



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERIZACIÓN AGRO MORFOLÓGICA, PROTEÍNA Y
GRASA DE PROGENIES PROCEDENTES DE CRUZAS DOBLES
DISTANTES Y CERCANAS GENÉTICAMENTE DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL CIP CAMACANI. PUNO-PERU.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ALEX POMA MAQUERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

CARACTERIZACIÓN AGRO MORFOLÓGICA, PROTEÍNA Y GRASA DE PROGENIES PROCEDENTES DE CRUZAS DOBLES DISTANT

AUTOR

ALEX POMA MAQUERA

RECuento de palabras

19207 Words

RECuento de caracteres

107789 Characters

RECuento de páginas

116 Pages

Tamaño del archivo

15.8MB

Fecha de entrega

Jul 9, 2023 7:00 PM GMT-5

Fecha del informe

Jul 9, 2023 7:01 PM GMT-5

● 19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

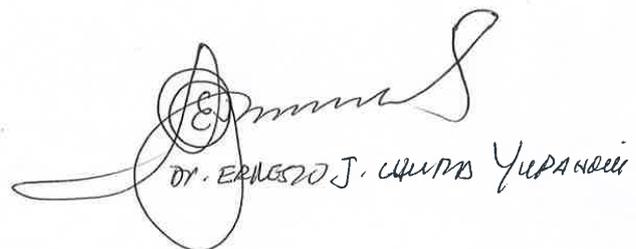
- 18% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



ING. M. Sc. L. AMILCAR BUENO MACEDO
REG. CIP. 22203



DR. ERASMO J. QUISPE YUPANQUI

Resumen



DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado hasta aquí, dando la valentía y aliento necesario para poder culminar con este trabajo de investigación, pese a las dificultades, siempre me ha acompañado muchas gracias mi Dios.

A mi madre Noemi Lurdes Maquera Huaycani, aun me duele tu ausencia como el primer día en que te fuiste, aunque ya no estas a mi lado, siento tu presencia y tu recuerdo me acompaña siempre, aún recuerdo el momento que lloramos juntos cuando ingrese a la universidad, siento demasiado que ahora ya no estés a mi lado, pero sé que me proteges desde el más allá, mamá déjame decirte que fuiste y serás mi motivación para seguir adelante, tú y yo juntos conquistando el mundo.

A mi padre Wigberto Poma Choque por su fortaleza, preocupación, apoyo, ánimo y no dejar que me rinda en el camino y agradecer por sus enormes esfuerzos que hace por sus hijos, por inculcarme aquellos principios y valores, le estaré siempre agradecido.

A Nilda Susana Vilca Vilca por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, por acompañarme en el proceso y culminación de mi proyecto de investigación, por brindarme su estima y apoyo constante, le estaré siempre agradecido.

A mis hermanos Abad y Danitza que siempre han estado conmigo apoyando, alentando y motivándome a cumplir mis metas, y compartiendo momentos de alegría e inolvidable.

A mi abuelo Gregorio Poma Atencio por su apoyo imprescindible, brindándome ánimo, consejos sabios y por su gran cariño.

Alex Poma Maquera



AGRADECIMIENTO

A Dios por acompañarme, en todo el proceso de construcción de este trabajo de investigación, guiándome en cada decisión, motivación y fuerza mi gratitud para siempre a Dios.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, docentes y personal administrativo por haberme formado académicamente con conocimientos que me ayudaron en mi formación profesional.

Al Proyecto “Mejoramiento Genético de Granos Andinos” en convenio con la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, junto a la Universidad de Hohenheim – Alemania y la organización KWS – Alemania. Por haberme dado la oportunidad de formar parte como tesista y brindándome el apoyo durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado calificador de tesis, por tomarse su compromiso en la revisión y mejora de este trabajo de investigación, al D.Sc. Eleodoro Plácido Chahuarez Velasquez como presidente, al Ph. D. Ángel Mauricio Holguer Mujica Sánchez como primer miembro, al M.Sc. Abdon Charaja Villalta como segundo miembro.

Al D.Sc. Ernesto Javier Chura Yupanqui como asesor de la presente investigación, por sus valiosos consejos, orientación, dirección en el proceso y culminación del trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos que siempre formaran parte de mis mejores recuerdos.

Alex Poma Maquera



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 16

ABSTRACT..... 17

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 19

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 19

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO..... 20

2.1.1. Cultivo de quinua 20

2.1.2. Domesticación 21

2.1.3. Importancia..... 22

2.1.4. Descripción botánica de la quinua..... 22

2.1.5. Fenología de la Quinua..... 24

2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos..... 28

2.1.7. Valor nutricional..... 30

2.1.8. Variedades de quinua..... 31



2.1.9. Caracterización agromorfológica	32
2.1.10. El mejoramiento genético de la quinua	33
2.2. ANTECEDENTES	34
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	36
3.1.1. Ámbito de estudio.....	36
3.1.2. Localización del proyecto.....	36
3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL	37
3.3. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	37
3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	37
3.5. CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA.....	38
3.6. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS	38
3.6.1. Temperatura.....	39
3.6.2. Precipitación pluvial	39
3.6.3. Humedad relativa.....	40
3.7. MATERIAL EXPERIMENTAL	41
3.7.1. Material genético	41
3.8. MATERIALES DE CAMPO	41
3.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	42
3.10. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	43
3.11. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	43
3.12. DISEÑO EXPERIMENTAL	43
3.13. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	44
3.13.1. Preparación del suelo.....	44



3.13.2. Siembra.....	44
3.13.3. Fertilización.....	44
3.13.4. Control de malezas.....	44
3.13.5. Desahije.....	44
3.13.6. Aporque.....	45
3.13.7. Cosecha y Trillado.....	45
3.14. EVALUACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES.....	45
3.15. METODOS DE VARIABLES AGRONOMICAS.....	46
3.15.1. Número de días hasta el 50% de floración (d).....	46
3.15.2. Número de días hasta el 50% de madurez fisiológica (d).....	46
3.15.3. Altura de planta (cm).....	46
3.15.4. Diámetro de tallo (mm).....	46
3.15.5. Longitud de panoja (cm).....	46
3.15.6. Diámetro de panoja (mm).....	46
3.15.7. Peso de 1000 granos (g).....	47
3.15.8. Diámetro de grano (mm).....	47
3.15.9. Rendimiento por planta (g).....	47
3.15.10. Rendimiento (Kg/ha).....	47
3.15.11. Índice de cosecha (%).....	47
3.16. METODOS DE VARIABLES MORFOLOGICAS.....	48
3.16.1. Color de panoja en floración (escala).....	48
3.16.2. Color de panoja en madurez fisiológica (escala).....	48
3.16.3. Forma de panoja (escala).....	48
3.16.4. Densidad de la panoja (escala).....	48
3.16.5. Comportamiento al mildiu (escala).....	48



3.16.6. Daño por aves (escala).....	49
3.17. CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLOGICAS.....	49
3.18. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	50

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACION DE CARACTERES AGRONOMICOS	51
4.1.1. Altura de planta	51
4.1.2. Diámetro de tallo principal	53
4.1.3. Longitud de panoja	56
4.1.4. Diámetro de panoja.....	58
4.1.5. Número de Días hasta el 50% de floración	61
4.1.6. Numero días al 50% de madurez fisiológica	63
4.1.7. Rendimiento de semillas por planta	66
4.1.8. Rendimiento por hectárea.....	68
4.1.9. Peso de 1000 granos	71
4.1.10. Diámetro de grano	73
4.1.11. Índice de cosecha.....	76
4.2. EVALUACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS.....	78
4.2.1. Color de panoja en floración	78
4.2.2. Color de panoja en madurez fisiológica	79
4.2.3. Forma de la panoja	80
4.2.4. Densidad de panoja.....	80
4.2.5. Comportamiento al mildiu.....	81
4.2.6. Daño por aves	81
4.3. CONTENIDO DE GRASA Y PROTEÍNA.....	83



V. CONCLUSIONES.....	86
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	97

Área : Ciencias agrícolas

Tema : Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 12 de julio del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del estudio en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani. (2021-2022).	36
Figura 2. Temperaturas máximas, medias y mínimas, según el SENAMHI de la estación Rincón de la Cruz de Acora, 2021 – 2022.....	39
Figura 3. Precipitación pluvial durante la campaña agrícola 2021 – 2022.	40
Figura 4. Humedad relativa durante la campaña agrícola 2021 – 2022.	40
Figura 5. Comportamiento de altura de planta en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	52
Figura 6. Comportamiento del diámetro de tallo en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	54
Figura 7. Comportamiento de longitud de panoja en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	57
Figura 8. Comportamiento de diámetro de panoja en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	59
Figura 9. Comportamiento de días hasta el 50% de floración en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	62
Figura 10. Comportamiento de días hasta el 50% de madurez fisiológica en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	64
Figura 11. Comportamiento de rendimiento por planta en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	67



Figura 12. Comportamiento de rendimiento por hectárea en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	70
Figura 13. Comportamiento de peso de 1000 granos en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	72
Figura 14. Comportamiento de diámetro de grano en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	74
Figura 15. Comportamiento del índice de cosecha en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	77



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de caracterización del suelo, 2021 – 2022.....	37
Tabla 2. Datos meteorológicos, según el SENAMHI de la estación Rincón de la Cruz de Acora, 2021 – 2022.....	38
Tabla 3. Magnitudes del área de estudio, 2021 – 2022.....	42
Tabla 4. Variables independientes y dependientes (campana agrícola 2021 – 2022). ..	49
Tabla 5. Análisis de Varianza (ANOVA) para la altura de planta de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	51
Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	52
Tabla 7. Análisis de Varianza (ANOVA) para diámetro de tallo principal de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	54
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo (mm) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	55
Tabla 9. Análisis de Varianza (ANOVA) para longitud de panoja de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	56
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para longitud de panoja (cm) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	57
Tabla 11. Análisis de Varianza (ANOVA) para diámetro de panoja de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	59
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de panoja (mm) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	60



Tabla 13. Análisis de Varianza (ANOVA) para número de días hasta el 50% de floración de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	61
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para número de días hasta el 50% de floración (días) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	62
Tabla 15. Análisis de Varianza (ANOVA) para número de días hasta el 50% de madurez fisiológica de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	64
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para número de días hasta el 50% de madurez fisiológica (días) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	65
Tabla 17. Análisis de Varianza (ANOVA) para rendimiento de semillas por planta de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	66
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de semillas por planta (g) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	67
Tabla 19. Análisis de Varianza (ANOVA) para rendimiento por hectárea de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	69
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por hectárea (kg/ha) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	70
Tabla 21. Análisis de Varianza (ANOVA) para peso de 1000 granos de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	71



Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para peso de 1000 granos (g) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	72
Tabla 23. Análisis de Varianza (ANOVA) para diámetro de grano de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	74
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de grano (mm) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	75
Tabla 25. Análisis de Varianza (ANOVA) para índice de cosecha de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	76
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para índice de cosecha (%) y medias de cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.	77
Tabla 27. Caracterización de variables morfológicas, color de panoja en floración (A), color de panoja en madurez fisiológica (B), forma de panoja (C), densidad de panoja (D), comportamiento al mildiu (E) y daño por aves (F), con respecto a las cruzas dobles (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	83
Tabla 28. Contenido de grasa y proteína en cruzas dobles de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), 2021 – 2022.....	84



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

(SALxCOL)x(SALxPAN)	: Salcedo INIA x Negra Collana x Salcedo INIA x Pandela Rosada.
(HUAxKCA)x(SALxHUA)	: Huariponcho x Kcancolla x Salcedo INIA x Huariponcho.
(COLxKCA)x(SALxCOL)	: Negra Collana x Kcancolla x Salcedo INIA x Negra Collana.
(HUAxKCA)x(PASxKCA)	: Huariponcho x Kcancolla x Pasankalla x kcancolla.
(SALxHUA)x(PASxKCA)	: Salcedo INIA x Huariponcho x Pasankalla x Kcancolla.
DBCA	: Diseño de Bloques Completamente al Azar.
ANOVA	: Análisis de varianza.
$SIG \leq 0.05$: Significancia alfa 0.05
CV	: Coeficiente de varianza.
*	: Significativo
**	: Altamente Significativo
n.s.	: No Significativo
%	: Porcentaje.
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú



RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la actualidad es un grano andino que viene siendo difundido su cultivo en todo el mundo, por sus múltiples beneficios en la alimentación, sin embargo su producción está condicionada por falta de cultivares, hecho que pone en peligro la seguridad alimentaria, por estas consideraciones, se realizó el presente trabajo de investigación en el Centro Experimental de Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, durante la campaña agrícola 2021 – 2022, con el objetivo de caracterizar agro morfológicamente, contenido de proteína y grasa de las progenies procedentes de cruzas dobles distantes y cercanas genéticamente de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), mediante la metodología propuesta por Bioversity International (2013). El trabajo de investigación fue conducido bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con 9 tratamientos (9 cruzas dobles) y 4 repeticiones, se evaluaron características agromorfológicas, contenido de proteína y grasa. Los resultados fueron: a) De la Caracterización agronómica, la craza doble con mayor rendimiento (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 8742.25 kg/ha. b) De la Caracterización morfológica, con respecto a la densidad de panoja la mayoría de las cruzas dobles presentaron panojas intermedias, mientras que las cruzas dobles (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 presentaron densidad laxa, sin embargo, la craza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 presento una densidad de panoja compacta. c) Contenido de proteína y grasa, con respecto al contenido de proteína la craza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 con 12.79%, obtuvo alto contenido de proteína, con respecto al contenido de grasa la craza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 4.90% obtuvo alto contenido de grasa.

Palabras Clave: Agromorfológica, cruzas dobles, líneas, quinua, rendimiento.



ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is currently an Andean grain that has been widely cultivated throughout the world, due to its multiple benefits in food, however its production is conditioned by the lack of cultivars, a fact that endangers food security, due to these considerations, the present research work was carried out at the Camacani Experimental Center of the National University of the Altiplano - Puno, during the 2021 - 2022 agricultural campaign, with the objective of characterizing agro morphologically, protein content and fat from progenies from genetically distant and close double crosses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), using the methodology proposed by Bioversity International (2013). The research work was conducted under a Completely Random Block Design, with 9 treatments (9 double crosses) and 4 repetitions, agromorphological characteristics, protein and fat content were evaluated. The results were: a) From the agronomic characterization, the double cross with the highest yield (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 with 8742.25 kg/ha. b) From the morphological characterization, with respect to panicle density, most of the double crosses presented intermediate panicles, while the double crosses (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 and (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 presented loose density, however, the double cross (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 presented a compact panicle density. c) Protein and fat content, with respect to the protein content the double cross (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 with 12.79%, obtained a high protein content, with respect to the fat content the double cross (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 with 4.90% obtained high fat content.

Keywords: Agromorphological, double crosses, lines, quinoa, yield.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo originario de los Andes, de gran importancia a nivel mundial por su alto contenido proteico y balance ideal de aminoácidos esenciales, y es calificado como el mejor para la salud nutricional del ser humano (Mujica *et al.*, 2013). Durante la última década, la producción de quinua en el país de Perú se ha aumentado, pasando de prácticas tradicionales a un sistema tecnológico de producción basado en las necesidades del mercado, lo que ha generado cambios económicos, sociales y principalmente ambientales (Pinedo *et al.*, 2020).

La producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cobra cada vez más importancia en diferentes partes del mundo ya que busca posicionar el cultivo como una alternativa para la seguridad alimentaria. Por otra parte, la planta de quinua produce metabolitos como taninos y saponinas, químicos que actúan como barreras protectoras contra factores bióticos y abióticos (García *et al.*, 2018).

Esta es la razón del estudio actual, de caracterizar agro morfológica, proteína y grasa de progenies procedentes de cruzas dobles distantes y cercanas genéticamente de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el CIP Camacani, con el fin de seleccionar los mejores genotipos, para que podamos proporcionar materiales promisorios que puedan ser utilizados como nueva variedad de liberación, con mejores características agro morfológicas, proteína y grasa.

Sin embargo, entendiendo la necesidad de identificar muestras de semillas o ideotipos de quinua actualmente, por su gran importancia alimentaria y económica para los agricultores en las regiones más vulnerables llevó a realizar este estudio para aumentar



rendimientos y los ingresos, para proporcionar nuevas variedades de quinua a los mercados nacionales y globales.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar agro morfológicamente, proteína y grasa de las progenies procedentes de cruzas dobles distantes y cercanas genéticamente de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar agronómicamente progenies sobresalientes de cruzas dobles, distantes y cercanas genéticamente.
- Caracterizar morfológicamente progenies sobresalientes de cruzas dobles, distantes y cercanas genéticamente.
- Determinar el contenido de proteínas y grasas de las progenies sobresalientes de cruzas dobles, distantes y cercanas genéticamente.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Cultivo de quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta dicotiledónea de la familia Amaranthaceae, herbácea, anual o bienal, su forma, color y fenología dependen de la zona agroecológica donde se cultive, debido a que posee alta plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones del suelo, sequía, heladas como también en la salinidad (Veloza *et al.*, 2016). Además, es una planta del género *Chenopodium* originaria de América del Sur, distribuida en los países del antiguo Imperio inca, en especial ubicados en los andes, desde el sur de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Chile; por otra parte su adecuada adaptación a diferentes condiciones edáficas y climáticas, posibilito ampliar sus zonas de cultivo de quinua en geografías diferentes, de tal manera promoviendo la diversificación de la explotación de sus propiedades nutricionales como también farmacológicas (Ahumada *et al.*, 2016).

Considerado un cereal con buenas propiedades nutricionales, destaca su alto contenido proteico, aminoácidos, elementos traza y vitaminas (Morillo *et al.*, 2017). La quinua ha despertado interés por su alto potencial agrícola y nutricional, y su cultivo se ha incrementado en los últimos años, convirtiéndola en una alternativa diversa en la región andina (Mestanza *et al.*, 2019).

Actualmente, es considerado un producto “estrella” en el mundo por sus propiedades nutricionales y medicinales. Se presenta en diferentes variedades, es el único entre los cereales que posee todos los aminoácidos, por otro lado, considerado el único



que puede sustituir a las proteínas animales en los alimentos de origen vegetal (Hernández, 2015).

2.1.2. Domesticación

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino domesticado hace miles de años por las antiguas culturas de la Región Andina de Sud América, además existen evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones prehispánicas hasta la época de la conquista, por otra parte, la quinua por muchos siglos fue alimento de auto subsistencia humana y animal, sin embargo el cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinua, dando lugar al incremento de su producción, su valor nutritivo radica en el balance ideal de los aminoácidos de su proteína que lo convierten en un componente ideal en las dietas (Gomes & Aguilar, 2016). Por otra parte, (Ccoyllar *et al.*, 2021), manifiestan que se domesticó en los Andes del Perú y Bolivia, además que se ha logrado producirse en cualquier tipo de suelo, caracterizándose por su alta cantidad de nutrientes y porque es una especie que llega a combatir los estreses abióticos como la sequía, la salinidad, entre otros. Por ejemplo, ante la sequía y altas temperaturas, este cultivo llega a ser muy tolerante pues ha demostrado que utiliza menores cantidades de agua y se adapta a las fluctuaciones del clima durante la producción de biomasa, lo que la convierte en una gran alternativa para regiones áridas y semiáridas.

Sin embargo, según (Bazile & Baudron, 2014), manifiestan que fue domesticada por primera vez hace más de 5000 años en los países andinos, además la conquista española consideraban como una "comida india", por otra parte su potencial fue redescubierto durante el siglo XX y desde entonces, el número de países cultivándola pasó de 6 a 13, mientras que otros 23 países se encuentran en fase de experimentación



activa para iniciar próximamente una producción de campo y 20 países más están programando sembrar la quinua por primera vez en el 2014.

