	84,51		
Total	4456,97	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 84,5055 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T9 (F10 23)	111,79	3	5,31 A
T5 (MILDIU 54)	110,63	3	5,31 A
T8 (F10 18)	107,52	3	5,31 A B
T4 (MILDIU 53)	106,17	3	5,31 A B
T10 (F10 34)	105,07	3	5,31 A B C
T7 (F10 13)	101,51	3	5,31 A B C
T3 (NINO CHULLPI)	99,19	3	5,31 A B C
T11 (F10 35)	98,88	3	5,31 A B C
T6 (F10 12)	98,55	3	5,31 A B C
T1 (CAB-CHULLPI 9)	97,83	3	5,31 A B C
T13 (JACHA GRANO)	96,71	3	5,31 A B C
T2 (CAB-CHULLPI 11)	90,97	3	5,31 B C
T12 (F10 25)	87,21	3	5,31 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 3. Análisis de varianza para diámetro de tallo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO TALLO	39	0,26	0,00	12,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,18	14	2,01	0,59	0,8483
REPETICIONES	7,44	2	3,72	1,09	0,3533
LINEAS	20,74	12	1,73	0,50	0,8911
Error	82,16	24	3,42		
Total	110,35	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 3,4234 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T5 (MILDIU 54)	15,93	3	1,07 A
T12 (F10 25)	15,42	3	1,07 A
T8 (F10 18)	15,27	3	1,07 A
T9 (F10 23)	15,27	3	1,07 A
T4 (MILDIU 53)	15,07	3	1,07 A
T3 (NINO CHULLPI)	15,00	3	1,07 A
T1 (CAB-CHULLPI 9)	14,73	3	1,07 A
T6 (F10 12)	14,73	3	1,07 A
T2 (CAB-CHULLPI 11)	14,27	3	1,07 A
T10 (F10 34)	14,23	3	1,07 A
T11 (F10 35)	14,07	3	1,07 A
T7 (F10 13)	13,97	3	1,07 A
T13 (JACHA GRANO)	13,07	3	1,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 4. Análisis de varianza para longitud de la panoja

Nueva tabla : 23/8/2023 - 18:55:47 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE PANOJA	39	0,63	0,42	14,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	790,43	14	56,46	2,97	0,0092
REPETICIONES	4,85	2	2,42	0,13	0,8808
LINEAS	785,58	12	65,47	3,45	0,0048
Error	455,91	24	19,00		
Total	1246,34	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 18,9964 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T8 (F10 18)	35,35	3	2,52 A
T6 (F10 12)	32,92	3	2,52 A B
T7 (F10 13)	32,75	3	2,52 A B
T9 (F10 23)	31,53	3	2,52 A B
T4 (MILDIU 53)	30,90	3	2,52 A B
T5 (MILDIU 54)	30,41	3	2,52 A B
T3 (NINO CHULLPI)	29,89	3	2,52 A B
T13 (JACHA GRANO)	29,44	3	2,52 A B
T2 (CAB-CHULPI 11)	29,10	3	2,52 A B
T10 (F10 34)	28,50	3	2,52 A B
T11 (F10 35)	27,52	3	2,52 A B
T1 (CAB-CHULLPI 9)	26,27	3	2,52 B
T12 (F10 25)	15,95	3	2,52 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 5. Análisis de varianza para diámetro de la panoja