2.1.3. Importancia

La quinua es considerado un alimento incomparable, limpio y con beneficio para la salud humana, así como completo nutricional en la alimentación animal y procesados, estas cualidades han permitido que países como Bolivia, Perú y Ecuador sean indicador en producción y distribución, garantizando alrededor del 80 % del grano producido a nivel interno se convierta en materia prima de consumo de alta calidad, entregados el contenido de proteína, posibilidad de todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, fibra y ausencia de gluten que hacen de la quinua un alimento de gran consideración en países como Estados Unidos, Canadá España, Inglaterra, etc. (García & Plazas, 2018).

La quinua es querida como un cultivo primordial en el altiplano de Perú, hoy en día es muy apreciado por sus propiedades nutricionales, de tal sentido es un cultivo andino de gran valor socioeconómico para los agricultores del altiplano peruano, también con una elevada demanda nacional e internacional. Por otra parte, fue reconocido mundialmente por sus reconocidas propiedades nutritivas, cuyos niveles de proteínas fluctúan entre 13 y 17 % y posee todos los aminoácidos incluidos los esenciales (Loza *et al.*, 2016).

2.1.4. Descripción botánica de la quinua

Una planta herbácea anual, dicotiledónea con caracteres propios en su morfología. Muestra un enorme cambio y plasticidad para adecuarse a diferentes zonas agroecológicas, se cultiva hasta 4 000 msnm, es muy tolerante a factores climáticos adversos como sequía, heladas, salinidad de suelos y entre otros. Existe variación en su periodo vegetativo desde 90 hasta 240 días, con precipitaciones desde 200 a 280 ml



anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5, hasta alcalinos con pH de 9,0. Asimismo prospera en suelos arenosos hasta los arcillosos (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.1. Planta

Una planta erguida, de variables alturas desde 0.60 hasta 3.00 m, según el tipo de quinua, genotipo, fertilidad del suelo y condiciones ambientales (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.2. Raíz

Raíz fibrosa, vigorosa, pivotante, ramificada y penetrante, suele comprender hasta 1.80 m de profundidad, esto le permite estabilidad y resistencia a sequía (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.3. Tallo

Tallo redondo, angular, con rayas, de color cambiante de verde a rojo y algunos genotipos presentan axila cromática (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.4. Hojas

La quinua presenta hojas compuestas de peciolo y lamina, consideradas alternas, de diferentes longitudes. La hoja presenta diferentes coloraciones, de verde – rojo, con variables tonalidades (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.5. Inflorescencia

La quinua presenta inflorescencia característico por una abscisa céntrica, además con ramificación secundaria, terciaria y glomérulos sujetadas por pedicelos, asimismo presenta formas, como Amarantiforme, intermedias y glomerulada, de longitud alcanzando desde 30 hasta 80 cm y de diámetro alcanzando desde 5 hasta 30 cm (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.6. Flores



La quinua presenta flores diminutas, sésiles, inacabado y carecen de pétalos, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles con tamaño máximo de 3 mm, con polinización cruzada de 10% (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.7. Fruto

La quinua presenta fruto aquenio, con una ensanchadora leve céntrica, compuesta por el perigonio, abarca un grano, color múltiple (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.4.8. Semilla

La quinua tiene una estructura esferoidal elipsoidal, lenticular y cónica, compuesto por episperma, embrión y perisperma, esta última siendo primordial, compuesto por almidón (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.5. Fenología de la Quinua

La planta en su proceso de desarrollo realiza cambios externos visibles, las condiciones edafoclimáticas son el resultado de estos, por lo tanto el seguimiento por parte de los agrónomos y agricultores es una tarea muy primordial (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.1. Emergencia

Acontece a 6 días después de la siembra, en condiciones óptimas de humedad, en la fase de emergencia aún están unidos los cotiledones, estas emergen de la superficie en forma de una cabeza de fosforo, se suele observar cuando uno se pone al nivel de la superficie, en esta fase es propenso a ser abatidos (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.2. Dos hojas verdaderas

Acontece a 15 hasta 20 días después de la siembra, en esta fase se distingue un par de hojas verdaderas, modo romboide, y nervaduras, es muy usual la presencia de insectos cortadores de plantas en esta fase, por ejemplo *Agrotis ypsilom* “gusano cortador negro”, *Feltia experta* “gusanos de tierra” (Mujica *et al.*, 2013).



2.1.5.3. Cuatro hojas verdaderas

Acontece a 25 hasta 30 días después de la siembra, se visualiza dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas, así como también las hojas cotiledonales de coloración verde, además localizándose en botón foliar las posteriores hojas del ápice de la plántula y comienzo de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; por otro lado en esta etapa tiene excelente resistencia a la sequía y frío la planta, por el motivo que están extendidos fuertemente sus raíces, además tiene la capacidad de realizar movimientos nictinásticos nocturnos cuando se tiene la presencia de frío, por otro lado la escasez de lluvias ocasiona la presencia de animales devoradores de hojas, *Epitrix subcrinita* (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.4. Seis hojas verdaderas

Acontece a 35 hasta 45 días después de la siembra, se visualiza tres pares de hojas verdaderas extendidas, así como también las hojas cotiledonales de coloración amarillento y flácidas, las hojas axilares se visualizan, desde el estado de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones del ápice a la base de la plántula, además se observa que las hojas más adultas protegen al ápice vegetativo, en ocasiones donde se ve la presencia de bajas temperaturas y sequía (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.5. Ramificación

Acontece a 45 hasta 50 días después de la siembra, se visualiza ocho hojas verdaderas extendidas como también hasta el tercer nudo se ve la presencia de hojas axilares, en esta etapa las hojas cotiledonales tienden a caerse, además se ve la presencia de inflorescencia que son protegido por las hojas cubriéndolas, por otro lado en la fase de ramificación son muy propensas a bajas temperaturas, en esta etapa se lleva a cabo la fertilización y aporte (Mujica *et al.*, 2013).



2.1.5.6. Inicio de panojamiento

Acontece a 55 hasta 60 días después de la siembra, la inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, visualizándose en sus contornos aglomeraciones de hojas pequeñas con muchos cristales de oxalato de calcio, estas actúan como protectoras (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.7. Panojamiento

Acontece a 65 hasta 70 días después de la siembra, la inflorescencia resalta con notoriedad por encima de las hojas superiores, mostrándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.8. Inicio de Floración

Acontece a 75 hasta 80 días después de la siembra, en la fase de inicio de floración se encuentran abiertos las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia, de igual manera los estambres mostrándose separados con una coloración amarillento, cabe mencionar que, es demasiado delicado a bajas temperaturas y sequía, por ultimo las hojas inferiores tienden a volverse amarillentas y defoliarse (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.9. Floración

Acontece a 90 hasta 100 días después de la siembra, se visualiza el 50% de las flores se encuentran abiertas de la inflorescencia, cabe mencionar que, es demasiado delicado a bajas temperaturas, hasta -2 °C.(Mujica *et al.*, 2013).



2.1.5.10. Grano acuoso

Acontece a 95 hasta 100 días después de la siembra, al presionar con las uñas de los dedos se ve la presencia de una consistencia acuosa de una coloración transparente, la creación del fruto comienza en esta etapa (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.11. Grano lechoso

Acontece a 100 hasta 130 días después de la siembra, al presionar con las uñas de los dedos se ve la presencia de un líquido lechoso, es perjudicial el déficit hídrico en dicha fase ya que afecta en su desarrollo y producción (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.12. Grano Pastoso

Acontece a 130 hasta 160 días después de la siembra, al presionar con uñas de los dedos se ve una solidez pastosa, coloración blanco, por otra parte en dicha fase *Eurissacca quinoae* “polilla de la quinua” causa daños de gran importancia, además el déficit de humedad perjudica de gran manera al rendimiento (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.13. Madurez fisiológica

Acontece a 160 hasta 180 días después de la siembra, al presionar el grano con las uñas de los dedos se ve que presenta firmeza a la penetración por lo cual la planta completa su madurez, la humedad se diferencia desde 14 hasta 16% en dicha fase; además en dicha fase se completa el llenado de grano (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5.14. Madurez de cosecha

Acontece a 180 hasta 190 días después de la siembra, al terminar se efectúa el corte y emparva (Mujica *et al.*, 2013).



2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.1.6.1. Suelo

La quinua exige de suelos francos o franco arenosos, semi profundos, con buen drenaje y con alto contenido de materia orgánica, motivo por la cual la incorporación de esta mejora la estructura edáfica. En caso de los suelos arenosos, la incorporación de materia orgánica permite un buen anclaje de la planta. En caso de los suelos arcillosos evita que el agua se encharque, permitiendo la disminución de los daños por humedad excesiva. La materia orgánica incluso ayuda como fuente de nitrógeno e incrementa las defensas naturales de la planta ante los daños de plagas y enfermedades (Gaibor, 2008)

2.1.6.2. pH

El cultivo de quinua puede progresar en suelos alcalinos hasta 9 de pH, como también en suelos ácidos de hasta 4.5 de pH, claramente va a depender del genotipo. Por otro lado el pH perfecto varía desde 6.5 hasta 8.0; estudios realizados indican la neutralidad; sin embargo, recomienda genotipos según su comportamiento de cada pH (Gaibor, 2008).

2.1.6.3. Clima

El cultivo de quinua se adapta a diferentes zonas agroecológicas, a condiciones desérticas y calurosos de la costa, a condiciones de frío y seco del altiplano, claramente dependiendo del genotipo. Igualmente, desde los valles interandinos templados y lluviosos y hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa, así como a la puna y a las zonas de grandes altitudes (Gaibor, 2008).

2.1.6.4. Agua

Anualmente el cultivo de quinua puede prosperar desde 250 hasta 500 mm promedio, si se utiliza riego debe ser abastecido de manera periódica y ligera. Con



relación a la humedad relativa, el cultivo de la quinua crece sin problemas desde el 40% en el altiplano hasta el 100% de humedad relativa en la costa, sin embargo la elevada humedad relativa facilita que prosperen con mayor rapidez las enfermedades por esta razón recomienda sembrar variedades resistentes (Gaibor, 2008).

2.1.6.5. Temperatura

El cultivo de quinua prospera con una temperatura promedio de 15 - 20°C, por otro lado, se ha contemplado que el cultivo se desarrolla de manera perfecta a temperaturas medias de 10°C, de igual forma a temperaturas medias y altas de hasta 25°C, sin embargo, se ha visto que la planta tiene mecanismos de tolerancia a bajas temperaturas hasta - 8°C, esto en algunas etapas fenológicas, viniendo ser la fase de ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano. En caso de las temperaturas extremas altas, se ha visto que temperaturas por encima de los 38°C produce aborto de flores y muerte de estigmas y estambres, denegando la formación de polen y por ende impidiendo la formación de grano (Gaibor, 2008).

2.1.6.6. Radiación

El cultivo de quinua aguanta radiaciones extremas de las zonas altas del altiplano, no obstante, estas radiaciones elevadas permiten resarcir las horas calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. Además una radiación global (RG) eminente beneficia una fotosíntesis intensa y una producción vegetal significativa, como también una radiación neta (RN) menor incita pocas cantidades en agua para los cultivos (Gaibor, 2008).

2.1.6.7. Fotoperiodo

La quinua tiene una gran plasticidad y extensa variabilidad genética, no obstante, hay genotipos de días cortos y de días largo, como también indeterminado al fotoperiodo,



adaptándose con facilidad a la luminosidad, en los Andes de Sudamérica este cultivo crece de manera adecuada con solo 12 horas diarias, sin embargo, en el hemisferio norte y zonas australes con 14 horas diarias crecen en forma adecuada, como el caso de Europa. En la latitud sur a 15°, donde se tiene la mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12.19, con un acumulado de 146.3 horas anual (Gaibor, 2008).

2.1.6.8. Altitud

Se desarrolla y aclimata hasta cerca de los 4,000 msnm, en caso de ser sembradas al nivel del mar es corto su periodo vegetativo, a diferencia de la zona andina, mostrándose que al producir al nivel de mal es mayor su potencial productivo obteniendo hasta 6,000 kg/ha, claramente con una buena fertilización y con riego (Gaibor, 2008).

2.1.7. Valor nutricional

Reconocida por su mayor contenido proteico, razón por la cual el año 2013 se lo denominó “Año Internacional de la Quinua” (Nina Flores, 2016). Desde el punto de vista nutricional y alimentario, la quinua es una fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutritivo, por la mayor proporción de aminoácidos esenciales, que le confieren un alto valor biológico superior al trigo, arroz y maíz, y comparable solo con la leche, la carne y el huevo. Como fuente de proteína vegetal, la quinua ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir y combinada con otros alimentos forma una dieta completa y balanceada que pueden sustituir alimentos de origen animal (Rojas *et al.*, 2014).

La importancia alimenticia de la quinua radica en su elevado valor nutritivo, su contenido de proteína bruta está entre 14% y 18%, contiene más proteína que los huevos con 11.3% y la leche con 3.3% solamente es superada con la soya con 33% y la carne con



21%. La quinua junto con el amaranto y la cañahua, contienen aminoácidos esenciales para el organismo humano (Tola, 2020).

2.1.8. Variedades de quinua

2.1.8.1. Huariponcho

Dicha variedad se adapta a múltiples condiciones edafoclimáticas, contiene un alto porcentaje proteica aproximadamente 13.95% (Velasco *et al.*, 2019). Sin embargo, (Reinoso & Paredes, 1998), mencionan que tienen la capacidad a resistir a fenómenos climáticos adversos, descubierto en Taraco, con elevada cantidad de saponina.

2.1.8.2. Salcedo-INIA

Liberada el año 1995 en la región Puno por EEA Illpa Puno (INIA), empleado a través de la cruce de las variedades Real Boliviana x Sajama en Puno por el método masal genealógico en la EEA Illpa Puno, en 1983. Se adapta en el Altiplano en alturas de 3800 hasta 3950 msnm, precipitación pluvial de 400 hasta 560 mm, clima semi seco frio, temperaturas de 6°C hasta 17°C, en suelos franco y franco arenosos con pH de 5.5 hasta 7.8; además en valles interandinos y costa de 640 hasta 1314 msnm, temperatura máxima de 24 hasta 25°C en suelos arenosos (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.8.3. Pasankalla

Liberada el año 2006 en la región Puno por EEA Illpa Puno (INIA), la metodológica utilizada fue selección panoja surco, descubierto en Caritamaya en 1978. Se adapta en el altiplano en alturas de 3800 hasta 3900 msnm, clima frio seco, precipitación pluvial de 400 hasta 550 mm, temperaturas de 4°C hasta 15°C, en suelos franco y franco arenoso con pH de 5.5 hasta 8.0; además en valles interandinos de 2750 hasta 3750 msnm y costa de 640 hasta 1314 msnm, temperatura máxima de 24°C hasta 25°C en suelos franco arenoso (Apaza *et al.*, 2013).



2.1.8.4. Pandela Rosada

Procedente de Bolivia, periodo vegetativo de 140 días, por esta razón se le conoce como precoz, presenta granos grandes y sabor amargo. Sin embargo es muy susceptible al mildiu, no es tolerante a sequía, sin embargo, un potencial de producción de 2500 kg/ha (Mujica *et al.*, 2000).

2.1.8.5. Kcancolla

Liberada el año 1975 en la región Puno, la metodología utilizada fue selección masal, según el material genético colectado en 1960, distrito de Cabanillas, provincia de Lampa, región Puno. Se adapta en el altiplano en altura de 3800 hasta 3900 msnm, en suelos franco y franco arenoso, con pH de suelo desde 5.5 hasta 8.0 (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.8.6. Negra Collana

Liberada el año 2008 en la región Puno por EEA Illpa Puno (INIA), la metodología utilizada fue compuesto de 13 accesiones, conocidos comúnmente “Qyutu jiwras”, descubierto en Caritamaya en 1978. Se adapta en el altiplano en alturas de 3800 hasta 3900 msnm, suelos franco y franco arenoso, con pH de suelo desde 5.5 hasta 8.0 (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.9. Caracterización agromorfológica

2.1.9.1. Caracterización morfológica

Es una actividad que consiste en describir las propiedades cualitativas y cuantitativas de las accesiones, de tal forma distinguir las diferencias, caracterizar sus utilidades, distinguir copias en la colección, permutar datos y aumentar su utilización. Además la información sobre estos caracteres, junto con los datos de pasaporte constituye la información esencial para cada una de las accesiones, así generando la creación de bases de datos (Rojas *et al.*, 2014).



Sin embargo, (Fernández, 2022), menciona que la caracterización morfológica es una metodología que permitirá medir y entender la variación genética del genoma de una población en estudio, a través de sus expresiones fenotípicas, diferenciándolas en referencia a la taxonomía y escogiendo las descripciones morfológicas adecuadas, de esta forma, se puede caracterizar correctamente, luego evaluar y recopilar información sobre el grupo de cultivos a caracterizar.

2.1.9.2. Caracterización agronómica

La caracterización agronómica es primordial para programas de mejoramiento genético y de igual manera para los bancos de germoplasma, contraste y en estudios de comportamiento de variedades, entre otros. Debido a que revelan la variación genética en rasgos económicamente importantes, deben realizarse a gran escala y estar bien documentados, Estos rasgos están siempre en interacciones genotípicas con el medio ambiente (Joshi *et al.*, 2021).

2.1.10. El mejoramiento genético de la quinua

La mejora genética de plantas se empieza junto con la agricultura. Básicamente, los agricultores eligen año tras año las mejores semillas que rinden frutos, de un proceso de prueba y error que produjo frutos a través de la historia. Actualmente, la base alimentaria del mundo se sostiene por plantas cultivadas que proporcionan la mayor parte de la energía y las proteínas que necesita el ser humano. Además, las mejoras tienen como objetivo, obtener un aumento de rentabilidad; y tolerancia a estreses abióticos (por ejemplo, la sequía) y bióticos (como las enfermedades), con una disminución en la utilización de insumos. En otras palabras, ser eficiente el sistema productivo, siempre adaptado al cambio climático (Mellado, 2014).



El entendimiento sobre el mejoramiento genético de la quinua ha seguido aumentando en estos últimos diez años. Varias organizaciones en el mundo han desarrollado programas para su investigación. Por ejemplo, algunos experimentos describieron características morfológicas y producción para comprender, con el propósito de conocer la adaptación de diferentes variedades y ecotipos de quinua en zonas fuera de la región andina de Sudamérica (Norteamérica, Europa, norte de África y Asia). Otras investigaciones se centran en comprender el entendimiento del genoma de la quinua, lo que significa estudiar las numerosas secuencias de ADN que posee la especie. En la Universidad Brigham Young de Estados Unidos, unos equipos de investigadores han desarrollado programas para crear herramientas moleculares para la investigación de la quinua, dentro de éstos destacan los marcadores moleculares, secuencia de genes, mapas genéticos y otras herramientas definitivas para la investigación de la quinua. Algunos de los métodos utilizados en el mejoramiento de la quinua incluyen la selección masal, selección individual, método de pedigrí, cruzamiento y retro cruza. No obstante, uno de los métodos más utilizado combina el cruzamiento intra y/o intervarietal con selección masal de poblaciones segregantes (Fuentes, 2008).

2.2. ANTECEDENTES

Aguirre (2015), en su estudio se caracterizó el porcentaje de proteína, reporta que la crusa doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) presento 14,36%, obteniendo esta crusa mayor contenido de proteína a diferencia de otras que presentaron menores, como son las cruza (PAS x KCA)x(SAL x PAN) que presento 13% y (SALxPAN) x (SALxPAS) que presento un bajo contenido de proteína de 11,16 %.