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DE PANOJA	39	0,59	0,36	14,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,42	14	1,24	2,50	0,0233
REPETICIONES	2,38	2	1,19	2,40	0,1125
LINEAS	15,04	12	1,25	2,52	0,0260
Error	11,93	24	0,50		
Total	29,35	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4971 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T2 (CAB-CHULPI 11)	5,67	3	0,41 A
T1 (CAB-CHULLPI 9)	5,55	3	0,41 A
T9 (F10 23)	5,35	3	0,41 A
T6 (F10 12)	5,29	3	0,41 A
T8 (F10 18)	5,10	3	0,41 A
T10 (F10 34)	5,05	3	0,41 A
T7 (F10 13)	4,99	3	0,41 A
T5 (MILDIU 54)	4,96	3	0,41 A
T3 (NINO CHULLPI)	4,94	3	0,41 A
T13 (JACHA GRANO)	4,81	3	0,41 A
T4 (MILDIU 53)	4,71	3	0,41 A
T11 (F10 35)	4,64	3	0,41 A
T12 (F10 25)	3,03	3	0,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 6. Análisis de varianza para Días transcurridas en el inicio de panojamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS TRANSCURRIDAS-IP	39	0,83	0,73	2,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	240,92	14	17,21	8,29	<0,0001
BLOQUES	4,15	2	2,08	1,00	0,3827
LINEAS	236,77	12	19,73	9,50	<0,0001
Error	49,85	24	2,08		
Total	290,77	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 2,0769 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T4 (MILDIU 53)	65,00	3	0,83 A
T1 (CAB-CHULLPI 9)	59,00	3	0,83 B
T6 (F10 12)	56,00	3	0,83 C
T5 (MILDIU 54)	56,00	3	0,83 C
T9 (F10 23)	56,00	3	0,83 C
T8 (F10 18)	56,00	3	0,83 C
T7 (F10 13)	56,00	3	0,83 C
T12 (F10 25)	56,00	3	0,83 C
T11 (F10 35)	56,00	3	0,83 C
T10 (F10 34)	56,00	3	0,83 C
T3 (NINO CHULLPI)	56,00	3	0,83 C
T2 (CAB-CHULPI 11)	56,00	3	0,83 C
T13 (JACHA GRANO)	56,00	3	0,83 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 7. Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de floración

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS TRANSCURRIDAS-IF	39	0,72	0,56	4,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	930,46	14	66,46	4,47	0,0007
BLOQUES	128,77	2	64,38	4,33	0,0249
LINEAS	801,69	12	66,81	4,49	0,0009
Error	357,23	24	14,88		
Total	1287,69	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 14,8846 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T1 (CAB-CHULLPI 9)	92,00	3	2,23 A
T4 (MILDIU 53)	92,00	3	2,23 A
T5 (MILDIU 54)	89,00	3	2,23 A B
T9 (F10 23)	89,00	3	2,23 A B
T7 (F10 13)	86,00	3	2,23 A B
T8 (F10 18)	86,00	3	2,23 A B
T3 (NINO CHULLPI)	86,00	3	2,23 A B
T12 (F10 25)	86,00	3	2,23 A B
T11 (F10 35)	86,00	3	2,23 A B
T10 (F10 34)	83,00	3	2,23 B C
T6 (F10 12)	83,00	3	2,23 B C
T2 (CAB-CHULPI 11)	77,00	3	2,23 C
T13 (JACHA GRANO)	77,00	3	2,23 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8. Análisis de varianza para días transcurridas en el inicio de madurez

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIASTRANSCURRIDAS-IM	39	0,71	0,54	1,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	261,33	14	18,67	4,20	0,0010
BLOQUES	32,00	2	16,00	3,60	0,0429
LINEAS	229,33	12	19,11	4,30	0,0012
Error	106,67	24	4,44		
Total	368,00	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 4,4444 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T4 (MILDUI 53)	145,00	3	1,22 A
T9 (F10 23)	141,33	3	1,22 B
T5 (MILDUI 54)	140,00	3	1,22 B C
T1 (CAB-CHULLPI 9)	140,00	3	1,22 B C
T3 (NINO CHULLPI)	139,33	3	1,22 B C
T11 (F10 35)	138,67	3	1,22 B C
T8 (F10 18)	138,67	3	1,22 B C
T10 (F10 34)	138,67	3	1,22 B C
T12 (F10 25)	138,67	3	1,22 B C
T7 (F10 13)	138,00	3	1,22 B C
T6 (F10 12)	138,00	3	1,22 B C
T2 (CAB-CHULPI 11)	136,67	3	1,22 C D
T13 (JACHA GRANO)	134,00	3	1,22 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 9. Análisis de varianza para índice de cosecha

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
INDICE DE COSECHA	39	0,57	0,31	10,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	14	4,1E-03	2,24	0,0402
REPETICIONES	2,1E-03	2	1,0E-03	0,57	0,5726
LINEAS	0,06	12	4,6E-03	2,51	0,0264
Error	0,04	24	1,8E-03		
Total	0,10	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0018 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T13 (JACHA GRANO)	0,50	3	0,02 A
T12 (F10 25)	0,47	3	0,02 A B
T2 (CAB-CHULPI 11)	0,47	3	0,02 A B
T6 (F10 12)	0,44	3	0,02 A B C
T10 (F10 34)	0,44	3	0,02 A B C
T9 (F10 23)	0,42	3	0,02 A B C D
T11 (F10 35)	0,41	3	0,02 B C D
T3 (NINO CHULLPI)	0,41	3	0,02 B C D
T5 (MILDUI 54)	0,41	3	0,02 B C D
T7 (F10 13)	0,41	3	0,02 B C D
T1 (CAB-CHULLPI 9)	0,41	3	0,02 B C D
T8 (F10 18)	0,37	3	0,02 C D
T4 (MILDUI 53)	0,35	3	0,02 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 10. Análisis de varianza para Rendimiento de grano por planta (g/pl)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO POR PLANTA	39	0,56	0,30	32,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4402,32	14	314,45	2,16	0,0466
REPETICIONES	396,58	2	198,29	1,36	0,2746
LINEAS	4005,75	12	333,81	2,30	0,0400
Error	3487,39	24	145,31		
Total	7889,72	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 145,3081 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.	
T8 (F10 18)	54,87	3	6,96	A
T9 (F10 23)	46,83	3	6,96	A B
T7 (F10 13)	46,01	3	6,96	A B
T6 (F10 12)	42,20	3	6,96	A B
T5 (MILDIU 54)	41,92	3	6,96	A B
T2 (CAB-CHULPI 11)	39,79	3	6,96	A B
T3 (NINO CHULLPI)	39,21	3	6,96	A B
T10 (F10 34)	38,50	3	6,96	A B
T13 (JACHA GRANO)	37,64	3	6,96	A B
T11 (F10 35)	32,54	3	6,96	A B C
T4 (MILDIU 53)	31,71	3	6,96	A B C
T1 (CAB-CHULLPI 9)	24,43	3	6,96	B C
T12 (F10 25)	13,13	3	6,96	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 11. Análisis de varianza para diámetro de grano

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO-GRANO	39	0,94	0,91	1,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,58	14	0,04	27,77	<0,0001
REPETICIONES	1,8E-03	2	9,1E-04	0,61	0,5528
LINEAS	0,58	12	0,05	32,30	<0,0001
Error	0,04	24	1,5E-03		
Total	0,62	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0015 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.	
T8 (F10 18)	2,93	3	0,02	A
T6 (F10 12)	2,89	3	0,02	A B
T7 (F10 13)	2,86	3	0,02	B C
T3 (NINO CHULLPI)	2,83	3	0,02	B C D
T9 (F10 23)	2,81	3	0,02	C D
T2 (CAB-CHULPI 11)	2,81	3	0,02	C D
T5 (MILDIU 54)	2,77	3	0,02	D E
T12 (F10 25)	2,72	3	0,02	E F
T11 (F10 35)	2,68	3	0,02	F
T10 (F10 34)	2,68	3	0,02	F
T13 (JACHA GRANO)	2,66	3	0,02	F
T4 (MILDIU 53)	2,55	3	0,02	G
T1 (CAB-CHULLPI 9)	2,51	3	0,02	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 12. Análisis de varianza para espesor de grano