Mayta (2021), en su estudio se caracterizó el rendimiento por planta, donde los mayores promedios de rendimiento se presentaron en Salcedo INIA, Pasankalla, Huariponcho, (SALxCOL)x(SALxPAN), (COLxKCA)x(SALxCOL),



(HUAxKCA)x(PASxKCA) y Pandela rosada con 22.30, 19.00, 12.30, 10.48, 10.22, 9.36 y 9.20 g, respectivamente. En su totalidad estas configuran un conjunto de medias similares, a diferencia de los genotipos que cuentan con menores promedios de rendimiento, los cuales fueron Kcancolla, Negra collana, (COLxKCA)x(SALxPAN), (HUAxKCA)x(SALxHUA) y (SALxHUA)x(PASxKCA) con 7.00, 6.20, 5.19, 4.73 y 3.38 g, respectivamente.

Marca (2022), en su trabajo se caracterizó agronómica, morfológica y rendimiento de grano de 18 líneas procedentes de cruza dobles genéticamente cercanas y distantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), según la metodología propuesta por Bioersivity International (2013). En características agronómicas, precocidad destacó la línea (SALxHUA)x(PASxKCA) 99 con 142 días ; longitud y diámetro de panoja sobresalieron las líneas (SALxHUA)x(PASxKCA) 99 con 54.80cm y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 con 72.17mm; altura de planta la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) 2 con 125.3cm, aunque fue superado por el testigo ATP con 1389 cm; y en diámetro del tallo la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) registró 14.50 mm siendo superado por el genitor PAN 17.5 mm; Las líneas con mayor rendimiento de grano por hectárea son (SALxHUA)x(PASxKCA) 99 con 6583.67 kg/ha y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 5344.33 kg/ha; en índice de cosecha, línea (HUAxKCA)x(SALxHUA) 123 alcanzó 47%, seguido de la cruza (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 con 46%. ambos con alto potencial de rendimiento de grano.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

3.1.1. Ámbito de estudio

El estudio se llevó a cabo en la campaña agrícola “2021 – 2022”, en el Centro de Investigación y Producción Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

3.1.2. Localización del proyecto

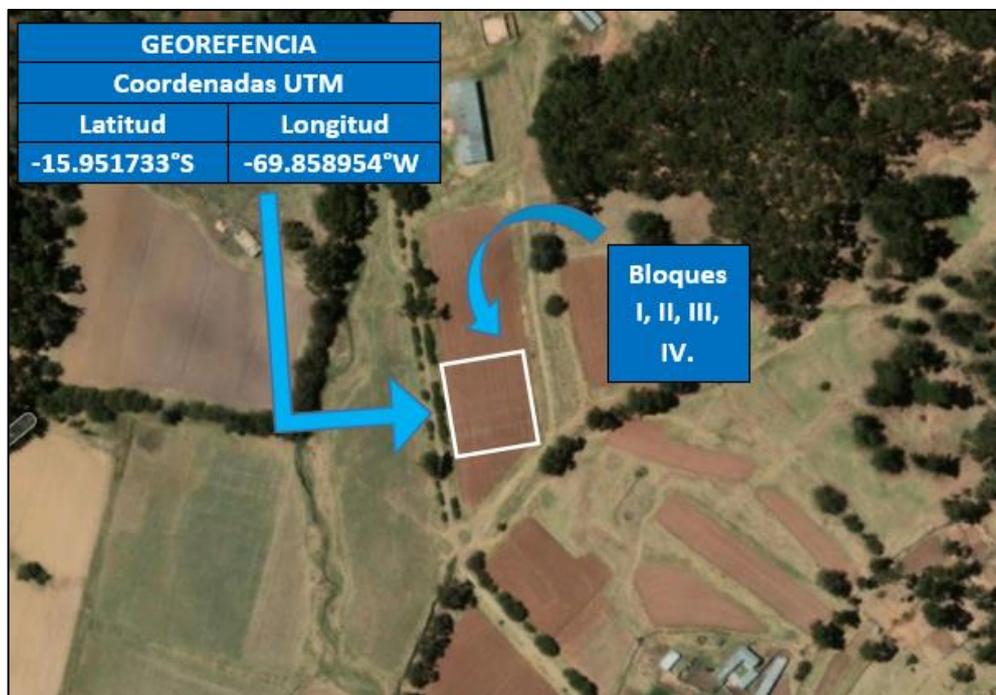


Figura 1. Ubicación del estudio en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani. (2021-2022).

El experimento se instaló en el área de terreno perteneciente al Centro de Investigación y Producción (CIP.) Camacani, geográficamente localizado a una latitud sur de 15° 56' 57,85", longitud oeste de 69° 50' 13.5", a 3850 msnm, se observa en la Figura 1.



3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En la campaña agrícola 2020 – 2021 se realizó la siembra de avena, posterior a ello, se ejecutó la siembra de quinua, perteneciente al estudio actual.

3.3. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se ejecutó en la campaña 2021 – 2022, a partir del 21 de octubre del 2021 hasta el 30 de abril del 2022.

3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Registra un suelo de textura franco limoso, medianamente alcalino, no salino, bajo contenido de nitrógeno y materia orgánica, no obstante, concentración conveniente de fósforo y potasio. El análisis de suelo fue ejecutado en las instalaciones de INIA – Puno.

Tabla 1. Análisis de caracterización del suelo, 2021 – 2022.

COMPONENTE	CANTIDAD
Arena (%)	31.76
Limo (%)	58.56
Arcilla (%)	9.68
M.O. (%)	1.64
P(fósforo)ppm	8.31
K(potasio)ppm	78.19
pH	8.106
C.E. mmhos/cm	9.82
Clase textural	Fra. Lim
Ca ⁺² meq/100g	20.00
Mg ⁺² meq/100g	5.00

K ⁺ meq/100g	0.00
Na ⁺ meq/100g	0.17

Fuente: INIA – Puno.

3.5. CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA

Con referente al análisis de contenido de proteína y grasa, para el análisis de contenido de proteína se utilizó el método de Microkjeldahl 984.13 (AOAC, 2005) y para el análisis de contenido de grasa se ejerció por el método Sohlet éter dietílico, fueron analizadas 9 cruzas dobles. Como se observar en la Tabla 28.

3.6. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Se tomaron las características meteorológicas a partir de octubre del 2021 hasta mayo del 2022, se tomaron los datos de precipitación, temperatura y humedad relativa, de la Estación Rincón Cruz de Acora, Puno – Perú.

Tabla 2. Datos meteorológicos, según el SENAMHI de la estación Rincón de la Cruz de Acora, 2021 – 2022.

Año	Mes	Temperatura °C			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
		Máxima	Media	Mínima		
2021	Octubre	17.7	10.35	3.0	77	71.1
2021	Noviembre	17.5	10.9	4.3	77	41.5
2021	Diciembre	15.4	10.05	4.7	87	184.5
2022	Enero	15.3	9.95	4.6	89	181.0
2022	Febrero	15.3	9.9	4.5	91	133.3
2022	Marzo	15.3	10.1	4.9	87	96.0
2022	Abril	15.8	8.7	1.6	73	46.5

2022 Mayo 15.0 7.6 0.2 65 0.0

Fuente: SENAMHI (2021 – 2022).

3.6.1. Temperatura

Se puede observar en la Figura 2 que, la temperatura elevada se registró en el mes de octubre del 2021 con 17.7°C, por otro lado, las temperaturas mínimas se registraron en los meses de abril y mayo del 2022 con valores de 1.6°C y 0.2°C de forma respectiva, en correlación con el desarrollo de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).

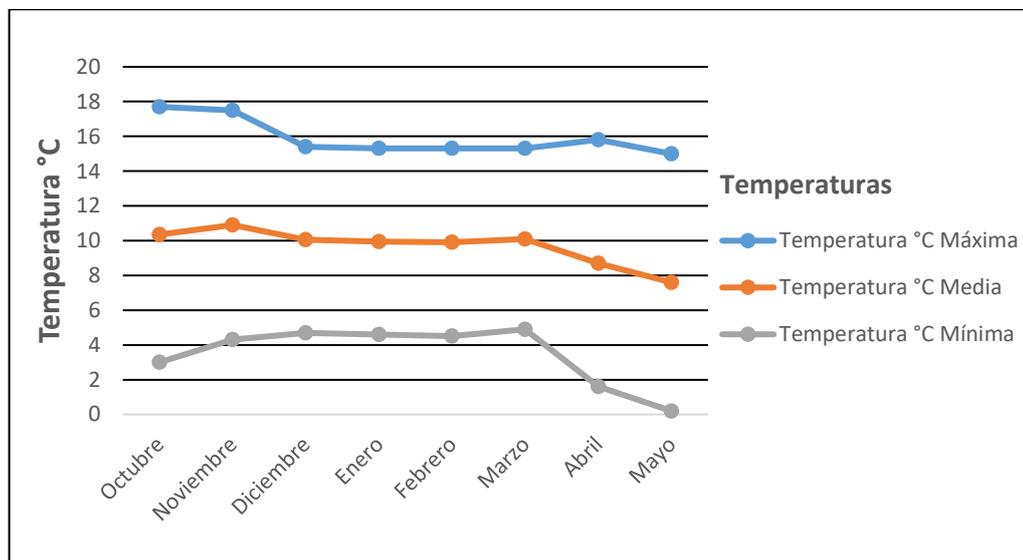


Figura 2. Temperaturas máximas, medias y mínimas, según el SENAMHI de la estación Rincón de la Cruz de Acora, 2021 – 2022.

3.6.2. Precipitación pluvial

En los meses de diciembre y enero se observaron elevadas precipitaciones pluviales con 184.5 mm y 180.0 mm, por otra parte, en los meses de abril y mayo las precipitaciones pluviales redujeron con 46.5 a 0.0 mm, tal como se detalla en la Tabla 2 y Figura 3.

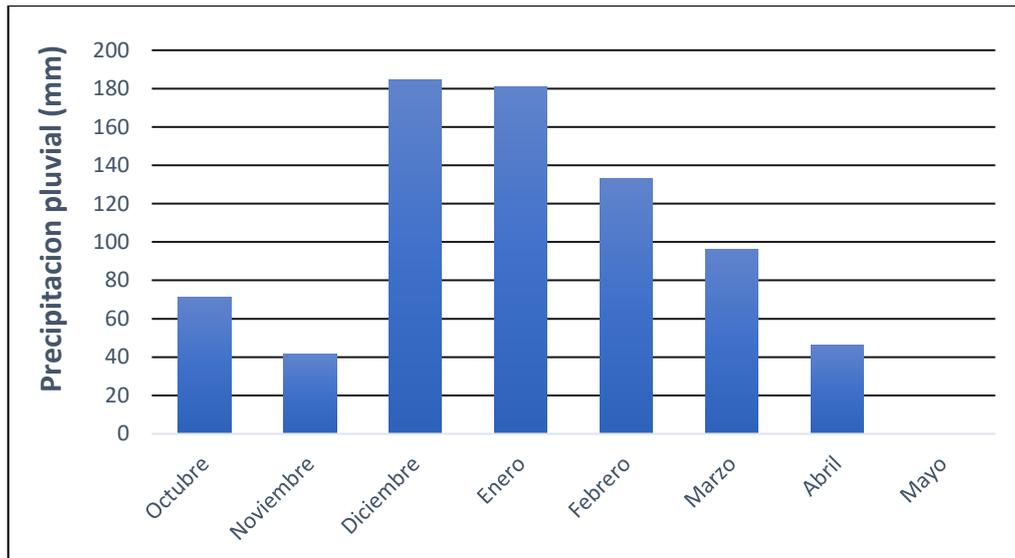


Figura 3. Precipitación pluvial durante la campaña agrícola 2021 – 2022.

3.6.3. Humedad relativa

Se registro de forma escalonada en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero con 77, 77, 87, 89 y 91%, por otro lado, en los meses de marzo, abril y mayo, bajo la humedad relativa de manera descendente con 87,73 y 65%, en correlación con el desarrollo del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).

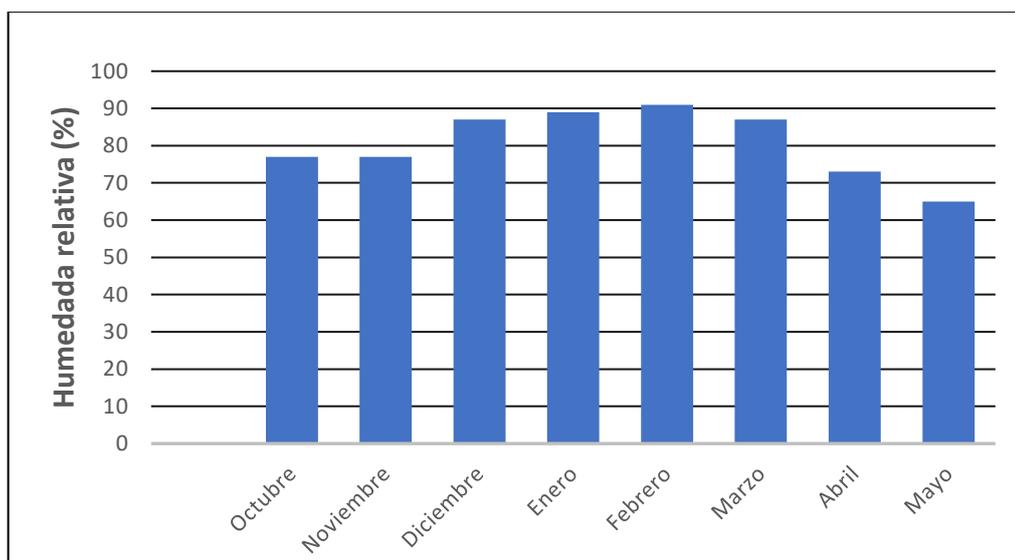


Figura 4. Humedad relativa durante la campaña agrícola 2021 – 2022.



3.7. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.7.1. Material genético

Se emplearon material genético de progenies mejoradas (SALxCOL)x(SALxPAN) 75, (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58, (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139, procedentes del Programa de Investigación de Mejoramiento Genético de Quinoa de la UNA Puno, así como sus genitores: Huariponcho (HUA), Salcedo-INIA (SAL), Pasancalla (PAS), Pandela (PAN), Kcancolla (KCA), Negra Collana (COL).

3.8. MATERIALES DE CAMPO

a) Insumos:

- Fosfato di amónico, urea.

b) Herramientas de campo:

- Yeso
- Pala
- Tijeras de podar
- Pico
- Rastrillo
- Rafia
- Hoz
- Libro de campo
- Etiquetas
- Sacos



- Cinta métrica
- Sobres de manila

c) Equipos de campo:

- Romana
- Balanza analítica
- Vernier
- Celular smartphone
- Tractor (3 procesos de preparación del suelo)

d) Otros:

- Laptop
- Tamiz
- Lapicero
- Regla
- Cámara de Celular

3.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Tabla 3. Magnitudes del área de estudio, 2021 – 2022.

MEDIDAS DEL ESTUDIO	
Descripción	Superficie
Repeticiones	4
Longitud de surco	7 m
Ancho de surco	0.75 m
Área neta de parcela	26.25 m ²
Área neta del bloque	278.25 m ²
Área neta del experimento	1113 m ²
Área total del experimento	1172.625 m ²



3.10. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

Se tuvo 36 parcelas, en caso de la muestra se estableció 10 plantas por parcela, se realizó mediante la propuesta de Bioersity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013).

3.11. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El estudio es tipo experimental porque tiene los aspectos metodológicos de esta categoría, porque, efectúa evaluaciones de variables dependientes en relación a las independientes, generando la obtención de cruza dobles con buenas características agro morfológicas, contenido de proteína y grasa.

3.12. DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se realizó mediante el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 9 tratamientos y 4 repeticiones, sumarían un global de 36 unidades experimentales; el modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento de i-esimo tratamiento, en la j-esima repetición.

M = efecto de la media general

T_i = efecto del i-esimo tratamiento

B_j = efecto de la j-esimo bloque o repetición

E_{ij} = efecto aleatorio del error experimental del i-esimo tratamiento, en la j-esima repetición.



3.13. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.13.1. Preparación del suelo

Se realizó días previos a la siembra, inicialmente, se lleva a cabo la roturación de la superficie del área experimental, luego se llevó a cabo la rastra en discos con la finalidad de desterronar y mullir, y finalizando se llevó a cabo el surcado.

3.13.2. Siembra

La siembra en el área experimental se ejecutó el 21 de octubre del 2021. De igual forma, se dispuso sobres pesados de 26 gramos de semillas para cada línea y su repetición, claramente etiquetados los sobres para identificarlas, se efectuó la siembra a chorro continuo. Se ejerció el tapado a dos cm de profundidad, con el fin de evitar inconvenientes en lo posterior.

3.13.3. Fertilización

En el aspecto de la fertilización, se aplicó 80N-40P-00K niveles aconsejables por las zonas altiplánicas; se utilizaron fosfato di amónico y urea, aplicando 50% en el deshierbo, y 50% en aporque.

3.13.4. Control de malezas

Se efectuó manualmente dicha actividad, beneficiándonos de la humedad del suelo, para su fácil extracción o eliminación, se efectuaron 3 deshierbes, cabe mencionar que esta actividad se realiza con el fin de evitar competencias con el cultivo.

3.13.5. Desahije

Se efectuó manualmente para evitar daños a la planta, extrayendo o eliminando a plantas flácidas y pequeñas, a una distancia de 15 – 20 cm entre, además mencionando que esta actividad se realizó cuando las plantas tienen entre 20 – 60 cm de altura.



3.13.6. Aporque

Se efectuó manualmente empleando el pico, esta actividad se realizó después de concluir el deshierbo y desahije, asimismo se considera primordial esta actividad ya que facilita la inserción de raíces, y evitando el tumbado, encima perfecciona la aeración e infiltración del agua.

3.13.7. Cosecha y Trillado

Se efectuó en relación a la madurez fisiológica de cada línea, para ello se utilizó hoz, asimismo se cosecho 20 plantas, extrayendo del medio, después se efectuó la trilla manual, para luego pasar al venteado; finalizando se pasó al empaquetado de semillas en sobres de manila, pesado y etiquetado.

3.14. EVALUACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES

Los caracteres agronómicos y morfológicos se realizaron mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), estableciendo una buena descripción de características, de tal forma, facilitando la clasificación. Además, extrayendo en el centro 10 plantas al azar por parcela, evadiendo surcos externos, por acción efecto.

Cabe mencionar que la metodología de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), en caso de descriptores de caracterización, permite una discriminación fácil y rápida entre fenotipos, generalmente son caracteres altamente heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, esta metodología permite disponer de un medio rápido, fidedigno y eficaz para almacenar, recuperar y comunicar la información, y ayudar en la utilización del germoplasma.



3.15. METODOS DE VARIABLES AGRONOMICAS

3.15.1. Número de días hasta el 50% de floración (d)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se hace el registro, cuando se observa que la floración esta al cincuenta por ciento.

3.15.2. Número de días hasta el 50% de madurez fisiológica (d)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se hace el registro, cuando al comprimir el grano esta presenta un estado pastoso.

3.15.3. Altura de planta (cm)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una cinta métrica cuantificando a partir de la base del tallo hasta el ápice de la panoja principal, con un promedio de 10 plantas por parcela.

3.15.4. Diámetro de tallo (mm)

Esta variable se ejecutó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una regla vernier digital cuantificando la fracción céntrica del tallo principal, con un promedio de 10 plantas por parcela.