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ESPESOR-GRANO	39	0,91	0,86	3,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,28	14	0,02	17,87	<0,0001
REPETICIONES	2,7E-03	2	1,4E-03	1,21	0,3161
LINEAS	0,28	12	0,02	20,65	<0,0001
Error	0,03	24	1,1E-03		
Total	0,31	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0011 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.	
T13 (JACHA GRANO)	1,27	3	0,02	A
T11 (F10 35)	1,03	3	0,02	B
T9 (F10 23)	1,03	3	0,02	B
T1 (CAB-CHULLPI 9)	1,01	3	0,02	B
T6 (F10 12)	1,00	3	0,02	B
T7 (F10 13)	1,00	3	0,02	B
T4 (MILDIU 53)	0,99	3	0,02	B C
T8 (F10 18)	0,99	3	0,02	B C
T3 (NINO CHULLPI)	0,98	3	0,02	B C
T5 (MILDIU 54)	0,98	3	0,02	B C
T10 (F10 34)	0,97	3	0,02	B C
T2 (CAB-CHULLPI 11)	0,93	3	0,02	C D
T12 (F10 25)	0,89	3	0,02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 13. Análisis de varianza para el peso hectolítrico

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P-HECTOLITRICO	39	0,98	0,97	0,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	95,79	14	6,84	91,49	<0,0001
REPETICIONES	0,21	2	0,10	1,37	0,2729
LINEAS	95,59	12	7,97	106,51	<0,0001
Error	1,79	24	0,07		
Total	97,59	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0748 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.	
T9 (F10 23)	86,67	3	0,16	A
T10 (F10 34)	86,00	3	0,16	B
T4 (MILDIU 53)	85,67	3	0,16	B C
T8 (F10 18)	85,67	3	0,16	B C
T6 (F10 12)	85,50	3	0,16	B C
T3 (NINO CHULLPI)	85,50	3	0,16	B C
T12 (F10 25)	85,50	3	0,16	B C
T2 (CAB-CHULLPI 11)	85,50	3	0,16	C
T1 (CAB-CHULLPI 9)	85,33	3	0,16	C
T7 (F10 13)	85,33	3	0,16	C
T11 (F10 35)	85,17	3	0,16	C
T5 (MILDIU 54)	84,00	3	0,16	D
T13 (JACHA GRANO)	80,00	3	0,16	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 14. Análisis de varianza para el peso de 100 semillas.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO-100SEMILLAS	39	0,99	0,99	1,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	14	0,01	196,55	<0,0001
REPETICIONES	8,7E-04	2	4,3E-04	7,90	0,0023
LINEAS	0,15	12	0,01	227,99	<0,0001
Error	1,3E-03	24	5,5E-05		
Total	0,15	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0001 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.					
T8 (F10 18)	0,68	3	4,3E-03	A				
T6 (F10 12)	0,67	3	4,3E-03		B			
T7 (F10 13)	0,65	3	4,3E-03			C		
T9 (F10 23)	0,65	3	4,3E-03				C	
T5 (MILDIU 54)	0,62	3	4,3E-03					D
T3 (NINO CHULLPI)	0,59	3	4,3E-03					E
T13 (JACHA GRANO)	0,57	3	4,3E-03					F
T12 (F10 25)	0,56	3	4,3E-03					F G
T10 (F10 34)	0,56	3	4,3E-03					G
T2 (CAB-CHULPI 11)	0,56	3	4,3E-03					G
T11 (F10 35)	0,55	3	4,3E-03					G
T4 (MILDIU 53)	0,53	3	4,3E-03					H
T1 (CAB-CHULLPI 9)	0,45	3	4,3E-03					I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 15. Análisis de varianza para el tiempo de lavado

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T-LAVADO	39	0,93	0,89	9,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	162,13	14	11,58	22,71	<0,0001
REPETICIONES	9,49	2	4,74	9,31	0,0010
LINEAS	152,64	12	12,72	24,95	<0,0001
Error	12,24	24	0,51		
Total	174,37	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,5098 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.					
T11 (F10 35)	9,26	3	0,41	A				
T9 (F10 23)	9,08	3	0,41	A	B			
T13 (JACHA GRANO)	9,06	3	0,41	A	B			
T3 (NINO CHULLPI)	8,80	3	0,41	A	B	C		
T10 (F10 34)	8,74	3	0,41	A	B	C		
T4 (MILDIU 53)	8,69	3	0,41	A	B	C		
T7 (F10 13)	7,96	3	0,41	A	B	C	D	
T2 (CAB-CHULPI 11)	7,88	3	0,41	B	C	D		
T6 (F10 12)	7,84	3	0,41	B	C	D		
T12 (F10 25)	7,53	3	0,41	C	D			
T5 (MILDIU 54)	7,01	3	0,41				D	
T8 (F10 18)	5,48	3	0,41					E
T1 (CAB-CHULLPI 9)	1,71	3	0,41					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 16. Análisis de varianza para el volumen de agua desaponificado

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
V-AGUA-GASTADA	39	0,95	0,92	8,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21471666,67	14	1533690,48	31,04	<0,0001
REPETICIONES	187307,69	2	93653,85	1,90	0,1721
LINEAS	21284358,97	12	1773696,58	35,89	<0,0001
Error	1186025,64	24	49417,74		
Total	22657692,31	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 49417,7350 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T13 (JACHA GRANO)	3600,00	3	128,35 A
T11 (F10 35)	3600,00	3	128,35 A
T9 (F10 23)	3300,00	3	128,35 A B
T4 (MILDIU 53)	3166,67	3	128,35 B
T3 (NINO CHULLPI)	3033,33	3	128,35 B C
T10 (F10 34)	2966,67	3	128,35 B C D
T6 (F10 12)	2733,33	3	128,35 C D
T2 (CAB-CHULPI 11)	2733,33	3	128,35 C D
T7 (F10 13)	2650,00	3	128,35 C D E
T5 (MILDIU 54)	2633,33	3	128,35 C D E
T12 (F10 25)	2600,00	3	128,35 D E
T8 (F10 18)	2266,67	3	128,35 E
T1 (CAB-CHULLPI 9)	566,67	3	128,35 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 17. Análisis para el porcentaje de merma en el escarificado de la quinua

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ESCARIFICACION	39	0,83	0,73	27,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,58	14	2,18	8,47	<0,0001
REPETICIONES	0,69	2	0,35	1,34	0,2798
LINEAS	29,89	12	2,49	9,66	<0,0001
Error	6,19	24	0,26		
Total	36,77	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2578 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T13 (JACHA GRANO)	3,90	3	0,29 A
T10 (F10 34)	2,90	3	0,29 B
T8 (F10 18)	2,67	3	0,29 B
T4 (MILDIU 53)	2,37	3	0,29 B C
T9 (F10 23)	2,13	3	0,29 B C D
T12 (F10 25)	2,00	3	0,29 B C D E
T7 (F10 13)	1,67	3	0,29 C D E F
T3 (NINO CHULLPI)	1,40	3	0,29 D E F
T2 (CAB-CHULPI 11)	1,37	3	0,29 D E F
T6 (F10 12)	1,07	3	0,29 E F
T5 (MILDIU 54)	1,03	3	0,29 F
T1 (CAB-CHULLPI 9)	0,93	3	0,29 F
T11 (F10 35)	0,83	3	0,29 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 18. Análisis de varianza para el volumen de la hojuela

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOLUMEN-HOJUELA	39	0,71	0,55	6,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87548,72	14	6253,48	4,27	0,0009
REPETICIONES	4723,08	2	2361,54	1,61	0,2202
LINEAS	82825,64	12	6902,14	4,71	0,0006
Error	35143,59	24	1464,32		
Total	122692,31	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1464,3162 gl: 24

LINEAS	Medias	n	E.E.
T6 (F10 12)	670,00	3	22,09 A
T10 (F10 34)	653,33	3	22,09 A B
T7 (F10 13)	610,00	3	22,09 A B C
T4 (MILDUI 53)	606,67	3	22,09 A B C
T5 (MILDUI 54)	606,67	3	22,09 A B C
T8 (F10 18)	603,33	3	22,09 A B C
T3 (NINO CHULLPI)	593,33	3	22,09 B C
T11 (F10 35)	586,67	3	22,09 B C D
T12 (F10 25)	576,67	3	22,09 C D
T13 (JACHA GRANO)	573,33	3	22,09 C D
T9 (F10 23)	543,33	3	22,09 C D E
T2 (CAB-CHULPI 11)	516,67	3	22,09 D E
T1 (CAB-CHULPI 9)	500,00	3	22,09 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 19. Análisis de varianza para el porcentaje de hojuela