3.15.5. Longitud de panoja (cm)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una cinta métrica cuantificando a partir de la base hasta el ápice, con un promedio de 10 plantas por parcela.

3.15.6. Diámetro de panoja (mm)

Esta variable se ejecutó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una regla vernier digital para la medición



en la parte media de la panoja, con un promedio de 10 plantas por parcela en fase de maduración fisiológica.

3.15.7. Peso de 1000 granos (g)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una balanza analítica, pensando 1000 granos, sin tomar en cuenta el perigonio.

3.15.8. Diámetro de grano (mm)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una regla vernier digital para la medición del diámetro de grano, con un promedio de 20 granos sin tomar en cuenta el perigonio.

3.15.9. Rendimiento por planta (g)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó una balanza analítica con el fin de pesar el grano por planta.

3.15.10. Rendimiento (Kg/ha)

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se tomó una muestra de un metro cuadrado, de cada unidad experimental, y posterior a ello, se realizó la conversión respectiva (regla de tres simple), con la finalidad de convertir a rendimiento por hectárea.

3.15.11. Índice de cosecha (%)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), se empleó datos de peso de grano por planta, y peso de biomasa por planta.



3.16. METODOS DE VARIABLES MORFOLOGICAS

3.16.1. Color de panoja en floración (escala)

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de mixtura, purpura, verde, y rojo.

3.16.2. Color de panoja en madurez fisiológica (escala)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de anaranjado, negro, Blanco, rojo, amarillo, purpura, verde, gris, rosado, marrón, composición de rojo y verde, rojo y blanco, rojo y amarillo, rojo y rosado, y demás.

3.16.3. Forma de panoja (escala)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de intermedia, amarantiforme y glomerulada.

3.16.4. Densidad de la panoja (escala)

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de compacta, laxa e intermedia.

3.16.5. Comportamiento al mildiu (escala)

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de intermedia, muy alta, alta, baja, muy baja, y ausente, de acuerdo a la tipología de daño.

3.16.6. Daño por aves (escala)

El daño por aves fue determinado observando el daño en cada parcela del experimento, según el grado, se efectuó una escala a partir de muy alta, alta, baja, y muy baja (Palao-Iturregui *et al.*, 2013).

3.17. CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLOGICAS

Tabla 4. Variables independientes y dependientes (campaña agrícola 2021 – 2022).

Variables independientes	Variables dependientes
Cruzas dobles	Variables agronómicas
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	Número de días al 50% de floración (d)
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	Altura planta (cm)
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	Diámetro de tallo (mm)
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	Longitud de panoja (cm)
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	Diámetro de panoja (mm)
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	Numero días al 50% de madurez fisiológica (d)
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	Peso de 1000 granos (g)
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	Diámetro de grano (mm)
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	Rendimiento por planta (g)
	Rendimiento por hectárea (kg/ha)
	Índice de cosecha (%)
	Variables morfológicas
	Color de panoja en floración (escala)
	Color de panoja en madurez fisiológica (escala)
	Forma de panoja (escala)
	Densidad de panoja (escala)



Comportamiento al mildiu (escala)

Daño por aves (escala)

Contenido de proteína y grasa (%)

3.18. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Ejecutado con el software estadístico Infostat versión estudiantil. Los datos evaluados fueron sometidos a análisis de varianza posteriormente la prueba de comparación de Tukey al 5% de error.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACION DE CARACTERES AGRONOMICOS

4.1.1. Altura de planta

Interpretando la Tabla 5, se estableció que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto, nos refleja que la altura entre las plantas es heterogénea, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 1.17%.

Tabla 5. Análisis de Varianza (ANOVA) para la altura de planta de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig
Bloques	3	2.78	0.93	0.76	0.5273	n.s.
Tratamientos	8	3474.56	434.32	356.70	<0.0001	**
Error	24	29.22	1.22			
Total	35	3506.56				

C.V. = 1.17% Media = 94.3

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 6 y Figura 5, se nota que la cruza doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 registro mayor altura de planta con 118.50 cm, seguidamente la cruza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 con 98.00 cm. Sin embargo, las cruza dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 87.00 cm y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 83.75 cm, mostraron menores alturas de planta.

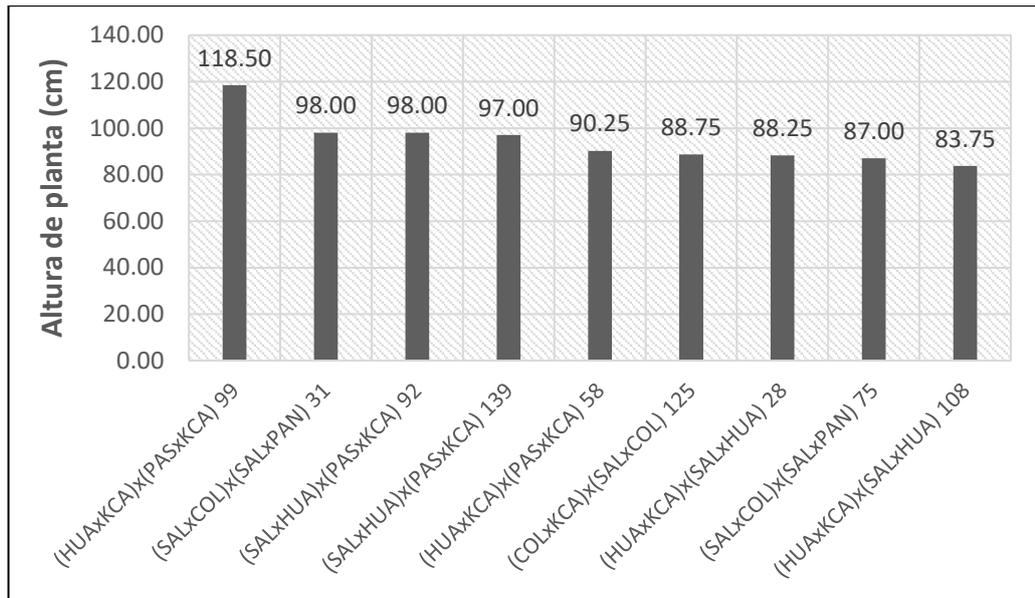


Figura 5. Comportamiento de altura de planta en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	118.50	a
2	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	98.00	b
3	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	98.00	b
4	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	97.00	b
5	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	90.25	c
6	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	88.75	c d
7	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	88.25	c d
8	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	87.00	d
9	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	83.75	e



Según Marca, (2022), reporto en su investigación que, la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 alcanzo una altura de planta de 124.0 cm, sin embargo, la línea (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 registro menor altura de planta con 98.00 cm, este reporte posiblemente se dio por las condiciones edáficas y climáticas en cada campaña. Cabe resaltar que, Mujica *et al.* (2004), indican que la altura de la planta depende de la especie de quinua, las situaciones ambientales en las que crece, la fertilidad del suelo y el genotipo.

Mayta (2021), reporta en su investigación que, los mayores promedios de altura de planta se presentaron (HUAxKCA)x(PASxKCA) y (HUAxKCA)x(SALxHUA), con 137.55 y 135.42 cm. Además, las cruzas que presentaron menores promedios de altura de planta fueron (SALxHUA)x(PASxKCA), (COLxKCA)x(SALxPAN), (COLxKCA)x(SALxCOL) y (SALxCOL)x(SALxPAN) con 126.08, 123.35, 116.35 y 115.91 cm.

Los factores ambientales también pueden afectar la altura de la planta de quinua. La disponibilidad de agua, la temperatura y la luz, estos factores ambientales pueden influir en el crecimiento y desarrollo de la planta. Por lo tanto, es importante tener en cuenta los factores ambientales al seleccionar el lugar adecuado para cultivar quinua y al implementar prácticas de cultivo que favorezcan su desarrollo(García *et al.*, 2017).

4.1.2. Diámetro de tallo principal

Interpretando la Tabla 7, se estableció que, existe diferencias altamente significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, de igual manera, existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, estos resultados pueden deberse a la variabilidad genética de las líneas en estudio, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 2.97%.

Tabla 7. Análisis de Varianza (ANOVA) para diámetro de tallo principal de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	1.94	0.65	5.43	0.0054	**
Tratamientos	8	52.36	6.55	55.10	<0.0001	**
Error	24	2.85	0.12			
Total	35	57.15				

C.V. = 2.97% Media = 11.6

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 8 y Figura 6, se nota que la cruzada doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 14.53 mm, obtuvo mayor diámetro de tallo a diferencia de otras cruza dobles estudiadas. Sin embargo, la cruzada doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 con 11.03 mm y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 9.68 mm, mostraron menores diámetros de tallo.

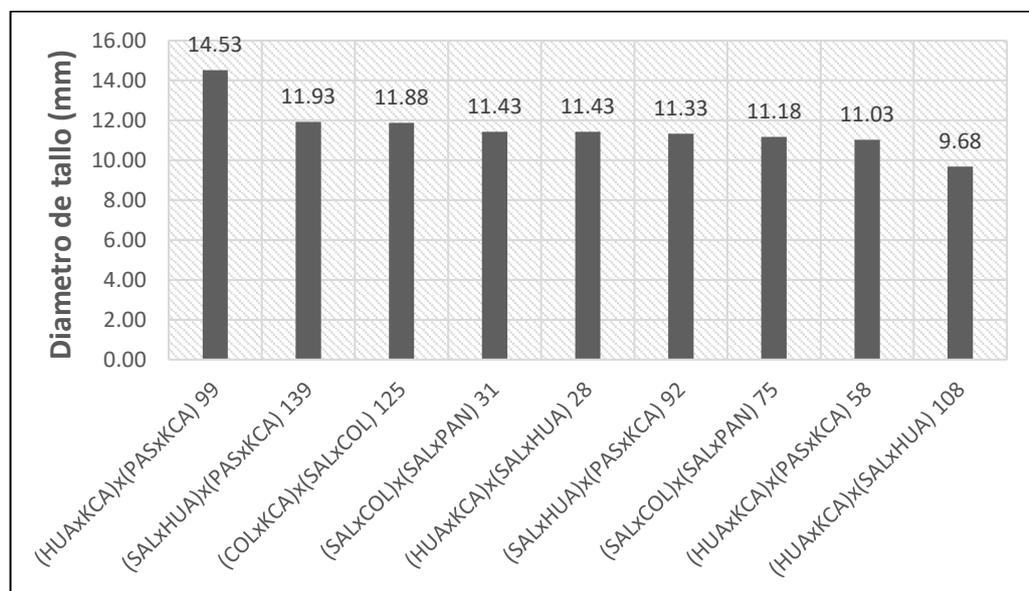


Figura 6. Comportamiento del diámetro de tallo en cruza dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo (mm) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	14.53	a
2	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	11.93	b
3	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	11.88	b
4	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	11.43	b c
5	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	11.43	b c
6	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	11.33	b c
7	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	11.18	b c
8	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	11.03	c
9	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	9.68	d

Marca, (2022), reporto en su investigación que, la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 tuvo como media 12.97 mm, siendo inferior a la información obtenida en el presente investigación; además reporto que la línea (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 tuvo como media 12.50 mm, siendo superior a la información obtenida en el presente investigación, estas desigualdades puede deberse a las condiciones edafoclimáticas.

Con referencia al diámetro de tallo principal, Mayta (2021), reporto en su investigación que, los genotipos que presentaron menores promedios de diámetro de tallo fueron (SALxHUA)x(PASxKCA), (HUAxKCA)x(SALxHUA), (COLxKCA)x(SALxCOL), (HUAxKCA)x (PASxKCA), (COLxKCA)x(SALxPAN) y (SALxCOL)x(SALxPAN) con 1.31, 1.18, 1.12, 1.05, 1.03 y 0.99 cm, claramente los

resultados son menores a la presente investigación, esta diferencia de datos es debido a que se realizó en un ambiente controlado (invernadero).

Las condiciones agroecológicas a la cual son expuestas y la capacidad adaptativa que poseen pueden ser el resultado del comportamiento de algunos caracteres, el tumbado podría prevenir el carácter diámetro de tallo que son causado por el peso excesivo de la panoja, problemas ornitológicos y factor viento, resultando este carácter primordial para los programas de mejoramiento genético (López *et al.*, 2020).

4.1.3. Longitud de panoja

Interpretando la Tabla 9, se estableció que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otro lado, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto, nos refleja que la longitud de panoja en los tratamientos es heterogénea, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 0.78%.

Tabla 9. Análisis de Varianza (ANOVA) para longitud de panoja de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	0.36	0.12	2.05	0.1339	n.s.
Tratamientos	8	218.01	27.25	469.40	<0.0001	**
Error	24	1.39	0.06			
Total	35	219.76				

C.V. = 0.78% Media = 30.7

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 10 y Figura 7, se nota que la cruza doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 36.20 cm, obtuvo mayor longitud de panoja a diferencia de otras cruza dobles estudiadas, seguido de las cruza dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58, (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 y

(SALxHUA)x(PASxKCA) 92 con 31.73, 31.48 y 31.25 cm respectivamente; la menor longitud de panoja se tuvo en la cruza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 26.45 cm.

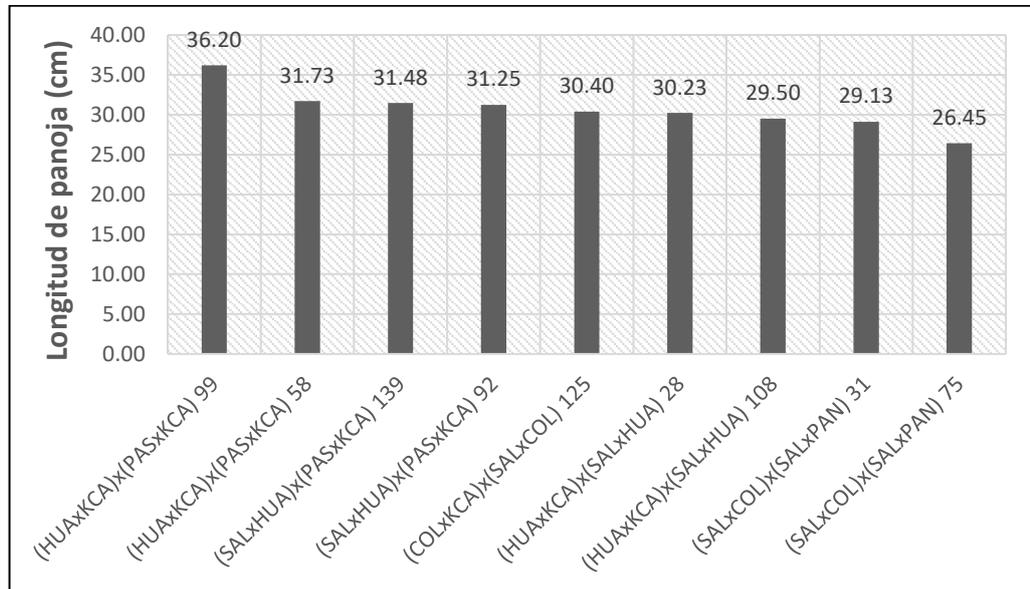


Figura 7. Comportamiento de longitud de panoja en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para longitud de panoja (cm) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	36.20	a
2	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	31.73	b
3	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	31.48	b
4	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	31.25	b
5	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	30.40	c
6	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	30.23	c
7	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	29.50	d
8	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	29.13	d



9 (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 26.45 e

Marca (2022), reporta en su investigación que, la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 resulto con mayor longitud de panoja con 52.90 cm. Sin embargo, la línea (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 registró el promedio menor con 40.27 cm, siendo diferente a la información obtenida en la investigación presente, la diferencia de estos resultados pudo haber sido ocasionado por las condiciones edafoclimáticas.

Mayta (2021), reporto en su investigación que los mayores promedios de longitud de panoja se presentaron en (HUAxKCA)x(SALxHUA) y (SALxHUA)x(PASxKCA) con 48.22 y 43.31 cm. Por otra parte, los genotipos que presentaron menores promedios de longitud de panoja fueron (COLxKCA)x(SALxCOL), (HUAxKCA)x(PASxKCA), (SALxCOL)x(SALxPAN) y con 35.88, 35.17 y 29.48 cm.

Según, Apaza *et al.* (2013), mencionan que este carácter es variable en caso de sus promedios, además depende de los genotipos, tipo de quinua, el sitio donde se desarrolle y fertilidad de los suelos.

4.1.4. Diámetro de panoja

Interpretando la Tabla 11, se estableció que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, indicando que el diámetro de panoja en los tratamientos es heterogéneo; asimismo se tiene un coeficiente de variación de 0.71%.

Tabla 11. Análisis de Varianza (ANOVA) para diámetro de panoja de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	0.66	0.22	1.09	0.3737	n.s.
Tratamientos	8	10468.00	1308.50	6476.54	<0.0001	**
Error	24	4.85	0.20			
Total	35	10473.51				

C.V. = 0.71% Media = 63.7

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 12 y Figura 8, se nota que la cruza doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 registro mayor longitud de panoja con 101.98 mm, seguido de las cruza dobles (SALxHUA)x(PASxKCA) 139, (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 con 71.13, 70.30 y 66.48 mm respectivamente. Sin embargo, la cruza doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 40.25 mm, se obtuvo menor diámetro de panoja.

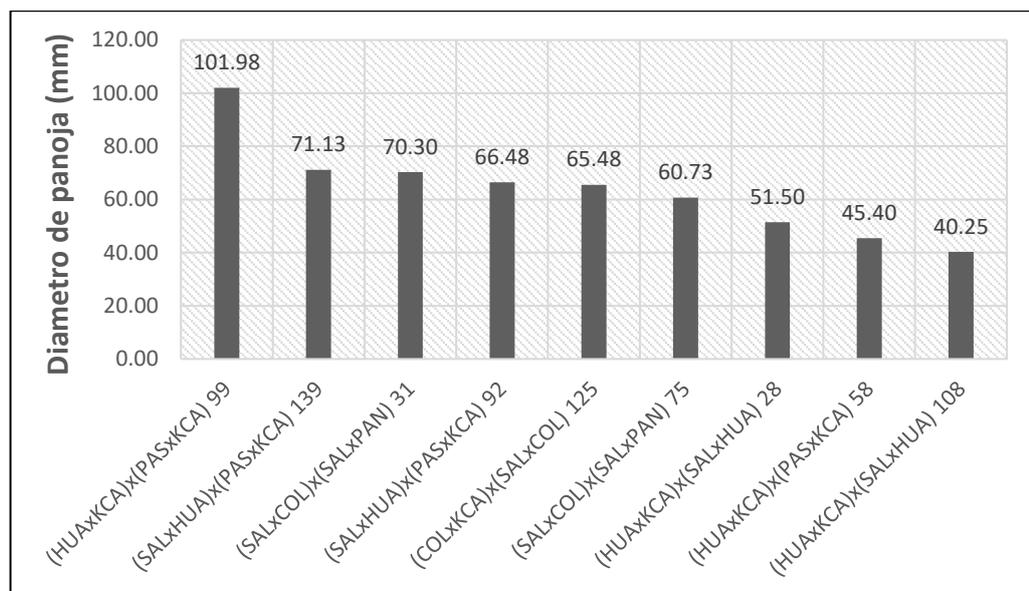


Figura 8. Comportamiento de diámetro de panoja en cruza dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de panoja (mm) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	101.98	a
2	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	71.13	b
3	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	70.30	b
4	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	66.48	c
5	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	65.48	c
6	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	60.73	d
7	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	51.50	e
8	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	45.40	f
9	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	40.25	g

Según Marca, (2022) reporta en su investigación que, la línea (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 obtuvieron rangos mayores de diámetro de panoja con 72.17 y 66.60 mm, caso contrario para la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 que registro una media menor de 49.53 mm en comparación con otras líneas. Esta diferencia de datos de este carácter con la presente investigación pudo generarse a causa de condiciones medio ambientales o manejo agronómico, tal como nos indican (Snowdon *et al.*, 2021).

Mayta (2021), reporto en su investigación que, los mayores promedios de diámetro de panoja los presentaron (HUAxKCA)x(PASxKCA) y (SALxHUA)x(PASxKCA) con 7.54 y 6.02 cm. En cambio, las cruzas dobles que presentaron menores promedios de diámetro de panoja fueron

(COLxKCA)x(SALxCOL), (HUAxKCA)x(SALxHUA) y (SALxCOL)x(SALxPAN) con 5.53, 4.90, 4.46 cm.

Al respecto, Tapia *et al.*(2000) menciona que, se debe tener en cuenta el tamaño de la panoja (diámetro y longitud) para categorizar el material genético de quinua, sin embargo, la distribución de varios genotipos puede variar y generar un sistema muy complicado de categorización.

4.1.5. Número de Días hasta el 50% de floración

Interpretando la Tabla 13, se estableció que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, estos registros pueden ser ocasionados por la variabilidad genética propias de las cruza dobles, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 1.55%.

Tabla 13. Análisis de Varianza (ANOVA) para número de días hasta el 50% de floración de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	3.33	1.11	0.49	0.6940	n.s.
Tratamientos	8	628.89	78.61	34.51	<0.0001	**
Error	24	54.67	2.28			
Total	35	686.89				

C.V. = 1.55% Media = 97

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 14 y Figura 9, se nota que las cruza dobles (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, estadísticamente obtuvo menor número de días hasta el 50% de floración con valores de 89.75 y 90.25 días. Asimismo, las cruza dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 y

(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 fueron los que tardaron más días en florecer hasta el 50% con 101.25 y 101.25 días.

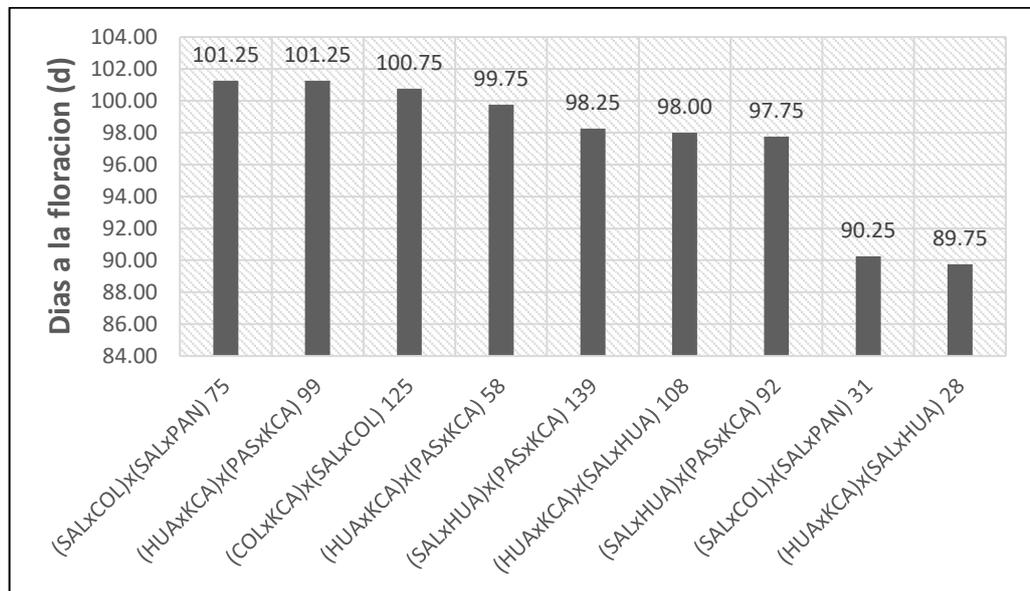


Figura 9. Comportamiento de días hasta el 50% de floración en cruza dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para número de días hasta el 50% de floración (días) y medias de cruza dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	101.25	a
2	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	101.25	a
3	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	100.75	a
4	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	99.75	a
5	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	98.25	a
6	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	98.00	a
7	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	97.75	a
8	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	90.25	b



Según Marca, (2022) evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (SALxHUA)x(PASxKCA) 139, tuvo la mayor cantidad de días, con 96.7 días. De igual manera nos reporta que las líneas (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 tuvieron menor cantidad de días al 50% de floración con 88.3 y 88.3 días. Cabe mencionar que el comienzo de flores acontece de los 75 a 80 días y la floración completa de los 90 a 100 días, tal como nos mencionan (Mujica *et al.*, 2000).

Mayta (2021), en su trabajo de investigación, reporto que las cruzas dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA), (SALxHUA)x(PASxKCA), (COLxKCA)x(SALxCOL), (HUAxKCA)x(SALxHUA) y (SALxCOL)x(SALxPAN), presentaron promedios de floración de 68, 68, 68, 68, y 67 días.

Pando y Aguilar, (2016), nos indican que en la floración existe asincronía, ya que es un mecanismo primordial para resistir temperaturas extremas en la fase de floración y de esta manera estar segura la inflorescencia. Además, la duración de la floración es inestable, en algunas variedades es corta y en otro más tiempo.

4.1.6. Numero días al 50% de madurez fisiológica

Interpretando la Tabla 15, se establece que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 1.29%.

Tabla 15. Análisis de Varianza (ANOVA) para número de días hasta el 50% de madurez fisiológica de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	20.67	6.89	1.62	0.2120	n.s.
Tratamientos	8	2345.00	293.13	68.75	<0.0001	**
Error	24	102.33	4.26			
Total	35	2468.00				

C.V. = 1.29% Media = 160

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 16 y Figura 10, se nota que la cruz doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 estadísticamente obtuvo el menor número de días hasta con 149.25 días. Asimismo, las cruzas dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 y (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 fueron los que tardaron más días en madurar hasta el 50% con 178.00 y 166.75 días.

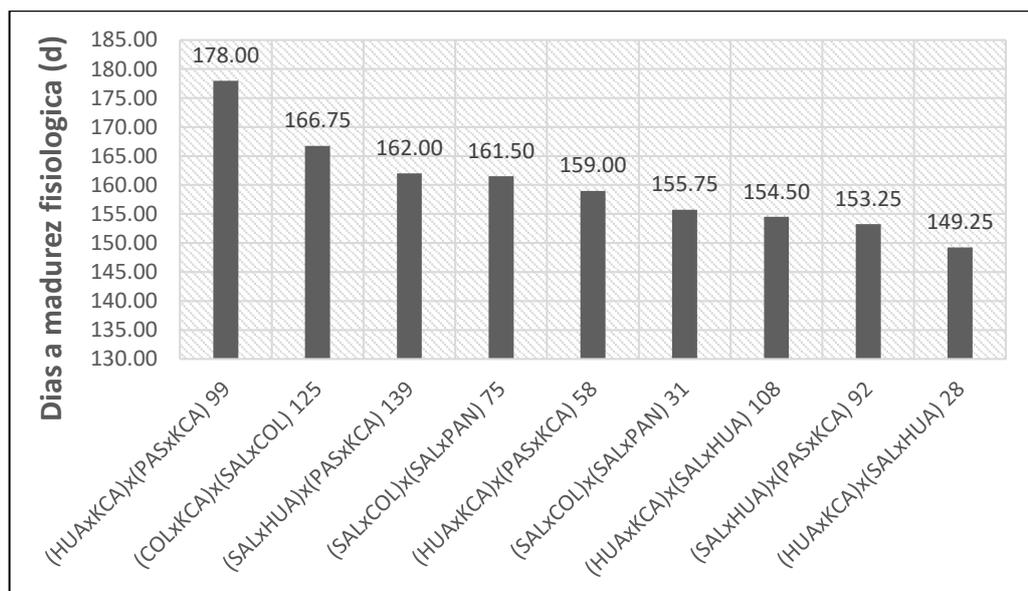


Figura 10. Comportamiento de días hasta el 50% de madurez fisiológica en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para número de días hasta el 50% de madurez fisiológica (días) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG.≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	178.00	a
2	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	166.75	b
3	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	162.00	b c
4	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	161.50	c
5	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	159.00	c d
6	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	155.75	d e
7	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	154.50	d e
8	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	153.25	e f
9	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	149.25	f

Según Marca, (2022) evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (SALxHUA)x(PASxKCA) 139, tuvo la mayor cantidad de días, con 153.3 días. De igual manera nos reporta que las líneas (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 tuvieron menor cantidad de días al 50% de madurez fisiológica con 145.7 y 145.0 días. Según Halanoca (2023), la diferencia de datos obtenidos puede ocurrir por diferentes factores medioambientales, el manejo agronómico del cultivo, como también las características genéticas y edafoclimáticas. Cabe resaltar que la fase de madurez fisiológica acontece de 160 a 180 días, tal como nos mencionan (Mujica *et al.*, 2000).

Según Mayta, (2021), en su trabajo de investigación, reportó que los mayores promedios de madurez fisiológica se presentaron en (HUAxKCA)x(SALxHUA), (SALxHUA)x(PASxKCA), (COLxKCA)x(SALxCOL), con 294, 291 y 291 días. Por otra parte, las cruza dobles que presentaron menores promedios de madurez fisiológica fueron (HUAxKCA)x(PASxKCA) y (SALxCOL)x(SALxPAN) con 270 y 266 días.

4.1.7. Rendimiento de semillas por planta

Interpretando la Tabla 17, se estableció que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, indicando que el rendimiento de semilla por planta entre los tratamientos es heterogéneo, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 6.57%.

Tabla 17. Análisis de Varianza (ANOVA) para rendimiento de semillas por planta de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	7.03	2.34	0.80	0.5072	n.s.
Tratamientos	8	1849.30	231.16	78.75	<0.0001	**
Error	24	70.45	2.94			
Total	35	1926.77				

C.V. = 6.57% Media = 26.1

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 18 y la Figura 11, se nota que la cruza doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 obtuvo mayor rendimiento de semilla por planta, con 44.60 g, seguido de las cruza dobles (SALxHUA)x(PASxKCA) 92, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125, (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, con 27.68, 26.35, 25.83 y 25.68 g respectivamente.

Asimismo, la craza doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 obtuvo el menor rendimiento de semilla por planta, con 17.53 g.

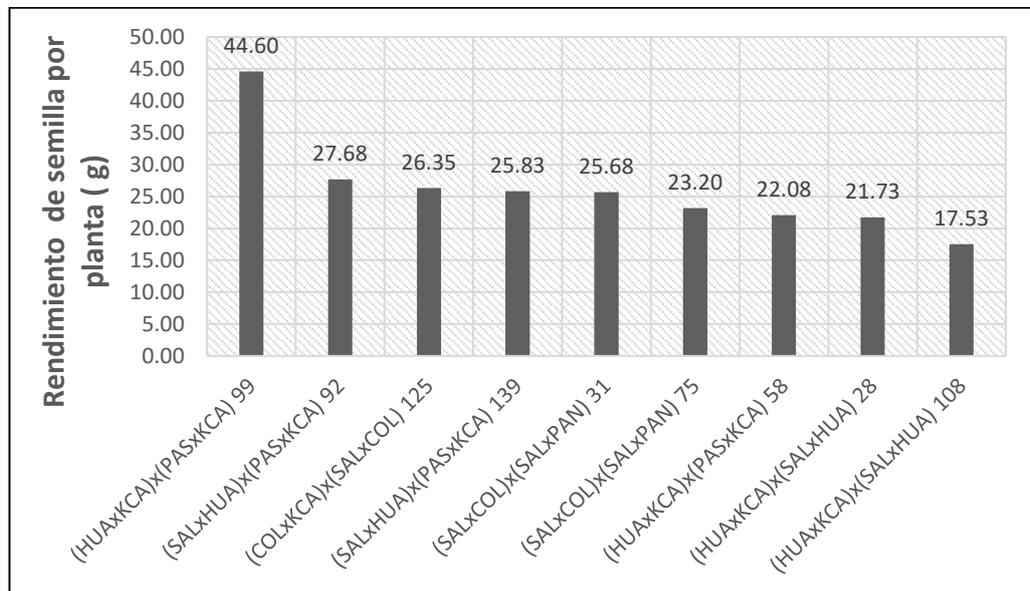


Figura 11. Comportamiento de rendimiento por planta en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de semillas por planta (g) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	44.60	a
2	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	27.68	b
3	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	26.35	b c
4	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	25.83	b c d
5	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	25.68	b c d
6	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	23.20	c d
7	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	22.08	d
8	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	21.73	d



Según Marca, (2022) evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 alcanzo mayor rendimiento de semillas por planta con 32.07 g, resultando superior a lo registrado en el estudio actual, este resultado puede deberse por las condiciones edafoclimáticas. Del mismo modo, reporto que las líneas (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 y (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 con 25.00 y 24.70 g registraron menores rendimientos.

Asimismo Mayta, (2021), en su estudio de investigación, reporto que los mayores promedios de rendimiento de semilla por planta se presentaron en (SALxCOL)x(SALxPAN), (COLxKCA)x(SALxCOL) y (HUAxKCA)x(PASxKCA) con 10.48, 10.22, 9.36 g. Del mismo modo reporto que las cruza dobles (HUAxKCA)x(SALxHUA) y (SALxHUA)x(PASxKCA) reportaron menores promedios de rendimiento de semilla por planta, con 4.73 y 3.38 g. Finalmente, el rendimiento de semilla por planta tiene relación con los días a la madurez fisiológica, tal como nos refiere (Bertero *et al.*, 2004).

4.1.8. Rendimiento por hectárea

Interpretando la Tabla 19, se estableció que, no existe diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, indicando que el rendimiento por hectárea entre los tratamientos es heterogéneo, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 4.21%.

Tabla 19. Análisis de Varianza (ANOVA) para rendimiento por hectárea de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	109238.33	36412.78	0.77	0.5208	n.s.
Tratamientos	8	72220375.56	9027546.94	191.49	<0.0001	**
Error	24	1131438.67	47143.28			
Total	35	73461052.56				

C.V. = 4.21% Media = 5157

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 20 y Figura 12, se nota que la cruza doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 obtuvo mayor rendimiento por hectárea, con 8742.25 kg/ha, seguido de las cruzas dobles (SALxHUA)x(PASxKCA) 92, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125, (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 con 5533.25, 5330.75, 5223.25 y 5166.75 kg/ha. Además, la cruza doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 3506.75 kg/ha, registro menor rendimiento por hectárea.

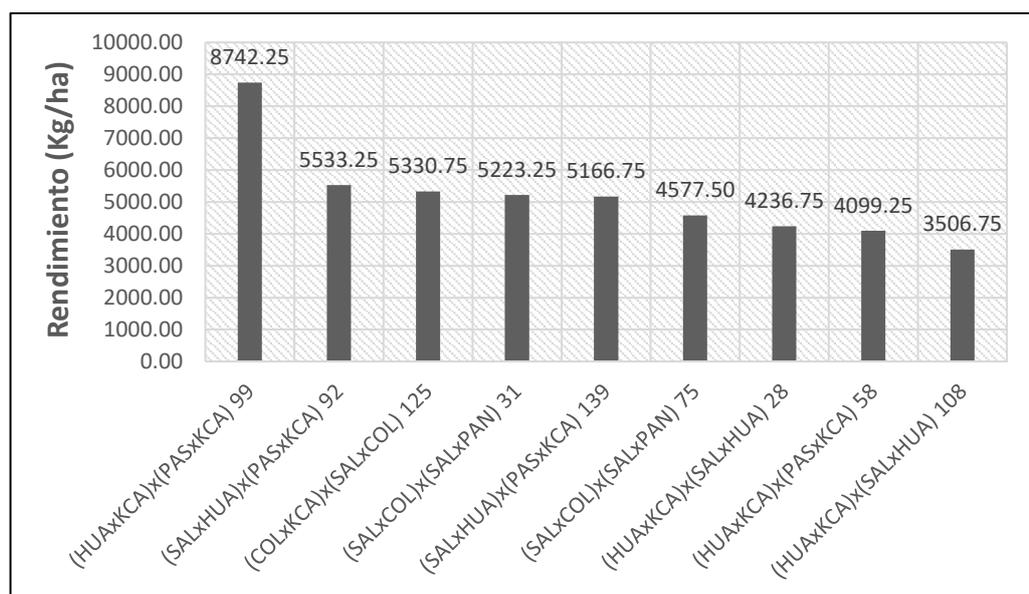


Figura 12. Comportamiento de rendimiento por hectárea en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por hectárea (kg/ha) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG.≤ 0.05
1	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	8742.25	a
2	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	5533.25	b
3	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	5330.75	b
4	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	5223.25	b
5	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	5166.75	b
6	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	4577.50	c
7	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	4236.75	c
8	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	4099.25	c
9	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	3506.75	d

Según Marca (2022), evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 alcanzo mayor rendimiento por hectárea con 5344.33 kg/ha, resultando superior a lo registrado en el estudio actual, este resultado puede deberse por las condiciones climáticas. Del mismo modo, reporto líneas con menor rendimiento por hectárea, las cuales son (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 y (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 con 4166.67 y 4116.67 kg/ha. Cabe mencionar que los caracteres agro morfológicos de la quinua pueden alterarse acorde a las condiciones edafoclimáticas que se pueden mostrarse, en especial en el

rendimiento por hectárea, la baja fertilidad del suelo y riego limitado, perjudican la producción de quinua (Delatorre *et al.*, 2013).

4.1.9. Peso de 1000 granos

Interpretando la Tabla 21, se estableció que, si existe diferencias altamente significativas entre bloques, de la misma manera, se visualiza que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 2.11%.

Tabla 21. Análisis de Varianza (ANOVA) para peso de 1000 granos de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	0.06	0.0211	4.984	0.0079	**
Tratamientos	8	13.19	1.6481	389.066	<0.0001	**
Error	24	0.10	0.0042			
Total	35	13.35				

C.V. = 2.11% Media = 3.1

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 22 y Figura 13, se nota que la cruza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 mostró preponderancia a diferencia de otras cruza dobles, con 4.50 g, seguido de las cruza dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 3.73, 3.05 y 3.00 g respectivamente. Asimismo, la cruza doble (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 con 2.45 g, registro bajo peso de 1000 granos.