Nueva tabla : 15/5/2023 - 23:35:23 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%hojuela	39	0,74	0,59	3,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	442,46	14	31,60	4,94	0,0003
repeticiones	13,18	2	6,59	1,03	0,3721
lineas	429,27	12	35,77	5,59	0,0002
Error	153,52	24	6,40		
Total	595,98	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 6,3969 gl: 24

lineas	Medias	n	E.E.
T1 (CAB-CHULLPI 9)	84,83	3	1,46 A
T4 (MILDUI 53)	80,98	3	1,46 A B
T3 (NINO CHULLPI)	80,37	3	1,46 A B
T5 (MILDUI 54)	79,87	3	1,46 B
T10 (F10 34)	79,64	3	1,46 B
T6 (F10 12)	78,71	3	1,46 B C
T13 (JACHA GRANO)	77,39	3	1,46 B C D
T2 (CAB-CHULPI 11)	77,21	3	1,46 B C D
T8 (F10 18)	77,03	3	1,46 B C D
T7 (F10 13)	76,45	3	1,46 B C D
T11 (F10 35)	74,31	3	1,46 C D
T9 (F10 23)	72,68	3	1,46 D
T12 (F10 25)	72,60	3	1,46 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 20. Análisis de varianza para el porcentaje de sémola

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%semola	39	0,74	0,59	11,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	419,66	14	29,98	4,84	0,0004
repeticiones	12,08	2	6,04	0,98	0,3912
lineas	407,57	12	33,96	5,49	0,0002
Error	148,54	24	6,19		
Total	568,20	38			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 6,1893 gl: 24

lineas	Medias	n	E.E.	
T12 (F10 25)	27,40	3	1,44	A
T9 (F10 23)	27,32	3	1,44	A
T11 (F10 35)	25,69	3	1,44	A B
T7 (F10 13)	23,55	3	1,44	A B C
T8 (F10 18)	22,97	3	1,44	A B C
T2 (CAB-CHULPI 11)	22,79	3	1,44	A B C
T13 (JACHA GRANO)	22,61	3	1,44	B C
T6 (F10 12)	21,29	3	1,44	B C
T10 (F10 34)	20,85	3	1,44	C
T5 (MILDIU 54)	20,13	3	1,44	C
T3 (NINO CHULLPI)	19,63	3	1,44	C D
T4 (MILDIU 53)	19,02	3	1,44	C D
T1 (CAB-CHULLPI 9)	15,58	3	1,44	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Líneas de quinua Ch'ullpi en la fase vegetativa.



Foto 2. Plantas de la quinua encapuchados en su etapa de madurez para proteger los granos de las palomas.



Foto 3. Panoja Compacta (Cabezona-Ch'ullpi)



Foto 4. Cosecha de quinua



Foto 5. Trillado de quinua



Foto 6. **Peso de grano de la planta individual**



Foto 7. **Conteo manual de 100 semillas y peso hectolitrico (utilizando una probeta de 10ml) para luego ser sometidas al pesado**



Foto 8. Presencia de saponina



Foto 9. Lavado de quinua se utilizo vañadores, baldes, jarras, para calcular el volumen de agua gastada.



Foto 10. Aquí se realizó el laminado de la hojuela



Foto 11. Tamizado (separación de la hojuela y sémola)



Foto 12. Peso y volumen de la hojuela



Foto 13. Diferencia entre la línea Ch`ullpi y la variedad Jach`a grano, despues del laminado de la hojuela



Foto 14. Diferencia entre el grano Ch`ullpi y la variedad Jach`a Grano.