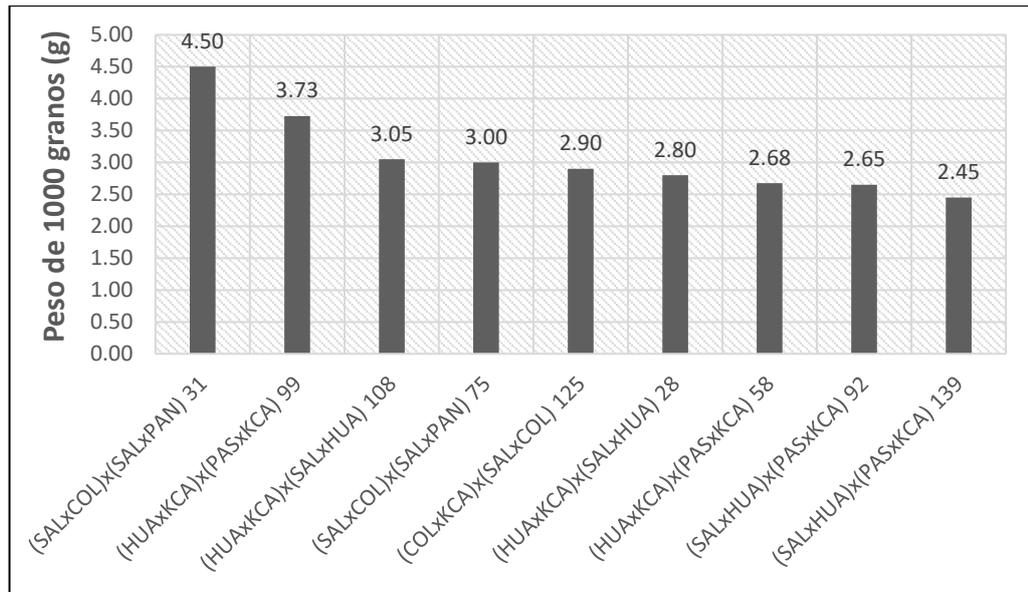


Figura 13. Comportamiento de peso de 1000 granos en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para peso de 1000 granos (g) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	4.50	a
2	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	3.73	b
3	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	3.05	c
4	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	3.00	c
5	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	2.90	c d
6	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	2.80	d e
7	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	2.68	e
8	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	2.65	e
9	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	2.45	f



Según Marca, (2022) evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 alcanzo mayor peso de 1000 granos con 4.30 g. Del mismo modo, reporto que las líneas que tuvieron menor peso de 1000 granos fueron (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 con 2.53 y 2.40 g. siendo este resultado más cercano a lo obtenido por la presente investigación, la mínima diferencia puede atribuirse a las condiciones del suelo, clima, manejo agronómico, presencia de plagas y enfermedades en el campo, tal como nos indica (Halanoca, 2023). Al respecto sobre este carácter, Wahli (1990), menciona una serie de categorización del tamaño de grano de acuerdo a su peso de 1000 granos, donde con peso mayor a 3 g son mencionados de tamaño grande, con peso entre 2.5 y 3 g son mencionados mediano y menores a 2.5 g son mencionados de tamaño pequeño.

Asimismo Mayta, (2021), en su estudio de investigación, reporto que las cruzas dobles (COLxKCA)x(SALxCOL), (SALxCOL)x(SALxPAN), (HUAxKCA)x(SALxHUA), (SALxHUA)x(PASxKCA), (HUAxKCA)x(PASxKCA), presentaron un promedio de peso de 1000 granos de 2.11, 2.10, 2.10, 2.10, 2.09 g, en condiciones de invernadero. Finalmente, según Barrientos (2020), menciona que el carácter está relacionado con el tamaño del mismo.

4.1.10. Diámetro de grano

Interpretando la Tabla 23, se estableció que, no existen diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, indicando que el diámetro de grano entre los tratamientos es heterogéneo, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 4.53%.

Tabla 23. Análisis de Varianza (ANOVA) para diámetro de grano de 9 tratamientos (9 cruzas dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	0.054	0.018	2.329	0.0998	n.s.
Tratamientos	8	1.058	0.132	17.007	<0.0001	**
Error	24	0.187	0.008			
Total	35	1.299				

C.V. = 4.53% Media = 1.94

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 24 y Figura 14, se nota que las cruzas dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 registraron mayor diámetro de grano a diferencia de las otras cruzas dobles, con 2.26 y 2.19 mm. Sin embargo, la crusa doble (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 obtuvo menor diámetro de grano, con 1.75 mm.

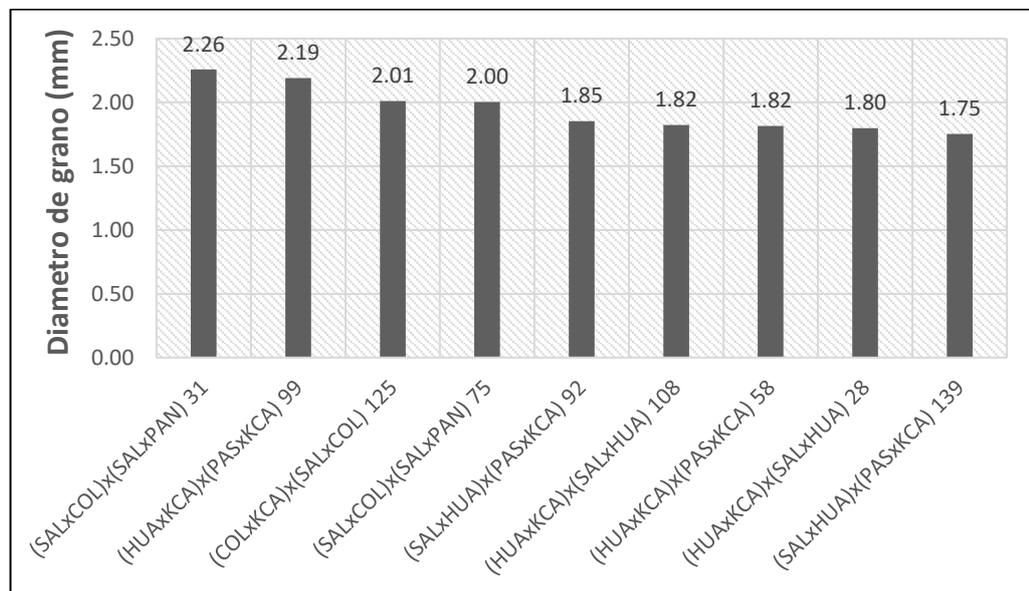


Figura 14. Comportamiento de diámetro de grano en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de grano (mm) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	2.26	a
2	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	2.19	a b
3	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	2.01	b c
4	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	2.00	b c d
5	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	1.85	c d e
6	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	1.82	c d e
7	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	1.82	c d e
8	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	1.80	d e
9	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	1.75	e

Según Marca, (2022), evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 alcanzo mayor diámetro de grano con 2.17 mm. Del mismo modo, reporto que las líneas que tuvieron menor diámetro de grano fueron (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 con 1.83 y 1.77 mm. resultando mínimo la diferencia de datos de las líneas con referente a la presente investigación, este resultado puede darse por la genética propia de las líneas, por condiciones edafoclimáticas que se aparecieron durante la conducción del presente estudio.

Según Mayta, (2021), en su estudio de investigación, reporto que las cruzas dobles (COLxKCA)x(SALxCOL), (SALxCOL)x(SALxPAN), (SALxHUA)x(PASxKCA), (HUAxKCA)x(SALxHUA) y (HUAxKCA)x(PASxKCA), presentaron un promedio de

diámetro de grano de 1.81, 1.81, 1.80, 1.80, 1.80 y 1.79 mm, en condiciones de invernadero.

Cabe precisar, peso de las semillas y diámetro de grano están estrechamente relacionados, tal como nos indican (Chura *et al.*, 2019).

4.1.11. Índice de cosecha

Interpretando la Tabla 25, se estableció que, no existen diferencias significativas entre bloques, por otra parte, se observa que, si existe diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que el índice de cosecha entre los tratamientos es heterogéneo, asimismo se tiene un coeficiente de variación de 5.10%.

Tabla 25. Análisis de Varianza (ANOVA) para índice de cosecha de 9 tratamientos (9 cruza dobles) de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	p-valor	Sig.
Bloques	3	5.72	1.91	0.88	0.4645	n.s.
Tratamientos	8	48.00	6.00	2.78	0.0251	*
Error	24	51.87	2.16			
Total	35	105.59				

C.V. = 5.10% Media = 28.8

Interpretando prueba de Tukey (5%). En la Tabla 26 y Figura 15, se nota que las cruza dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 tuvo mayor índice de cosecha con 31.10%; seguido de los tratamientos (SALxHUA)x(PASxKCA) 139, (SALxCOL)x(SALxPAN) 75, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 y (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 con 29.25, 29.23, 29.15 y 28.93% de índice de cosecha, respectivamente. Asimismo, la cruza doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 obtuvo menor índice de cosecha, con 26.63%.

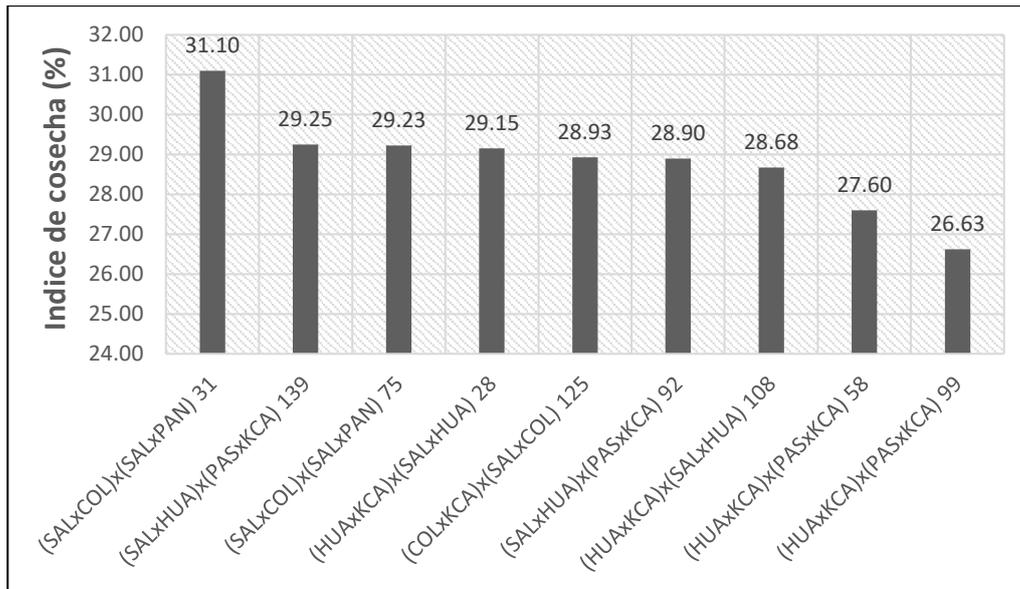


Figura 15. Comportamiento del índice de cosecha en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para índice de cosecha (%) y medias de cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

Orden	Tratamientos	Media	SIG. ≤ 0.05
1	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	31.10	a
2	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	29.25	a b
3	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	29.23	a b
4	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	29.15	a b
5	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	28.93	a b
6	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	28.90	a b
7	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	28.68	a b
8	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	27.60	a b
9	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	26.63	b



Según Marca, (2022), evaluando los mismos materiales genéticos en Camacani, Puno - Perú, reporto que la línea (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 alcanzó mayor índice de cosecha con 47.00 %. Del mismo modo, reporto que las líneas que tuvieron menor índice de cosecha, fueron (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 con 39.67 y 35.33 %, resultando más diferente a la información obtenida a este ensayo, estos resultados pueden haberse dado por el comportamiento climática que se presenta en cada campaña agrícola, tal como nos indica (Halanoca, 2023). Asimismo, Hussain *et al.* (2020), mencionan que el porcentaje de dicho carácter suele ser perjudicado por la interacción genotipo - ambiente, incluso afirman que la salinidad puede intervenir seriamente en el porcentaje de índice de cosecha. Finalmente, Vilca *et al.* (2015), mencionan que las variedades y ecotipos que alcanzaron alto índice de cosecha son potenciales para la producción de semilla (grano) y menor índice de cosecha son potenciales para producción de forraje.

4.2. EVALUACIÓN DE CARACTERES MORFOLÓGICOS

4.2.1. Color de panoja en floración

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de purpura, rojo, verde y mixtura. Se visualiza en la Tabla 27 que, las cruzas dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 75, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 presentaron una coloración purpura, por otra parte, las cruzas dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 presentaron una coloración verde.

En el estudio de Marca (2022), donde utilizo los mismos materiales genéticos, registro en su reporte que, expresaron la mayoría colores rojo y verde, sin embargo,



unos cuantos expresaron colores purpura. A diferencia con el estudio actual, más de la mitad expresaron un color purpura a verde. En referencia, Rojas *et al.* (2014) mencionan que al principio de la floración muestran colores de púrpura, verde, rojo y mixtura. Finalmente, reportan que la coloración en floración está establecido por el gen (EL-Harty *et al.*, 2021).

4.2.2. Color de panoja en madurez fisiológica

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioersity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de anaranjado, negro, Blanco, rojo, amarillo, purpura, verde, gris, rosado, marrón, composición de rojo y verde, rojo y blanco, rojo y amarillo, rojo y rosado, y demás. Se visualiza en la Tabla 27 que, las cruzas doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 75, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 registraron una escala de color rosada, además (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 manifestaron una coloración anaranjada, por otra parte, las cruzas dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 manifestaron una coloración blanca. Finalmente, la cruza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 presento una coloración amarilla y la cruza doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 manifestó una coloración roja en la madurez fisiológica.

Según Marca (2022), utilizando los mismos materiales genéticos, registro en su reporte que, expresaron coloraciones de rosado, blanco, purpura, gris, anaranjado y marrón. Sin embargo, Rojas *et al.* (2014) refieren que al paso que se forma los granos y lograr la madurez fisiológica, las panojas presentan una diversidades de colores como púrpura, rosado, blanco, anaranjado, café, crema, mixturas, amarillo, negro, verde silvestre, rojo y gris



4.2.3. Forma de la panoja

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala intermedia, amarantiforme y glomerulada. Se visualiza en la Tabla 27 que, la mayoría de cruzas dobles registraron formas intermedias, sin embargo, la craza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 presento una forma de panoja glomerulada.

Según Marca (2022), utilizando los mismos materiales genéticos, registró en su reporte que, expresaron en su mayoría formas intermedias, y pocas en amarantiforme y glomerulada. A diferencia con el estudio actual, registraron en su mayoría formas intermedias y solo una línea registro forma glomerulada. En relación a los resultados señalados de la forma de panoja, Emrani *et al.* (2020), mencionan que, está definido por el actuar de algún gen dominante y el genotipo de cada individuo.

4.2.4. Densidad de panoja

Se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de compacta intermedia y laxa. Se visualiza en la Tabla 27 que, las cruzas dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 75, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28, (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 registraron densidades de panoja intermedias, sin embargo, las cruzas dobles (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 manifestaron una densidad de panoja laxa. Por otro lado, la craza doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 presento una densidad de panoja compacta.

Según Marca (2022), utilizando los mismos materiales genéticos, registró variación en su reporte, a partir de intermedias, compactas y laxas. Conforme a densidad de panoja, (EL-Harty *et al.*, 2021), mencionan que son considerados potenciales



variedades con buen rendimiento aquellas líneas con tipo intermedias. Complementando, (Romero, 2021), de igual manera indica que se busca densidades intermedias – compactas, con el fin de priorizarlas al programa de mejoramiento genético.

4.2.5. Comportamiento al mildiu

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene una escala de intermedia, muy alta, alta, baja, muy bajo, y ausente, de acuerdo a la tipología de daño. Se visualiza en la Tabla 27 que, la mayoría de cruzas dobles presentaron una susceptibilidad baja a excepción de las cruzas dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 que manifestó una susceptibilidad muy baja al mildiu (*Peronospora variabilis*).

Según Marca (2022), utilizando los mismos materiales genéticos, registrando variación a partir de baja a muy baja, en comparación con el estudio actual, siete líneas registraron una susceptibilidad baja y a excepción de par de líneas que registraron susceptibilidad muy baja, cabe mencionar que los registros estos resultados están sujetas a condiciones medio ambientales, tan como indica (Romero, 2021). Con relación al comportamiento del mildiu, las condiciones ambientales (humedad – temperatura) dependerá la presencia de estos (Nagaraja *et al.*, 2021).

4.2.6. Daño por aves

Esta variable se realizó mediante la propuesta de Bioversity International, FAO, PROINPA y INIAF, FIDA, (2013), por ende, se tiene escala de intermedia, muy alta, alta, muy baja, baja, y ausente, de acuerdo a la tipología de daño. Se visualiza en la Tabla 27 que, las cruzas dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 75, (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58, (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 presentaron un daño bajo, por otra



parte, las cruza dobles (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 manifestaron un daño muy bajo.

Según Marca (2022), utilizando los mismos materiales genéticos, registro escalas de daños desde muy bajo a bajo, coincidiendo con la presente investigación, se debe a que cada línea tiene una escala de contenido de saponina. Con referencia al daño por aves, Loza-Del Carpio *et al.* (2016), en su estudio de investigación realizado en la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú, reportan que cuatro especies predominaron en toda la comunidad de aves granívoras en el cultivo de quinua, en condiciones circundantes al lago Titicaca en el altiplano peruano; sus poblaciones inciden principalmente en el período de madurez fisiológica del grano y en horario matutino, *Patagioenas maculosa* y *Zenaida auriculata* se consideran plagas clave con significativa trascendencia económica debido a sus altas poblaciones, gran importancia de la quinua en su dieta y elevadas cantidades de consumo de granos durante el día, por lo que las medidas de manejo deben orientarse principalmente hacia estas especies, además sugieren cosechar los granos de quinua inmediatamente después que alcancen la madurez, y luego proteger físicamente el emparve. Al respecto, Nagaraja *et al.* (2021), mencionan que el rendimiento de la quinua es afectado de manera directa por daño de aves, incluso sugiere efectuar control ornitológico. Finalmente, Romero (2021), indica que esta variable están relacionados con el contenido de saponina, incluso se conoce que les agradan líneas dulces a las aves.

Tabla 27. Caracterización de variables morfológicas, color de panoja en floración (A), color de panoja en madurez fisiológica (B), forma de panoja (C), densidad de panoja (D), comportamiento al mildiu (E) y daño por aves (F), con respecto a las cruzas dobles (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Tratamientos	A	B	C	D	E	F
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	Purpura	Rosado	Intermedia	Intermedia	Bajo	Bajo
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	Verde	Amarillo	Glomerulada	Compacta	Muy bajo	Bajo
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	Purpura	Anaranjado	Intermedia	Laxa	Bajo	Muy Bajo
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	Purpura	Rosado	Intermedia	Intermedia	Bajo	Bajo
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	Verde	Anaranjado	Intermedia	Intermedia	Muy bajo	Muy Bajo
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	Purpura	Rojo	Intermedia	Intermedia	Bajo	Bajo
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	Verde	Blanco	Intermedia	Laxa	Bajo	Bajo
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	Purpura	Rosado	Intermedia	Intermedia	Bajo	Bajo
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	Verde	Blanco	Intermedia	Intermedia	Bajo	Bajo

4.3. CONTENIDO DE GRASA Y PROTEÍNA

Se realizó en las instalaciones de INIA – Puno, para contenido de grasa se ejerció método Sohlet éter dietético, sin embargo, para contenido de proteína se ejerció el método 984.13 (AOAC, 2005). Se visualiza, en la Tabla 28, que tres cruzas dobles tienen mayor contenido de grasa, como son, (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 4.90%, (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 4.82% y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 4.71%. Sin embargo, también hay cruzas dobles con un bajo contenido de grasa los cuales son, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 3.22%, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 con 3.77% y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 con 3.87%. Con respecto a la proteína se muestran dos cruzas dobles tienen mayor contenido de proteína, como son,

(SALxCOL)x(SALxPAN) 31 con 12.79% y (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 12.60%, sin embargo, hay cruzas dobles con un bajo contenido de proteína, las cuales son, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 con 11.66%, del mismo modo (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 12.00% de proteína.

Tabla 28. Contenido de grasa y proteína en cruzas dobles de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), 2021 – 2022.

N°	Cruzas dobles	Grasa (%)	Proteína (%)
1	(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	4.90	12.60
2	(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	4.71	12.79
3	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	4.82	12.33
4	(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	3.90	12.29
5	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	3.22	12.00
6	(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	3.87	12.24
7	(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	3.77	11.66
8	(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	4.00	12.07
9	(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	4.00	12.13

Fuente: INIA – Puno.

Con respecto al contenido de grasa, en su estudio, Rojas *et al.* (2016), evaluaron 13 variedades y dos líneas, reportaron promedios de grasa desde 2,05 hasta 10,88%. Por otro lado, Jacobsen y Mujica (2004), mencionan que el contenido de grasa varía desde 2 hasta 10 %, además si comparamos con el grano de maíz, este resulta superior referente al contenido de grasa, sin embargo, se comparamos con el grano de soya, girasol y maní, éstos resultan inferiores. Además, Guerrero (2015), señala que la quinua contiene más grasas (6,3 g) por cada 100 g de peso en seco en comparación con los frijoles (1,1 g), el



maíz (4,7 g), el arroz (2,2 g) y el trigo (2,3 g), las grasas son una importante fuente de calorías y facilitan la absorción de vitaminas liposolubles, incluso se ha demostrado que los ácidos grasos de la quinua mantienen la calidad debido al alto valor natural de la vitamina E, que actúa como antioxidante natural. Finalmente, Jacobsen (2002), indica que el contenido de grasa de la quinua tiene un alto valor debido a su alto porcentaje de ácidos grasos insaturados.

Con respecto al contenido de proteína, Aguirre (2015), en su estudio de investigación, reportó que la cruzada doble (HUAxKCA)x(SALxHUA) obtuvo mayor cantidad de proteína, con valor de 14,36 %; siendo diferente al estudio actual, por esta razón, Catucuamba (2021), menciona la relación significativa entre contenido nutricional del suelo y calidad nutricional del cultivo de quinua; esto sería la explicación de la diferencia con la investigación de Aguirre (2015). En su trabajo de investigación, Romero (2021), reportó contenidos similares de proteína entre 10.63 a 12.39%. Según Guerrero (2015), el contenido de proteína va a depender del genotipo de la quinua, además presenta rangos desde 10,4 % hasta 17,0 % de proteína. Complementando, Rojas *et al.* (2014), indican de igual manera, que está influenciada por el medio ambiente, fertilidad del suelo y la variedad. De igual manera, Capriotti *et al.* (2015), indican que las condiciones edafoclimáticas están relacionadas con dicha variable. Finalmente, Marquez (2022), refiere que el grano de quinua contiene un ideal balance de proteínas.



V. CONCLUSIONES

En características agronómicas, la cruzada doble con rendimiento elevado es (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 8742.25 kg/ha, asimismo, las cruza dobles precoces son (HUAxKCA)x(SALxHUA) 28 con 149.25 días y (SALxHUA)x(PASxKCA) 92 con 153.25 días, en caso de altura de planta la cruzada doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 presento 118.50 cm y por ultimo diámetro de panoja la cruzada doble (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 101.98 mm.

Se ha evaluado características morfológicas de 9 cruza dobles, donde las cruza dobles (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 y (SALxHUA)x(PASxKCA) 139 poseen una coloración verde a diferencia de otros 5 cruza dobles que poseen una coloración púrpura en floración, complementando, la densidad de panoja en su totalidad de cruza dobles muestran panojas de escala intermedia, no obstante, las cruza dobles (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 y (HUAxKCA)x(PASxKCA) 58 presentan densidad laxa, sin embargo la cruzada doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 muestra una escala compacta y finalmente forma de panoja, ocho cruza dobles muestran forma intermedia, mientras que la cruzada doble (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 presenta una forma de panoja glomerulada.

Se ha evaluado el contenido de proteína y grasa de 9 cruza dobles, donde las cruza dobles con alto contenido de proteína son (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 con 12.79% y (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 12.50, por otra parte, las cruza dobles con mayor contenido de grasa son (SALxCOL)x(SALxPAN) 75 con 4.90% y (HUAxKCA)x(SALxHUA) 108 con 4.82% y la cruzada doble con un bajo contenido de grasa es (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99 con 3.22%.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir evaluando sus características agronómicas en las cruzas dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (SALxHUA)x(PASxKCA) 92, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31 por sus altos rendimientos de producción y precocidad, de esta forma liberando variedades adaptadas al altiplano, así favoreciendo a los productores de la región Puno.

Se recomienda realizar la correspondiente evaluación morfológica en las cruzas dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (SALxHUA)x(PASxKCA) 92, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, de tal forma conseguir caracteres notables que ayudaran para una apropiada descripción y posterior a ello logrando la liberación como una nueva variedad.

Se recomienda realizar trabajos de investigación con las cruzas dobles (HUAxKCA)x(PASxKCA) 99, (SALxHUA)x(PASxKCA) 92, (COLxKCA)x(SALxCOL) 125 y (SALxCOL)x(SALxPAN) 31, en distintas condiciones de clima y suelo, con el fin de ver su comportamiento.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, S. fanny. (2015). *Caracterización morfológica y agronómica de progenies s1 autofecundadas procedentes de cruzas dobles en ocho variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo condiciones de invernadero.*
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/380>
- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benitez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, 45(3), 438–469.
- Apaza Mamani, V., Cáceres Sanizo, G., Estrada Zuñiga, R., & Pinedo Taco, R. E. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. *Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación FAO.*
- Barrientos Arpasi, E. W. (2020). *Rendimiento y evaluación agromorfológica de 18 progenies de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) procedentes de cruzas simples distantes y cercanas en el CIP. Camacani e Illpa.*
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15782>
- Bazile, D., & Baudron, F. (2014). Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad. *Cirad - Agritrop.*
- Bertero, H., De la Vega, A., Correa, G., Jacobsen, S., & Mujica, A. (2004). Efectos de la interacción genotipo y genotipo-por-ambiente para el rendimiento de grano y el tamaño de grano de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) según lo revelado por el análisis de patrones de ensayos internacionales en múltiples ambientes.



Investigación de Cultivos de Campo, 89(2–3), 299–318.

- Capriotti, A. L., Cavaliere, C., Piovesana, S Stampachiacchiere, S Ventura, S., Zenezini Chiozzi, R., & Laganà, A. (2015). Characterization of quinoa seed proteome combining different protein precipitation techniques: Improvement of knowledge of nonmodel plant proteomics. *Journal of Separation Science*, 28(6), 1017–1025. <https://doi.org/10.1002/jssc.201401319>
- Catucuamba, T. R. (2021). *Estudio de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la elaboración de cupcake relleno de chocolate.*
- Ccoyllar Quintanilla, K., Zaravia Povich, A., Lozano Povich, A., & Cornejo Tueros, J. (2021). Vulnerabilidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ante eventos de estrés ambiental en las regiones altoandinas del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 1–10.
- Chura, E., Sánchez, A., Haussmann, B., Smith, K., Flores, S., & Flores, A. (2019). Caracterización agronómica de la progenie de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a partir de cruces simples s5 autofecundados cercanos y distantes. *Ciencia e Investigación Agraria: Revista Latinoamericana de Ciencias de La Agricultura*, 46(2), 154–165. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8049325>
- Delatorre-Herrera, J., Sánchez, M., Delfino, I., & Oliva, M. I. (2013). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), un tesoro andino para el mundo. *Idesia (Arica)*, 31(2), 111–114. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292013000200017&script=sci_arttext
- EL-Harty, E. H., Ghazy, A., Alateeq, T. K., Al-Faifi, S. A., Khan, M. A., Afzal, M.,



- Alghamdi, S. S., & Migdadi, H. M. (2021). Migdadi, H.M. Morphological and Molecular Characterization of Quinoa Genotypes. *Agriculture*, 10. <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/4/286>
- Emrani, N., Hasler, M., Patiranage, D., Nathaly, M., Rey, E., & Jung, C. (2020). An efficient method to produce segregating populations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plant Breeding*, 1197.
- Fernández, E. (2022). Los Recursos Fitogenéticos y su rol en la alimentación y agricultura del Perú. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, 55.
- Fuentes, F. (2008). Mejoramiento genético de la quinua. *Departamento de Agricultura Del Desierto y Biotecnología – Universidad Arturo Prat*.
- Gaibor, N. (2008). Evaluación agronómica y potencial proteínico de variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd.) con uno y dos aporques. *Tesis de Grado*, 35.
- García Parra, M. Á., & Plazas Leguizamón, N. Z. (2018). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los sistemas de producción agraria. *Producción + Limpia*, 13(1), 112–119.
- García Parra, M., García Molano, J. F., Melo Ortiz, D., & Deaquiz Oyola, Y. (2017). RESPUESTA AGRONÓMICA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) VARIEDAD DULCE DE SORACÁ A LA FERTILIZACIÓN EN VENTAQUEMADA - BOYACÁ. CULTURA CIENTÍFICA. *CULTURA CIENTÍFICA*, 18. https://www.researchgate.net/publication/322406140_RESPUESTA_AGRONOMICA_DE_LA_QUINUA_Chenopodium_quinoa_Willd_VARIEDAD_DULCE_DE_SORACA_A_LA_FERTILIZACION_EN_VENTAQUEMADA_-_BOYACA



- García Parra, M., Plazas Leguizamón, N., Carvajal Rodríguez, D., Ferreira Torrado, S., & Parra, J. (2018). Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en relación con el suelo y el clima: Una revisión. *Informador Técnico (Colombia)*, 82(2), 241–249.
- Gomes Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. *FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina*, 1–8.
- Guerrero García, E. M. (2015). *Respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes en dos variedades de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el cantón Espejo, provincia del Carchi*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/990>
- Halanoca, V. (2023). *CARACTERIZACIÓN AGROMORFORLÓGICA DE UN HÍBRIDO DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.) PROCEDENTE DE GENITORES GENÉTICAMENTE CERCANAS DE LA CRUZA (SAL X PAN 171) EN PUNO, PERÚ*.
- Hernández, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Cubana de Endocrinología*, 26(3).
- Hussain, M., Muscolo, A., Ahmed, M., Asghar, M., & Al-Dakheel, A. (2020). Características agromorfológicas, de rendimiento y calidad e interrelación con la estabilidad del rendimiento en genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en ambiente marginal salino. *Plantas*. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/12/1763>
- Jacobsen, S. E. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*. 89.
- Jacobsen, S. E., & Mujica, A. (2004). El potencial de la quinua en la alimentación global.



IV Simposio Internacional Desarrollo Sustentable En Los Andes, 33–38.

- Joshi, D., Meena, R., & Chandora, R. (2021). Recursos genéticos: recolección, caracterización, conservación y documentación. *In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Millets and Pseudo Cereals, Woodhead Publishing, 19–31.*
- López, R., Nørrevang, A., Ache, P., Moog, M., Visintainer, D., Wendt, T., Østerberg, J., Dockter, Jørgensen, M., Salvador, A., Hedrich, R., Gao, C., Jacobsen, S., Shabala, S., & Palmgren, M. (2020). *Perspectivas para el mejoramiento acelerado del cultivo resiliente quinua. Diario de Experimental Botánica. 16.*
- Loza-Del Carpio, A., Clavitea, Y., & Delgado, P. (2016). Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano Peruano. *Bioagro, 28(3), 139–150.*
- Marca Flores, Y. (2022). *Caracterización agromorfológica y rendimiento de 18 líneas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) procedentes de cruzas dobles distantes y cercanas genéticamente en el C.E. José Arze Borda-Camacani Puno Perú* [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18816>
- Marquez Quispe, G. Y. (2022). *Selección por rendimiento de progenies de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) procedentes de cruzas simples distantes y cercanas genéticamente en el CIP. Camacani, Puno.*
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/18399>
- Mayta, J. (2021). *Progenies autofecundadas S5 de la quinua: un estudio de características agromorfológicas y moleculares.*



<https://repositorio.unc.br:8443/xmlui/handle/123456789/216>

- Mellado, Z. (2014). Nociones básicas sobre genética y mejoramiento vegetal y animal. *Colección Libros INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias.*, 292.
- Mestanza Quevedo, C., Zambrano Calderón, K., Pinargote Alava, J., Veliz Zamora, D., & Vásconez Montufar, G. (2019). Evaluación agronómica de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones agroclimáticas en la zona de Mocache. *Ciencia Y Tecnología*, 12(1), 19–30.
- Morillo Coronado, A. C., Castro Herrera, M. A., & Morillo Coronado, Y. (2017). Caracterización de la diversidad genética de una colección de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.). *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 49–56.
- Mujica-Sanchez, A., Smith, K., Smidth, W., Hausmann, B., Chura, E., Mamani, E., & Canahua, A. (2013). CRUZAS SIMPLES Y DOBLES EN QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) USANDO MARCADORES MOLECULARES Y MAYORES DISTANCIAS GENÉTICAS. *Revista de Ciencias Agrarias*, 7(1), 13–16.
<http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RCAGRA/article/view/452>
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathe, J. (2004). *Quinua Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Origen y distribución de la Quinua.*
- Mujica, A., Izquierdo, J., Pierre, J., & Jacobsen, S. (2000). *Quinua (Chenopodium quinoa* Willd.) *Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.* 261.
- Mujica, A., Suquilanda, M., Chura, E., Ruiz, E., Leon, A., Cutipa, S., & Ponce, C. (2013). Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Universidad*



- Nacional Del Altiplano, FINCAGRO. Puno, Perú, 118.*
- Nagaraja, A., Chethana, B., & Jain, A. K. (2021). Estrés biótico y su manejo. *Science Direct*, 119–142.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128200896000070>
- Nina Flores, J. M. (2016). COMPARACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) CULTIVADAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE PUNO Y TACNA. *UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA.*
- Palao-Iturregui, L., Pauro-Flores, L., & Delgado-Mamani, P. (2013). Mecanismos de protección para el control de aves plaga en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En salcedo – Puno. *Revista de Ciencias Agrarias.*
<http://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RCAGRA/article/view/460>
- Pando, L., & Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura, Universidad Nacional Agraria La Molina*, 2, 17–18.
- Pinedo Taco, R. E., Gomes Pando, L. R., & Julca Otidiano, A. M. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–17.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1309
- Reinoso, J., & Paredes, S. (1998). Post-Producción de productos andinos en el altiplano: Inventario y demanda. *CONDESAN, CIRNMA*, 1–136.
- Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gomez, P., Leon, L., Alercia, A., Diulgheroff, S., &



- Bazile, D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua. *FAO y CIRAD*.
- Rojas, W., Risi, J., Vargas, M., & Pinto, A. (2014). Propiedades nutricionales de la quinua. *Estudio de La Producción y Mercado de La Quinua. Oficina Del IICA En Bolivia*, 75–105.
- Rojas, W., Vargas Mena, A., & Pinto Porcel, M. (2016). La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(2), 114–124.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182016000200001&script=sci_arttext
- Romero Ucharico, E. M. A. (2021). *Caracterización agromorfológica de líneas autofecundadas S10 de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) procedentes de cruces simples cercanas y distantes genéticamente en Potojani Puno - Perú*.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17355>
- Snowdon, R., Wittkop, B., Chen, T., & Stahl, A. (2021). Adaptación de los cultivos al cambio climático como consecuencia del mejoramiento a largo plazo. *Genética Teórica y Aplicada*, 134, 1613.
- Tapia, M., Sanchez, I., Moron, C., Ayala, G., Fries, A., & Bacigalupo, A. (2000). Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos andinos. *Cultivos Andinos. FAO*.
- Tola, S. (2020). Evaluación de hábitos de consumo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en el área periurbana de la localidad de Patacamaya. *Repositorio Institucional Universidad Mayor de San Andres (Tesis Doctoral)*.



- Velasco, O., Cárdenas, B., Abril, R., Ancco, M., & Ancco, R. (2019). Estudio comparativo del contenido proteico de nueve variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivadas en tres zonas agroecológicas del Perú. *SCIENTIARVM*, *1*(1), 31–35.
- Veloza Ramírez, C., Romero Guerrero, G., & Gómez Piedras, J. J. (2016). RESPUESTA MORFOAGRONÓMICA Y CALIDAD EN PROTEÍNA DE TRES ACCESIONES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA SABANA NORTE DE BOGOTÁ. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *19*(2), 325–332.
- Vilca, S. M., Espinoza, P., & Vidal, A. P. (2015). Multiplicación de semilla de variedades y ecotipos de quinua en valle de majes-Arequipa. *Revista Investigaciones Altoandinas*, *17*(3), 363. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5294148>
- Wahli, C. (1990). Quinua: Hacia su cultivo comercial. *Editorial Latinreco*.

ANEXOS

Tabla A.1. Promedios por repeticiones de días al 50% floración (días) de líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	102	99	103	101
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	90	89	92	90
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	97	100	97	98
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	99	103	100	101
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	100	103	101	101
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	89	90	89	91
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	101	98	100	100
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	99	96	98	98
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	98	96	101	98

Tabla B.2. Promedios por repeticiones de altura de planta (cm) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	86	87	88	87
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	97	98	99	98
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	85	83	83	84
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	88	91	87	89
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	120	117	118	119
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	89	87	89	88
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	92	90	89	90

(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	99	98	97	98
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	97	98	96	97

Tabla C.3. Promedios por repeticiones del diámetro de tallo principal (mm) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	11.6	11.4	10.5	11.2
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	11.7	11.2	11.4	11.4
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	10.0	9.1	9.9	9.7
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	12.1	11.6	11.9	11.9
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	15.5	14.5	13.6	14.5
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	11.7	11.7	10.9	11.4
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	11.6	10.7	10.8	11.0
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	11.4	10.8	11.8	11.3
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	12.2	11.9	11.7	11.9

Tabla D.4. Promedios por repeticiones de la longitud de panoja (cm) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	26.4	26.7	26.2	26.5
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	29.2	28.9	29.3	29.1
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	29.8	29.1	29.6	29.5
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	30.3	30.2	30.7	30.4
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	36.4	36.3	35.9	36.2
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	30.5	29.8	30.4	30.2

(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	32.0	31.9	31.3	31.7
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	31.5	31.4	30.9	31.2
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	31.7	31.6	31.1	31.5

Tabla E.5. Promedios por repeticiones del diámetro de panoja (mm) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	60.2	61.5	60.5	60.7
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	70.2	70.0	70.7	70.3
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	40.6	39.9	40.3	40.2
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	65.8	65.5	65.1	65.5
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	102.3	100.7	102.9	102.0
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	51.7	50.9	51.9	51.5
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	45.6	45.1	45.5	45.4
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	66.7	66.4	66.3	66.5
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	71.5	71.3	70.6	71.1

Tabla F.6. Promedios por repeticiones del número de días a la madurez fisiológica (días) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	163	157	161	165
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	155	154	158	156
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	152	155	154	157
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	165	166	169	167
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	175	178	180	179

(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	149	151	148	149
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	160	156	161	159
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	156	152	152	153
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	165	160	161	162

Tabla G.7. Promedios por repeticiones del rendimiento por hectárea (kg/ha) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	4808	4533	4333	4636
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	5180	5120	5460	5133
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	3387	3400	3733	3507
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	5185	5467	5400	5271
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	9258	8507	8280	8924
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	4280	4027	4293	4347
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	4185	4137	4080	3995
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	5867	5253	5480	5533
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	4940	5253	5307	5167

Tabla H.8. Promedios por repeticiones índice de cosecha (%) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	30.9	28.8	28.0	29.2
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	32.1	30.6	30.6	31.1
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	29.4	27.8	28.8	28.7
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	30.1	28.4	28.3	28.9

(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	27.3	27.3	25.3	26.6
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	28.6	29.4	29.4	29.2
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	27.1	32.4	23.3	27.6
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	28.3	28.6	29.8	28.9
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	28.1	29.5	30.1	29.3

Tabla I.9. Promedios por repeticiones diámetro de grano (mm) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	2.00	2.15	1.88	1.98
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	2.38	2.20	2.35	2.10
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	1.91	1.83	1.75	1.80
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	1.98	2.10	1.96	2.00
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	2.25	2.30	2.06	2.15
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	1.90	1.72	1.70	1.87
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	1.90	1.69	1.83	1.84
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	1.94	1.79	1.81	1.87
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	1.71	1.80	1.65	1.85

Tabla J.10. Promedios por repeticiones de peso de 1000 semillas (g) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	3.0	2.9	3.1	3.0
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	4.6	4.5	4.4	4.5
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	3.1	3.0	3.1	3.0

(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	3.0	2.9	2.8	2.9
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	3.8	3.8	3.6	3.7
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	2.9	2.8	2.7	2.8
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	2.8	2.6	2.6	2.7
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	2.7	2.6	2.7	2.6
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	2.5	2.4	2.5	2.4

Tabla K.11. Promedios por repeticiones rendimiento de semilla por planta (g) en líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), campaña agrícola 2021 – 2022.

Líneas	I	II	III	IV
(SALxCOL)x(SALxPAN) 75	25.2	22.7	21.7	23.2
(SALxCOL)x(SALxPAN) 31	24.1	25.6	27.3	25.7
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 108	16.9	17.0	18.7	17.5
(COLxKCA)x(SALxCOL) 125	24.7	27.3	27.0	26.4
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 99	49.9	42.5	41.4	44.6
(HUAxKCA)x(SALxHUA) 28	23.6	20.1	21.5	21.7
(HUAxKCA)x(PASxKCA) 58	22.7	23.1	20.4	22.1
(SALxHUA)x(PASxKCA) 92	29.3	26.3	27.4	27.7
(SALxHUA)x(PASxKCA) 139	24.7	26.3	26.5	25.8

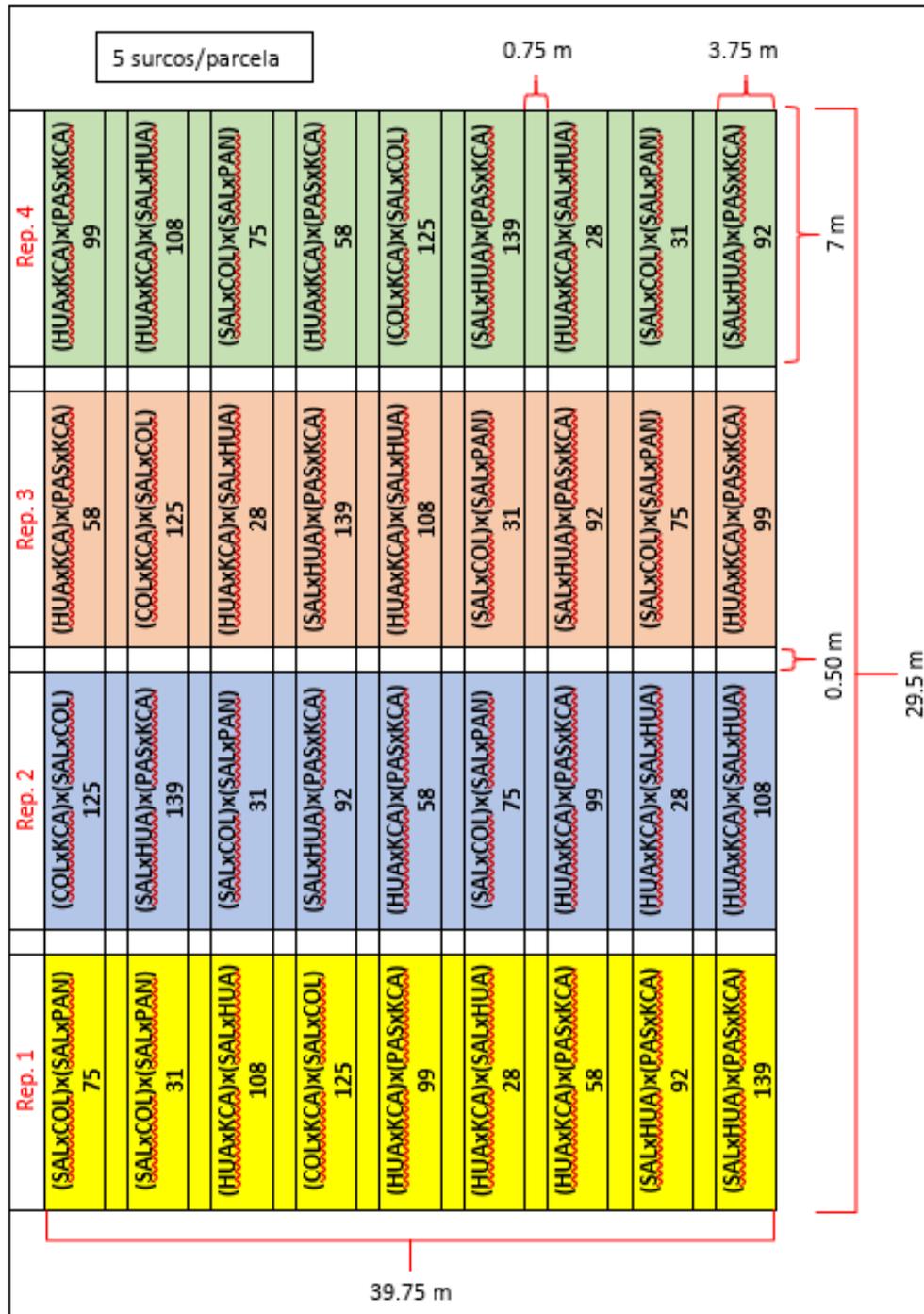


Figura A.1. Croquis del área experimental y distribución de los tratamientos en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Camacani. (Campaña agrícola 2021-2022).

DIAS	R.D.E LA C.ACORA Oct-21			R.D.E LA C.ACORA Nov-21			R.D.E LA C.ACORA Dic-21			R.D.E LA C.ACORA Ene-22			R.D.E LA C.ACORA Feb-22			R.D.E LA C.ACORA Mar-22			R.D.E LA C.ACORA Abr-22			R.D.E LA C.ACORA May-22		
	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP	MAX	MIN	EVP
1	17.6	1.4	0.0	4.2	17.0	2.6	0.0	4.7	20.0	3.4	0.0	4.2	14.6	3.4	0.0	3.2	17.0	1.2	0.0	3.8	17.0	1.2	0.0	3.8
2	17.4	2.8	0.0	4.2	17.6	2.6	0.0	4.4	17.0	3.8	0.0	3.0	11.4	5.0	10.5	2.8	18.0	2.8	0.0	3.2	18.0	2.8	0.0	3.2
3	17.6	5.2	0.0	3.8	17.8	5.4	0.0	3.8	16.4	5.4	12.8	3.8	14.6	5.4	8.0	2.7	16.6	-0.8	0.0	3.5	16.6	-0.8	0.0	3.5
4	17.8	4.2	11.5	3.4	18.4	1.4	0.0	5.8	16.2	5.4	0.0	3.7	14.8	4.8	0.0	3.1	14.8	3.8	0.0	3.2	14.8	3.8	0.0	3.2
5	14.2	3.2	19.6	3.2	18.8	3.8	0.0	4.4	14.2	5.4	2.4	3.4	15.2	3.6	0.0	2.3	14.4	1.6	0.0	3.1	14.4	1.6	0.0	3.1
6	13.6	1.6	8.7	3.2	18.0	2.8	0.0	4.2	14.2	5.8	12.7	3.4	15.0	4.0	0.0	2.5	16.6	-0.2	0.0	3.6	16.6	-0.2	0.0	3.6
7	17.0	4.2	9.3	3.8	18.8	4.2	0.0	4.4	16.2	5.0	7.0	3.8	16.2	3.8	4.0	2.5	15.4	-0.4	0.0	3.2	15.4	-0.4	0.0	3.2
8	17.4	3.2	0.0	3.2	18.6	4.2	0.0	4.6	16.2	5.0	3.0	3.7	15.8	5.6	0.0	2.6	15.6	0.4	0.0	3.3	15.6	0.4	0.0	3.3
9	17.4	3.2	0.0	4.2	17.0	4.4	0.0	5.0	14.2	5.0	3.8	3.3	15.8	4.4	1.5	3.5	14.6	2.4	0.0	3.5	14.6	2.4	0.0	3.5
10	13.8	3.4	0.0	4.2	17.2	4.8	0.0	4.8	13.6	5.4	0.6	3.3	16.0	4.2	0.0	3.2	13.8	1.0	0.0	3.2	13.8	1.0	0.0	3.2
11	13.0	2.8	19.0	4.5	17.2	4.8	0.0	4.8	13.6	5.4	0.6	3.3	16.0	4.2	0.0	3.2	13.8	1.0	0.0	3.2	13.8	1.0	0.0	3.2
12	19.2	3.2	0.0	4.6	16.0	6.0	2.4	4.0	15.2	2.6	0.0	3.8	16.0	4.2	0.0	3.3	13.8	1.0	0.0	3.1	13.8	1.0	0.0	3.1
13	19.2	3.2	0.0	4.6	16.0	6.0	2.4	4.0	15.2	2.6	0.0	3.8	16.0	4.2	0.0	3.3	13.8	1.0	0.0	3.1	13.8	1.0	0.0	3.1
14	20.0	3.6	0.0	4.8	17.4	8.2	0.4	4.0	16.8	4.4	4.0	3.9	15.2	3.0	0.0	3.6	14.2	-0.2	0.0	3.2	14.2	-0.2	0.0	3.2
15	19.0	2.0	0.0	4.2	18.4	3.2	0.4	4.0	16.8	4.4	4.0	3.9	15.2	3.0	0.0	3.6	14.2	-0.2	0.0	3.2	14.2	-0.2	0.0	3.2
16	20.2	1.8	0.0	4.4	17.8	5.6	0.0	4.0	14.8	6.0	7.0	3.8	14.8	6.0	0.0	3.7	15.2	6.0	0.0	3.0	15.2	6.0	0.0	3.0
17	18.0	2.8	0.0	4.5	17.0	4.6	0.0	4.4	14.4	4.0	17.0	3.6	14.4	4.0	0.0	3.4	18.6	4.4	0.0	3.6	14.4	4.0	0.0	3.6
18	18.6	1.0	0.0	4.2	18.6	4.0	0.0	4.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
19	18.0	4.8	0.0	4.4	18.6	4.8	0.0	4.2	15.2	4.0	3.5	3.6	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
20	18.0	1.8	0.0	4.8	18.8	4.8	0.0	4.2	13.8	5.2	21.5	3.1	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
21	18.4	0.6	0.0	4.8	17.8	3.2	0.0	4.1	13.6	5.8	11.5	3.0	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
22	18.0	4.2	0.0	4.6	18.0	2.2	0.0	4.6	10.8	3.8	1.8	3.0	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
23	18.2	3.2	0.0	4.4	17.8	2.0	0.8	4.3	16.8	4.8	0.4	3.3	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
24	20.8	-0.2	0.0	4.8	17.8	6.8	2.6	4.0	14.2	5.4	25.4	3.2	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
25	17.6	2.4	0.0	4.1	18.4	5.0	18.0	3.0	15.0	4.2	6.9	3.4	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
26	15.4	3.2	0.0	3.3	12.4	4.6	5.8	3.2	12.4	4.0	0.5	3.4	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
27	16.4	3.2	0.0	3.9	14.8	4.8	0.0	3.8	15.8	3.0	1.4	3.5	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
28	16.6	4.2	0.0	3.8	17.4	4.8	6.0	3.8	13.8	6.0	1.5	3.0	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
29	16.6	3.8	2.4	4.0	15.6	6.0	0.0	3.7	15.2	6.0	2.8	3.3	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
30	17.4	2.2	0.0	4.0	16.8	4.6	0.0	3.4	18.6	4.4	0.0	3.6	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8
31	17.8	2.4	0.0	3.8	16.2	4.0	0.0	3.4	18.2	4.0	0.0	3.7	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8	14.6	4.2	1.0	3.8

Figura B.2. Datos hidrometeorológicos de la estación meteorológica Rincón de la Cruz

– Acora, Puno – Perú. SENAMHI.

INFORME DE ENSAYO N° 06058-22/SU/ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Proyecto: "Mejoramiento Genético de la Quinua"
 Propietario / Productor : -
 Dirección del cliente : Centro Experimental - Camacani
 Solicitado por : Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Centro Experimental - Camacani
 Procedencia de muestra(s) : Camacani, Plateria, Puno
 Fecha(s) de muestreo : 2022.04.03
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2022.05.20
 Lugar de ensayo : LABSAF Illpa
 Fecha(s) de análisis : 2022.05.23
 Cotización del servicio : N° 062-2022-ILL
 Fecha de emisión : 2022.06.03

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU550-ILL-22	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2022.04.03	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el	Muestra 1	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	--	8.106	-	-	-
Conductividad Eléctrica	uS/cm	--	9.82	-	-	-
Materia Orgánica	%	--	1.64	-	-	-
Nitrógeno	%	--	0.061	-	-	-
Fósforo	ppm	--	8.31	-	-	-
Potasio	ppm	--	78.19	-	-	-
Carbonatos calcio	%	--	0.00	-	-	-
Análisis de Mecánico						
Arena	%	--	31.76	-	-	-
Limo	%	--	58.56	-	-	-
Arcilla	%	--	9.68	-	-	-
Clase Textural	--	--	Franco Limoso	-	-	-
Cationes Intercambiables						
Aluminio (Al)	meq/100g	0.10	0.00	-	-	-
Calcio (Ca)	meq/100g	0.10	20.00	-	-	-
Magnesio (Mg)	meq/100g	0.10	5.00	-	-	-
Potasio (K)	meq/100g	0.10	0.00	-	-	-
Sodio (Na)	meq/100g	0.10	0.17	-	-	-
Suma de Cationes	meq/100g	--	25.17	-	-	-
Capacidad de Intercambio cationico	meq/100g	0.10	25.90	-	-	-

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA - PUNO

MVZ. FREDDY LOPE DUEÑAS
DIRECTOR

Figura C.3. Análisis de caracterización del suelo experimental (INIA).

REPORTE DE ANALISIS

SOLICITANTE : Alex Poma Maquera.
PROCEDENCIA :
PRODUCTO : Granos de Quinoa.
CANTIDAD :
MUESTREO : Interesado.
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Proteína y Grasa.
N° DE ANALISIS : 09.
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 de Junio del 2022.
FECHA DE CERTIFICACIÓN : 22 de Junio del 2022.

DETERMINACIONES:

N°	Clave Usuario	Extracto Etereo %	Proteína %
01	(Salcedo INIA x Negra Collana)x(Salcedo INIA x Pandela)75	4.90	12.60
02	(Salcedo INIA x Negra Collana)x(Salcedo INIA x Pandela)31	4.71	12.79
03	(Huariponcho x Kcancolla)x(Salcedo INIA x Huariponcho)108	4.82	12.33
04	(Negra Collana x Kcancolla)x(Salcedo INIA x Negra Collana)125	3.90	12.29
05	(Huariponcho x Kcancolla)x(Pasankalla x Kcancolla)99	3.22	12.00
06	(Huariponcho x Kcancolla)x(Salcedo INIA x Huariponcho)28	3.87	12.24
07	(Huariponcho x Kcancolla)x(Pasankalla x Kcancolla)58	3.77	11.66
08	(Salcedo INIA x Huariponcho)x(Pasankalla x Kcancolla)92	4.00	12.07
09	(Salcedo INIA x Huariponcho)x(Pasankalla x Kcancolla)139	4.00	12.13
10			

Referencias:
Metodologías analíticas en Quinoa. Ministerio de Agricultura y Riego primera edición Diciembre 2019 Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. Tiraje 2000 ejemplares 100 pag.
1.-Determinación de Extracto Etereo por el método Sohlet éter dietílico.
2.-Determinación de proteínas método 984.13(AOAC, 1990) Microkjeldahl.

Conclusiones:
Ninguna.

Validez del Certificado:
Este Certificado es válido si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
Ing° JORGE CANHUUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

La Rinconada Salcedo S/N°-Puno
T: (051) 363 812
www.inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe



Figura D.4. Análisis de grasa mediante el método Sohlet éter dietético y proteína mediante el método 984.13 (INIA) de las 9 líneas (Cruzas Dobles) de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).



Figura E.5. Preparación de terreno para la instalación del experimento en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Camacani. (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura F.6. Surcado de la parcela en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Camacani. (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura G.7. Marcado de parcelas y siembra del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura H.8. Germinación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura I.9. Deshierbo del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura J.10. Desahije del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura K.11. Aporque del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura L.12. Control ornitológico en el área experimental del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura M.13. Evaluaciones agronómicas del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura N.14. Cosecha del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). (Campaña agrícola 2021-2022).



Figura Ñ.15. Trillado manual del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).
(Campaña agrícola 2021-2022).



Figura O.16. Empacamiento de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).
(Campaña agrícola 2021-2022).



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
UNIDAD DE INVESTIGACION



FORMATO N° 1

SEÑOR SUB DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA AGRONOMICA UNA - PUNO:

En mérito a la evaluación y dictamen del borrador de tesis, titulado **CARACTERIZACIÓN AGRO MORFOLÓGICA, PROTEÍNA Y GRASA DE PROGENIES PROCEDENTES DE CRUZAS DOBLES DISTANTES Y CERCANAS GENÉTICAMENTE DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL CIP CAMACANI. PUNO-PERU**, con código PILAR N° 2021-1119 presentado por el bachiller **ALEX POMA MAQUERA**, el jurado revisor lo declara:

APTO (X)

Por tanto, esta expedito para la sustentación no presencial y defensa de la tesis. Determinando que dicho acto académico se lleve a cabo el día **12 de julio del 2023** a las **08:00** horas. Por lo que solicitamos a usted, se efectúe los tramites y la publicación correspondiente para la realización de acuerdo a lo reglamentado.

En Puno (C.U.), a los 07 días del mes de julio del 2023

D.Sc. ELEODORO PLACIDO CHAHUARES VELASQUEZ Ph. D. ANGEL MAURICIO HOLGUERIN SUJICA SANCHEZ
Presidente Primer miembro

M.Sc. ABDON CHARAJA VILLALTA
Segundo miembro

D.Sc. ERNESTO JAVIER CHURA YUPANQUI ALEX POMA MAQUERA
Director o asesor de Tesis Tesista

PROVEIDO DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Considerando que la evaluación y dictamen del borrador de tesis por el jurado revisor se declaró como apto:

Esta Sub-Dirección autoriza el trámite y la publicación de la sustentación presencial y defensa de la tesis; de acuerdo a la fecha y hora determinada por los jurados, en la sala de docentes para su desarrollo. A la misma, los documentos que se presentan para su publicación en el Repositorio Institucional son veraces y auténticos del autor (es).

Puno C.U. 07 de julio del 2023

M. Sc. Luis Amílcar Bataño Macedo
Sub-Director de la Unidad de Investigación-EPIA



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Alex Poma Maquera,
identificado con DNI 73636085 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Caracterización Agro morfológica, Proteína y Grasa de Progenies Procedentes de Cruzas Pobles Distantes y Cercanas Genéticamente de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) En El CIP Camacani, Puno-Perú."

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 07 de Julio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Alex Poma Maguerra
identificado con DNI 73636085 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrónoma

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Caracterización Agro morfológica, Proteína y Grasa
de Progenies Procedentes de Cruzas Dobles Distantes
y Cercanas Genéticamente de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.)
En El CIP Camacani, Puno - Perú.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 07 de julio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella