



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



**“COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE LÍNEAS F9
SOBRESALIENTES DE CRUZAS SIMPLES GENETICAMENTE
DISTANTES Y CERCANAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
EN CAMACANI”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. EDITH MARITZA SALAZAR CANAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios.

Dedico este triunfo a Dios, por ser el forjador de mi camino, por darme día a día su aliento de vida para seguir adelante, por darme salud, felicidad y por haberme permitido llegar hasta este momento, además por permitirme disfrutar de todas las cosas maravillosas que nos ofrece este mundo y seguir haciendo que cada día valga la pena.

A mis padres.

Con mucho respeto, amor y cariño a ROSENDO Y ALEJANDRINA, por su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, por su amor incondicional, sus consejos y hacer de mí una mujer de principios y valores, además sin su apoyo y paciencia llegar hasta este momento hubiese sido difícil.

A mis familiares.

*A mi Papa Daniel (+) y A mis hermanos Yony, Yaneth, Willy, Rene, David y Alex, porque de ellos aprendí que, hacer cosas grandes es el éxito de todos ya que ellos son mi mejor equipo, además de ellos aprendí de aciertos y que los momentos difíciles tienen una solución; como dice el dicho “Uno a uno somos mortales, pero juntos somos eternos”
Familia SALAZAR CANAZA.*

A Huber y a mi hija Valery, quienes me dieron una fortaleza increíble y, enseñarme que el sueño y anhelo de ser profesional es posible.

A mis maestros.

A mis maestros y administrativos de la Escuela Profesional de Ingeniería agronómica que me impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil y que me ayudaron de una u otra forma para hacer posible la realización de la tesis. Al CIP Camacani que me permitió realizar este proyecto de tesis.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que, hasta ahora, seguimos siendo amigos a todos ellos sin excluir a ninguno, en especial a Silvia, Sulma, Verónica, Elizabeth, Vilck y Hofner, por haberme ayudado a realizar este trabajo, Amigos como ustedes son fáciles de querer, fáciles de apreciar, pero imposible olvidar.

Maritza Salazar



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Nacional del Altiplano en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por permitirme ser un profesional en los que tanto me apasiona. Gracias a cada maestro y administrativo por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi formación profesional.

A los miembros del Jurado calificador de tesis, por sus observaciones y sugerencias, para la mejora y posterior publicación del proyecto de investigación.

Al mi director Ph. D. Ángel Mujica Sánchez, por darme la oportunidad de ser parte del proyecto de mejoramiento genético de quinua, por la orientación, seguimiento, supervisión continua, pero sobre todo por la motivación y el apoyo durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Flavio Lozano, Ing. Silvia Flores y al equipo de trabajo del proyecto de mejoramiento genético de quinua, por su asesoramiento y colaboración en el desarrollo del presente trabajo quienes me apoyaron en la planificación, establecimiento, desarrollo y culminación con éxito este trabajo de investigación.

Doy gracias a mis amados padres y hermanos por apoyarme en todo momento, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación, y más porque son un ejemplo a seguir.

Finalmente, un profundo agradecimiento a todos aquellos amigos que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

¡¡¡Mi eterna gratitud y reconocimiento a todos ellos... gracias!!!

Maritza Salazar



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 17

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 18

2.2. MARCO TEÓRICO 21

2.2.1. Origen y distribución de la quinua 21

2.2.2. Posición taxonómica..... 23

2.2.3. Descripción botánica 23

2.2.4. Fases fenológicas..... 27

2.2.5. Cultivares comerciales en quinua..... 30

2.2.6. Fitomejoramiento en quinua..... 34

2.2.7. Objetivos del mejoramiento 34

2.2.8. Métodos de mejoramiento 35

2.2.9. Mejoramiento de rendimiento 41

2.2.10. Mejoramiento de la Calidad 44

2.2.11. Heredabilidad de caracteres e índice de selección..... 45

2.2.12. Principios biológicos y genéticos para el mejoramiento del cultivo. 46



2.2.13. Erosión genética	47
2.3. HIPÓTESIS	48
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN	49
3.2. HISTORIAL DEL CAMPO.....	50
3.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS.....	51
3.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	52
3.5. MATERIALES.....	54
3.5.1. Material vegetal	54
3.5.2. Insumos.....	55
3.5.3. Material de campo	56
3.5.4. Material de laboratorio	56
3.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO	56
3.6.1. Características del experimento.....	56
3.6.2. Diseño experimental	57
3.6.3. Conducción del experimento	57
3.6.4. Métodos de registro, procesamiento y análisis de datos.....	61
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. HUARIPONCHO X KCANCOLLA (HUA x KCA = C1)	64
4.1.1. Componentes directos del rendimiento	64
4.1.2. Componentes indirectos del rendimiento	67
4.2. SALCEDO INIA X HUARIPONCHO (SAL x HUA = C2)	75
4.2.1. Componentes directos del rendimiento	75
4.2.2. Componentes indirectos del rendimiento	78
4.3. PASANKALLA X KCANCOLLA (PAS x KCA = C3).....	85
4.3.1. Componentes directos del rendimiento	85
4.3.2. Componentes indirectos del rendimiento	88
4.4. SALCEDO INIA X PANDELA ROSADA (SAL X PAN = C4).....	95



4.4.1. Componentes directos del rendimiento	95
4.4.2. Componentes indirectos del rendimiento	98
4.5. NEGRA COLLANA X KCANCOLLA (COL X KCA = C5)	104
4.5.1. Componentes directos del rendimiento	104
4.5.2. Componentes indirectos del rendimiento	107
4.6. SALCEDO INIA X NEGRA COLLANA (SAL X COL = C6).....	116
4.6.1. Componentes directos del rendimiento	116
4.6.2. Componentes indirectos del rendimiento	119
4.7. COMPARACIÓN ENTRE CRUZAS CON SUS GENITORES	128
4.7.1. Días a la floración.....	128
4.7.2. Madurez fisiológica	129
4.7.3. Diámetro de panoja.....	129
4.7.4. Longitud de panoja	129
4.7.5. Altura de planta	130
4.7.6. Rendimiento de grano.....	130
V. CONCLUSIONES.....	133
VI. RECOMENDACIONES.....	136
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
ANEXOS.....	147

ÁREA: Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 de enero de 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distancia de similitud genética de ocho variedades de quinua.....	21
Figura 2.	Foto satelital del campo experimental del CIP Camacani – UNA Puno.....	50
Figura 3.	Climograma rincón de la plata – acora, campaña agrícola (2017 – 2018)...	54
Figura 4.	Comportamiento del vigor de las cruza Huariponcho x Kcancolla.....	67
Figura 5.	Color de pericarpio de la cruza Huariponcho x Kcancolla	69
Figura 6.	Color de episperma de la cruza Huariponcho x Kcancolla	69
Figura 7.	Vigor de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho	78
Figura 8.	Color de pericarpio de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho	80
Figura 9.	Color de episperma de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho	80
Figura 10.	Porcentaje de vigor de la cruza Pasankalla x Kcancolla	88
Figura 11.	Color de pericarpio de la cruza Pasankalla x Kcancolla	89
Figura 12.	Color de episperma de la cruza Pasankalla x Kcancolla.....	90
Figura 13.	Porcentaje de vigor de la cruza Salcedo INIA x Pandela Rosada.....	98
Figura 14.	Color de pericarpio de la cruza Salcedo INIA x Pandela Rosada.....	99
Figura 15.	Color de episperma de la cruza Salcedo INIA x Pandela Rosada.....	100
Figura 16.	Porcentaje de vigor de la cruza Negra collana x Kcancolla.....	107
Figura 17.	Color de pericarpio de la cruza Negra collana x Kcancolla.....	109
Figura 18.	Color de episperma de la cruza Negra collana x Kcancolla.....	109
Figura 19.	Porcentaje de vigor de la cruza Salcedo INIA x Negra collana	119
Figura 20.	Color de pericarpio de la cruza Salcedo INIA x Negra collana	121
Figura 21.	Color de episperma de la cruza Salcedo INIA x Negra collana.....	121



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Historial de campo del cultivo de quinua - CIP Camacani.....	50
Tabla 2.	Análisis de suelo del sitio experimental.....	52
Tabla 3.	Datos meteorológicos correspondiente a la campaña agrícola 2017-2018; Estación Meteorológica Rincón de la cruz – Acora.....	53
Tabla 4.	Material vegetal de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas	55
Tabla 5.	Malezas presentes en el campo experimental	59
Tabla 6.	Color de grano para el género chenopodium	63
Tabla 7.	Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para la craza HUA x KCA Camacani. Plateria. Puno. 2018.....	66
Tabla 8.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días a la floración.	70
Tabla 9.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.....	71
Tabla 10.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.....	72
Tabla 11.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para altura de planta.....	73
Tabla 12.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para el rendimiento de quinua.....	74
Tabla 13.	Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Camacani. Plateria. Puno. 2018	77
Tabla 14.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.	81
Tabla 15.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.....	82
Tabla 16.	Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de panoja.....	83



Tabla 17. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.....	84
Tabla 18. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para la cruce PAS x KCA Camacani. Plateria. Puno. 2018	87
Tabla 19. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.....	91
Tabla 20. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.....	92
Tabla 21. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.....	93
Tabla 22. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.....	94
Tabla 23. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para la cruce SAL x PAN Camacani. Plateria. Puno. 2018	97
Tabla 24. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.....	101
Tabla 25. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.....	102
Tabla 26. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.....	103
Tabla 27. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para la cruce COL x KCA Camacani. Plateria. Puno. 2018.....	106
Tabla 28. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.....	110
Tabla 29. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.....	111
Tabla 30. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de panoja.....	112



Tabla 31. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.....	113
Tabla 32. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para altura de planta.....	114
Tabla 33. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.....	115
Tabla 34. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) para la cruce SAL x COL Camacani. Plateria. Puno. 2018	118
Tabla 35. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.....	122
Tabla 36. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.....	123
Tabla 37. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de panoja.....	124
Tabla 38. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.....	125
Tabla 39. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para altura de planta.....	126
Tabla 40. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.....	127
Tabla 41. Resumen del comparativo de genitores con sus progenies.....	132



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Tratamientos utilizados en la cruza 1 (Huariponcho x Kcancolla).....	147
Anexo 2.	Tratamientos utilizados en la cruza 2 (Salcedo INIA x Huariponcho).....	149
Anexo 3.	Tratamientos utilizados en la cruza 3 (Pasankalla x Kcancolla).....	151
Anexo 4.	Tratamientos utilizados en la cruza 4 (Salcedo INIA x Pandela)	153
Anexo 5.	Tratamientos utilizados en la cruza 5 Negra collana x Kcancolla	155
Anexo 6.	Tratamientos utilizados en la cruza 6 Salcedo INIA x Negra collana	157
Anexo 7.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruza Huariponcho x Kcancolla	159
Anexo 8.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruza Huariponcho x Kcancolla.....	159
Anexo 9.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruza Huariponcho x Kcancolla	159
Anexo 10.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruza Huariponcho x Kcancolla.....	160
Anexo 11.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruza Huariponcho x Kcancolla	160
Anexo 12.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruza Huariponcho x Kcancolla	160
Anexo 13.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho.....	161
Anexo 14.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho	161
Anexo 15.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho.....	161
Anexo 16.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho	162
Anexo 17.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho.....	162
Anexo 18.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruza Salcedo INIA x Huariponcho.....	162
Anexo 19.	ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruza Pasankalla x Kcancolla	163



Anexo 20. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruza Pasankalla x Kcancolla.....	163
Anexo 21. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruza Pasankalla x Kcancolla	163
Anexo 22. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruza Pasankalla x Kcancolla.....	164
Anexo 23. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruza Pasankalla x Kcancolla	164
Anexo 24. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruza Pasankalla x Kcancolla	164
Anexo 25. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruza Salcedo INIA x Pandela.....	165
Anexo 26. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruza Salcedo INIA x Pandela	165
Anexo 27. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruza Salcedo INIA x Pandela.....	165
Anexo 28. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruza Salcedo INIA x Pandela	166
Anexo 29. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruza Salcedo INIA x Pandela.....	166
Anexo 30. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruza Salcedo INIA x Pandela.....	166
Anexo 31. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruza Negra Collana x Kcancolla	167
Anexo 32. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruza Negra Collana x Kcancolla	167
Anexo 33. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruza Negra Collana x Kcancolla	167
Anexo 34. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruza Negra Collana x Kcancolla	168
Anexo 35. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruza Negra Collana x Kcancolla	168
Anexo 36. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruza Negra Collana x Kcancolla	168



Anexo 37. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruza Salcedo INIA x Negra Collana	169
Anexo 38. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruza Salcedo INIA x Negra Collana.....	169
Anexo 39. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruza Salcedo INIA x Negra Collana	169
Anexo 40. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruza Salcedo INIA x Negra Collana.....	170
Anexo 41. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruza Salcedo INIA x Negra Collana	170
Anexo 42. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruza Salcedo INIA x Negra Collana	170
Anexo 43. Croquis del campo experimental de las progenies de cruzas simples cercanas y distantes de quinua – campaña agrícola 2017 - 2018	171
Anexo 44. Datos de la estación meteorológica rincón de la cruz Acora	172
Anexo 45. Resultados del análisis físico químico solicitados por el encargado del proyecto mejoramiento genético de quinua del CIP- Camacani.....	173



RESUMEN

En la actualidad la quinua del altiplano Puneño, posee una excelente demanda a nivel nacional e internacional, sin embargo, hay una baja producción a consecuencia de las inclemencias climatológicas, la presencia de plagas y enfermedades que afectan principalmente a las variedades tardías; por ello el presente trabajo de investigación tiene como objetivo comparar el rendimiento de las líneas F9 sobresalientes de cruzas simples genéticamente cercanas y distantes. La investigación se condujo en un diseño de lattice simple de 10 x 10 para cada craza con 2 repeticiones en la localidad de Camacani, Platería – Puno. Se evaluó vigor, floración, madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, rendimiento y color de grano, utilizando la metodología propuesta por los descriptores de caracterización y evaluación, validados por el Bioversity Internacional del año 2013. En los resultados muestran que se encontró alta significación estadística para días a la floración y la madurez fisiológica en las seis cruzas, pero no existió diferencia significativa para el rendimiento, asimismo las seis cruzas presentan un buen vigor. sin embargo, para la craza HUA x KCA se encontró alta significación para el diámetro de panoja y altura de planta, pero no existió diferencia significativa para longitud de panoja. En la craza SAL x HUA se encontró alta significación para la longitud de panoja, pero no existió diferencia significativa para el diámetro de panoja y altura de planta. En la craza PAS x KCA se encontró significancia para el diámetro de panoja, pero no existió diferencia significativa para la longitud de panoja y altura de planta. En la craza SAL x PAN no se encontró significancia para el diámetro de panoja, longitud de panoja y altura de planta. En la craza COL x KCA se encontró alta significancia para el diámetro de panoja, longitud de panoja y altura de planta. En la craza PAS x KCA se encontró alta significancia para el diámetro de panoja, longitud de panoja y altura de planta. Las líneas que presentaron mayor rendimiento fueron: HUA x KCA 174 con 3.88 t/ha, SAL x HUA 4 con 3.81 t/ha, PAS x KCA 53 con 2.56 t/ha, SAL x PAN 164 con 3.79 t/ha, COL x KCA 187 con 3.36 t/ha y SAL x COL 63 con 4.04 t/ha. En conclusión, al término de este trabajo se pudo observar que las cruzas presentan heterosis en variables de: días a la floración las cruzas HUA x KCA y COL x KCA en Madurez fisiológica las cruzas HUA x KCA, SAL x HUA y COL x KCA. En Diámetro de panoja COL x KCA y SAL x COL. En la Longitud de panoja la craza HUA x KCA. En la Altura de planta la craza HUA x KCA y en Rendimiento de grano las cruzas HUA x KCA, COL x KCA y SAL x COL.

Palabras claves: Cruzas, Genitores, Mejoramiento Genético y Quinua.



ABSTRACT

At present, quinoa from the Puneño plateau has an excellent demand at national and international level, however, there is a low production as a result of the inclement weather, the presence of pests and diseases that mainly affect late varieties; Therefore, the present research work aims to compare the performance of the outstanding F9 lines of genetically close and distant simple crosses. The investigation was conducted in a simple 10 x 10 lattice design for each cross with 2 repetitions in the town of Camacani, Plateria - Puno. Vigor, flowering, physiological maturity, plant height, panicle length, panicle diameter, yield and grain color were evaluated, using the methodology proposed by the characterization and evaluation descriptors, validated by the International Bioversity of 2013. In the Results show that high statistical significance was found for days at flowering and physiological maturity in the six crosses, but there was no significant difference in yield, also the six crosses have good vigor. however, for the HUA x KCA cross, high significance was found for panicle diameter and plant height, but there was no significant difference for panicle length. In the SAL x HUA cross, high significance was found for panicle length, but there was no significant difference for panicle diameter and plant height. In the PAS x KCA cross, significance was found for panicle diameter, but there was no significant difference for panicle length and plant height. In the SAL x PAN cross, no significance was found for panicle diameter, panicle length and plant height. At the COL x KCA cross, high significance was found for panicle diameter, panicle length and plant height. In the PAS x KCA cross, high significance was found for panicle diameter, panicle length and plant height. The lines with the highest performance were: HUA x KCA 174 with 3.88 t / ha, SAL x HUA 4 with 3.81 t / ha, PAS x KCA 53 with 2.56 t / ha, SAL x PAN 164 with 3.79 t / ha, COL x KCA 187 with 3.36 t / ha and SAL x COL 63 with 4.04 t / ha. In conclusion, at the end of this work it was observed that the crosses present heterosis in variables of: days to flowering the HUA x KCA and COL x KCA crosses in physiological Maturity the HUA x KCA, SAL x HUA and COL x KCA crosses. In pan diameter COL x KCA and SAL x COL. In the Panicle length it is crossed by HUA x KCA. In the Plant height the HUA x KCA crosses and in Grain Performance the HUA x KCA, COL x KCA and SAL x COL crosses.

Keywords: Crosses, Genitors, Genetic Improvement and Quino



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) juega un papel importante en la agricultura nacional y mundial, desde el punto de vista económico, social, nutricional y agronómico, esto debido a su alto contenido en aminoácidos esenciales y su capacidad para soportar a condiciones ambientales extremas. Por ello este grano ha sido seleccionado como uno de los cultivos destinados a ofrecer la seguridad alimentaria en el siglo XXI (Jacobsen y Sherwood, 2002). Estas características demuestran que se trata de un cultivo de gran importancia en la actualidad y con mucha potencialidad en un futuro, por lo cual debe evaluarse y estudiarse.

A partir del siglo XX se han estado produciendo nuevas variantes genéticas mediante cruza, lo anterior para solucionar algunos problemas de producción (Laguna *et al.*, 2006). Actualmente el genetista moderno está buscando mejorar en sus características agronómicas, de producción y arquitectura de planta, que le permita una cosecha más rápida, eficiente y con menores desperdicios para ello, deben utilizar la enorme agrobiodiversidad para seleccionar y recombinar caracteres hasta encontrar genotipos deseados para su mejor adaptación a diferentes latitudes y con distintos grados de tolerancia o resistencia a los factores abióticos adversos (Mujica, 2014).

Las metodologías de mejoramiento aplicados en quinua son variadas, sin embargo, una estrategia adecuada y vía más rápida para combinar caracteres favorables y generar variabilidad es el método de la hibridación (Aguirre, 2015).

Por tal razón en el presente trabajo de investigación, desarrollado con apoyo de los descriptores de caracterización y evaluación de quinua propuesto por Bioversity Internacional 2013, se planteó evaluar la altura de planta, vigor, longitud de panoja, diámetro de panoja, floración, madurez fisiológica, rendimiento de grano por planta,



rendimiento de grano por surco, rendimiento de grano por hectárea y color de grano de las progenies autofecundadas F9 trazándome como objetivo lo siguiente:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar el rendimiento de las líneas F9 sobresalientes de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la altura de planta, vigor, longitud de panoja, diámetro de panoja, floración, madurez fisiológica, rendimiento de grano por planta, rendimiento de grano por surco, rendimiento de grano por hectárea y color de grano; de las líneas F9 sobresalientes de cruzas simples genéticamente cercanas y distantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).
- Comparar el rendimiento entre líneas F9, genitores y testigos de las cruzas simples genéticamente cercanas y distantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

El presente trabajo de investigación titulado “Comparativo del rendimiento de líneas F9 sobresalientes de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Camacani”; es un eslabón más del proyecto de Mejoramiento Genético de la Quinua y Cultivos Andinos que se inició en el año 2011, este proyecto se inicia a partir de la metodología de hibridación. Para lo cual Lescano (1994), menciona que la hibridación es un método que puede ser empleado en quinua, porque presenta buenas perspectivas, para el mejoramiento principalmente en rendimiento, tamaño de grano, contenido de saponina, resistencia a enfermedades y otras características agronómicas. En ese sentido, las hibridaciones simples se realizaron en el invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, siguiendo la metodología de trabajo, se procedió al embolsado de panojas con papel glassine para que esta y las siguientes generaciones mantengan su pureza genética para así sembrar entre las localidades de Arequipa y Puno, con la finalidad de efectuar dos autofecundaciones por campaña agrícola. El objetivo fue obtener progenies con características fenotípicas, genotípicas y agronómicas sobresalientes. Mujica *et al.* (2017), menciona que los genitores son asistidos por marcadores moleculares e índice de similitud genética, mostrando así la utilidad de estas como herramienta para seleccionar los mejores genitores mediante estimación de distancias genéticas; asimismo menciona que la determinación de las distancias genéticas se efectuó en la Universidad de Hohenheim, Alemania; para ello se han utilizado como genitores a: Salcedo INIA (SAL), Huariponcho (HUA), Choclito (CHO), Chullpi Rojo (CHU), Pasankalla (PAS), Negra Collana (COL),



Kcancolla (KCA), Pandela Rosada (PAN). Al respecto Bustincio (2013), señala que para la interpretación de los resultados de análisis molecular de las ocho variedades de quinua se han reconocido y elegido a seis variedades las cuales se dividió en dos grupos, las genéticamente más distantes y las genéticamente más cercanas. Los resultados indican que las accesiones más distantes son: Kcancolla con Huariponcho, Salcedo INIA con Huariponcho y Pasankalla con Kcancolla y las más cercanas son: Kcancolla con Negra collana, Salcedo INIA con Pandela y Salcedo INIA con Negra collana, como se muestra en la Figura 1. En un trabajo de investigación realizada por Pinto (2014), tuvo como objetivo la caracterización morfológica y agronómica de progenies F1 autofecundas procedentes de cruzas simples en ocho variedades de quinua, las variables estudiadas fueron 41, siendo 29 de caracterización morfológica, 10 de evaluación agronómica y 2 de evaluación química, para ello realizó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey, en donde el comparativo con el análisis de componentes principales, se encontró que las cruzas más sobresalientes en cuanto a características de precocidad, rendimiento y calidad; son las que se ubican en el tercer cuadrante, estas son: craza 1 (Salcedo INIA x Huariponcho), craza 3 (Salcedo INIA x Negra Collana), craza 19 (Pasankalla x Pandela) y craza 22 (Kcancolla x Pandela), posteriormente en la siguiente generación Apaza (2014), estudio la caracterización agromorfológica de seis progenies S3 autofecundadas procedentes de cruzas simples (genéticamente distantes, y cercanas), cuyo objetivo fue determinar el nivel de variabilidad genética de las progenies mediante la caracterización agromorfológica, en donde mediante el uso de la estadística descriptiva se obtuvo que los caracteres longitud de la panoja, diámetro de la panoja y número de dientes de hoja son las más variables y las características que menor variación presentaron fueron: el peso hectolítrico, días hasta el inicio de floración y número de días hasta grano lechoso seguidamente Domínguez (2014), caracterizo agromorfológicamente progenies



autofecundadas S4, procedentes de cruzas simples, en donde obtuvo como resultado a través de la proporción de varianza que las variables fenológicas fueron más discriminatorias que las variables de grano y éstas, a su vez, más que las variables de arquitectura de planta, asimismo menciona que agronómicamente se destaca la crusa distante Pasankalla x Kankolla porque presenta poca saponina y alto rendimiento en grano. Choquechambi (2016), también caracterizo agromorfológicamente a las seis progenies S5, obtuvo como resultado mediante el uso de la estadística descriptiva los caracteres que tienen las más altas varianzas: diámetro de panoja (8.63%), longitud de peciolo (8.18%), ancho máximo de la hoja (7.99%), longitud máxima de la hoja (6.56%) y rendimiento de semilla por planta (6.63%) asimismo con el análisis clúster observó que el genitor femenino tiene mayor similitud o asociación con las cruzas en sus caracteres, menciono también que las cruzas que tienen mayor asociación con el genitor femenino, fueron las siguientes: COL x KCA, HUA x KCA, SAL x COL, PAS x KCA. De esta forma Flores (2017), también caracterizo agronómicamente las líneas seleccionadas de las autofecundaciones S5 asimismo evaluó la variabilidad genética entre líneas mediante la metodología de estadística y análisis multivariado en base a caracteres agronómicos; de las cuales la crusa que presento un mejor comportamiento en cuanto a altura de planta, diámetro de tallo principal, longitud de la panoja, diámetro de la panoja, floración y madurez fisiológica fue PAS x KCA esto en función a los promedios más altos; además en cuanto a rendimiento de grano/planta, rendimiento por hectárea, peso hectolitrico, peso de 1000 granos y diámetro de grano la que mejor comportamiento tuvo fue la cruza HUA x KCA; sin embargo cabe resaltar que la crusa más precoz fue HUA X KCA 177.51 (días) y la más tardía fue PAS X KCA 192.98 (días). En cuanto a la variabilidad genética se observa que el grado de determinación genética (GDG) estimado para las once variables, en base a varianzas fenotípicas, en general no alcanzó magnitudes elevadas debido a un

notorio predominio de la varianza ambiental o características edafoclimáticas. Asimismo Apaza (2018), en la investigación selección de líneas obtenidos por hibridación de las autofecundaciones S5 de cruza simples, en base a las características agronómicas, mostro como resultado que la craza Huariponcho y Kcancolla presento un periodo vegetativo de 183 días, con una altura de planta 64.23 cm y con un rendimiento de 4.10 T.ha⁻¹; y las líneas sobresalientes fueron L22, L38, L5, L21, L10, L16 y L37 quienes presentaron las características anheladas por agricultores y mejoradores, ya que son precoces y de alto rendimiento superando a sus genitores; en ese sentido concluye que existe una ganancia genética de las progenies respecto a sus genitores.

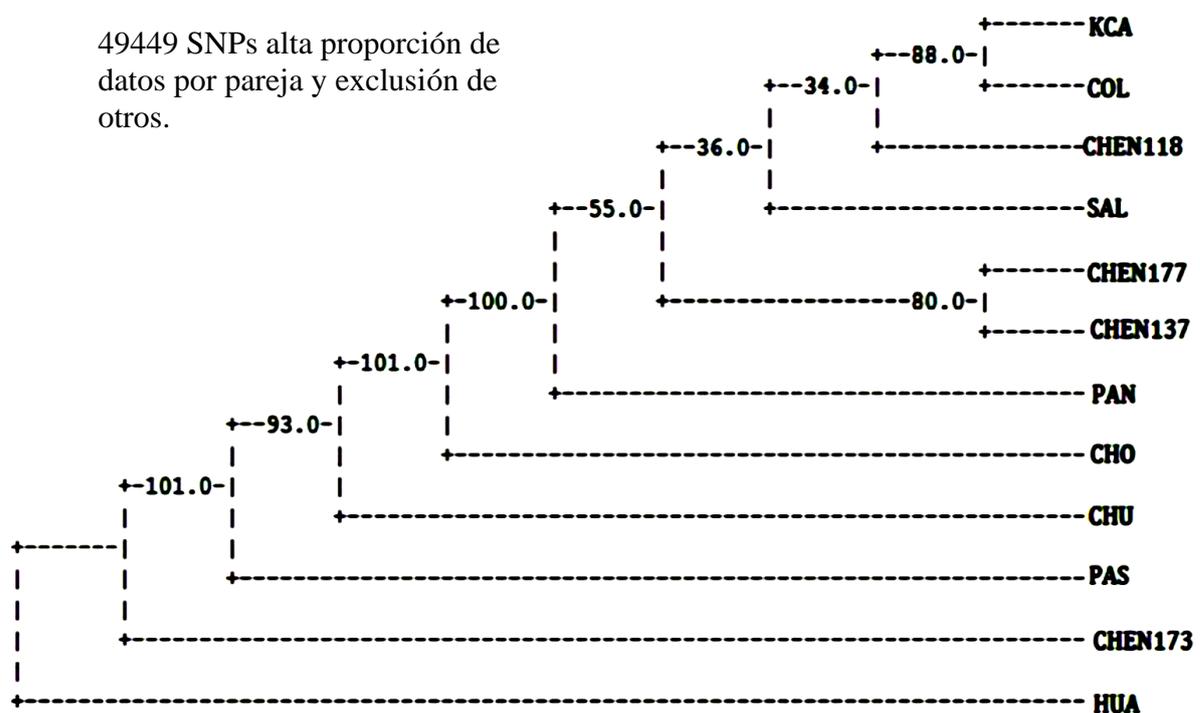


Figura 1. Distancia de similitud genética de ocho variedades de quinua.

Fuente: Lchthardt, 2012: citado por Mujica, 2014

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Origen y distribución de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo



centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1999). Esto a su vez fue corroborado por Gandarillas (1979b), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre. La quinua, una planta andina, muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de genitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco) – Perú (Mujica *et al.*, 2001). Asimismo, Lescano (1994), indica que en los altiplanos de Perú y Bolivia se concentra la mayor superficie de cultivo, además las áreas circundantes al lago Titicaca, albergan la mayor diversidad y variación genética, esto es corroborado por Christensen *et al.*, (2007), quienes han reafirmado la hipótesis de que el centro de diversidad de la quinua se encuentra en Perú y Bolivia.

Sin embargo, la quinua tiene una distribución mundial: en América, desde Norteamérica y Canadá, hasta Chiloé en Chile; en Europa, Asia y el África, obteniendo resultados aceptables en cuanto a producción y adaptación. (Mujica *et al.*, 2001). También se cultiva desde Venezuela, Colombia hasta Chile, incluyendo la parte andina de Argentina (Mujica *et al.*, 2013).

Asimismo, la quinua tiene un origen genético que proviene de la cruce de dos diferentes especies diploides (con $2n = 18$ cromosomas), por lo que es una planta tetraploide con $2n=4x = 36$ cromosomas, (Mcelhinny, 2002). No se ha podido identificar, hasta el momento las dos especies genitores de la quinua, pero se sospecha, que ya no existen o que se encuentran entre las especies silvestres (Tapia *et al.*, 1979).



2.2.2. Posición taxonómica

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub-clase	:	Angiospermas
Orden	:	Caryophyllales
Familia	:	Amaranthaceae
Sub Familia	:	Chenopodioideae
Tribu	:	Chenopodieae
Género	:	<i>Chenopodium</i>
Especie	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd. (APG, 2009).

La quinua fue descrita por primera vez en 1778 y considerada como parte de la familia Chenopodiaceae, por lo tanto, Mujica *et al.*, (2013), considera a la quinua como parte de la familia Chenopodiaceae. Sin embargo, de acuerdo al sistema de clasificación Angiosperm Phylogeny Group (APG), se clasificó a las Chenopodiaceae como subfamilia de la familia Amaranthaceae en base a datos moleculares (Ccamapaza, 2017).

2.2.3. Descripción botánica

2.2.3.1. La planta

La quinua es una planta herbácea anual, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, con características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva. Presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y se cultiva desde el nivel del mar hasta 4000 m.s.n.m.; muy tolerante a factores climáticos adversos como sequía, heladas, salinidad de suelos entre otros que afectan al cultivo (Apaza *et al.*, 2013).

2.2.3.2. Raíz

Es de tipo pivotante, vigorosa, consta de una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales y muy ramificadas, la longitud de las raíces varia de 0.8 a 1.5 m (Gómez y Aguilar, 2016). La longitud del sistema radicular y el área de expansión depende del genotipo, el tipo de suelo, la disponibilidad de humedad y nutrientes (Gómez y Eguiluz, 2012). La profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta (Mujica, 1993).

2.2.3.3. Tallo

La planta puede ser ramificada o de tallo único (Pulgar, 1978). Es cilíndrico a la altura del cuello y después anguloso debido a que las hojas son alternas a lo largo de las cuatro caras. La textura de la médula en plantas jóvenes es blanda, cuando se acerca a la madurez es esponjosa, hueca, y sin fibras. El color puede ser verde con axilas coloreadas, verde con listas coloreadas de púrpura o rojo desde la base, y finalmente coloreado de rojo en toda su longitud (Tapia, 1979). el tallo puede empezar a ramificarse, o pueden encontrarse plantas con un solo tallo principal, sin embargo, la mayor o menor presencia de ramificación en el tallo puede ser influenciada parcialmente por la densidad de siembra, la cual debe de tomarse muy en cuenta para la caracterización (Mujica y Jacobsen, 2001).

2.2.3.4. Hojas

Las hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina, son de colores rojo, púrpura o cristalino, es variable dependiendo de los genotipos y están constituidos por betalainas, betaxantinas (Gallardo *et al.*, 1992). Las hojas presentan diferentes formas en la misma planta en la base son romboides son polimorfas en la misma planta; las de la base de la planta son romboides y las de la parte superior presentan una forma lanceolada. Los oxalatos de calcio son como cristales que se encuentran sobre la hoja, estos cristales

absorben la humedad del ambiente, controlan la excesiva transpiración por humedecimiento de las células guarda de las estomas y reflejan los rayos luminosos, disminuyendo la radiación directa sobre las hojas. Esta característica de la planta se considera un mecanismo importante de tolerancia a la sequía (Gómez y Eguiluz, 2012).

2.2.3.5. Inflorescencia

La panoja está constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos, así como por la disposición de las flores y porque el eje principal está más desarrollado que los secundarios (Mujica y Jacobsen, 2001). La inflorescencia es una panoja que puede ser laxa (amarantiforme) o compacta (glomerulada) (Gandarillas, 1979 a). La longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, distanciamientos y densidad de siembra, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de suelos alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3 000, encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla (Mujica, 1977). El tamaño de la inflorescencia está asociado con el rendimiento del grano. En una misma inflorescencia se pueden encontrar flores hermafroditas y femeninas o pistiladas (Bonifacio, 2006).

2.2.3.6. Flor

Las flores presentan, por lo general un perigonio sepaloide, rodeado de cristales de oxalato de calcio, con cinco sépalos, de color verde, un androceo con cinco estambres cortos, curvos de color amarillo y filamentos cortos, y un gineceo con estigma central, ovario elipsoidal, súpero, unilocular (Tapia, 1979).

Las flores son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógamo como alógamo, faltando determinar con precisión el porcentaje de



alogamia en algunos genotipos, en general se indica que tiene 10 % de polinización cruzada (Rea *et al.*, 1979) y Lescano (1981), menciona que se tiene un promedio 5.8% de polinización cruzada. En general el porcentaje de flores pistiladas es de 50 a 70 %; el de flores hermafroditas es de 30 a 45 % y el de androesteriles es menos de 1% (Sevilla y Holle, 2004).

Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Lescano, 1994).

2.2.3.7. Fruto y semilla

Es un aquenio cubierto por el perigonio, que se deriva de un ovario súpero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrica-lenticular, levemente ensanchada hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral (Gallardo *et al.*, 1997).

El fruto es seco e indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados, dejando caer las semillas a la madurez en los silvestres y en algunas accesiones del banco de germoplasma (Mujica *et al.*, 2001). El color es variable relacionándose a la variedad, con coloraciones que van del blanco al negro y el tamaño es muy variable dependiendo de la variedad (Mujica, 1997).

El perigonio cubre a la semilla y se desprende con facilidad al frotarlo, la episperma que envuelve al grano está compuesto por cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, es de superficie rugosa, quebradiza, se desprende fácilmente con agua, y contiene a la saponina. (Tapia, 1990). El embrión está formado por los cotiledones y la radícula; y constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al perisperma como anillo.



2.2.4. Fases fenológicas

La fenología son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea importante para agronomía y agricultores, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; la quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado 14 fases fenológicas (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.1. Emergencia

Es cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, siendo susceptibles al ataque de aves en sus inicios, pues como es dicotiledónea, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por la episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.2. Dos hojas verdaderas

Es cuando fuera de las hojas cotiledonales que tienen forma lanceolada aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentran en botón el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra crecimiento rápido de las raíces (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.3. Cuatro hojas verdaderas

Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los



25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.4. Seis hojas verdaderas

En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se toman de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando está sometida a bajas temperaturas y al anochecer, estrés por déficit hídrico o salino (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.5. Ramificación

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota la presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja ocurre de los 45 a 50 días de la siembra (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.6. Inicio de panojamiento

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de las hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días después de la siembra, además se observa el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.7. Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta el inicio de grano lechoso se puede consumir la inflorescencia en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales (Mujica y Canahua, 1989).



2.2.4.8. Inicio de floración

Es cuando la flor hemafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas, se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.9. Floración y Antesis

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 85 a 95 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, la floración debe observarse a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente. También se ha observado que por encima de los 38°C se produce abortos florales principalmente en invernaderos y zonas desérticas calurosas (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.10. Grano acuoso

Es cuando los frutos de la panoja están recientemente formados y al ser presionados por las uñas dejan salir un líquido acuoso algo espeso y de color cristalino, lo que ocurre de los 95 a 100 días después de la siembra, siendo muy corto este periodo (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.11. Grano lechoso

El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyendo drásticamente (Mujica y Canahua, 1989).



2.2.4.12. Grano pastoso

El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de Q'hona q'hona (*Eurizaca quinoae* Povolny) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.13. Madurez fisiológica

Es cuando el grano al ser presionado por las uñas presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 %, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado de grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.4.14. Madurez de cosecha

Es cuando la planta cosechada a madurez fisiológica es emparvada y los granos que se encuentran en las panojas han perdido suficiente humedad que facilita la trilla y desprendimiento del grano contenido dentro del perigonio se efectúa con facilidad, el contenido de humedad del grano varía entre 12 - 13 %, ello ocurre de los 180 a los 190 días (Mujica y Canahua, 1989).

2.2.5. Cultivares comerciales en quinua

2.2.5.1. Salcedo INIA

Esta variedad fue obtenida por selección masal del cruce dialéctico de siete x siete de las variedades Real Boliviana x Sajama, en la estación experimental de Salcedo INIA (Programa de Investigación de Cultivos Andinos PICA), planta de color verde con inflorescencia glomerulada, con altura de planta de 1.80 m, de grano grande con un diámetro de 1.8 a 2 mm, pericarpio de color crema y episperma de color blanco, sin



saponina, con panoja glomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), potencial de rendimiento 3500 Kg.ha⁻¹, resistente a heladas, tolerante al mildiu; de gran adaptación a diferentes altitudes (3800 - 3900 m.s.n.m.); se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre de Juli, Pomata, llave, Pilcuyo y otros como la costa y valles interandinos. (Mujica *et al.*, 2001).

2.2.5.2. Huariponcho

Es una variedad resistente a las granizadas y heladas por tener una panoja gruesa, fue descubierto en el distrito de Taraco, es una quinua amarga y suele ser más defensiva frente a ataque de aves; esta variedad tiene un potencial de rendimiento de 2205 Kg/ha. (Reinoso y Paredes, 1998). Además el grano de esta variedad es de color amarillo el pericarpio y episperma de color blanco.

2.2.5.3. Pandela Rosada

Proviene del altiplano sur de Bolivia, son precoces su ciclo vegetativo dura aproximadamente 140 días, es de grano grande y amargo; una desventaja de este genotipo es su alta susceptibilidad al mildiu, no es tolerante a las sequías, el color de grano una vez alcanzado su madurez fisiológica es de color marfil y su potencial de rendimiento es de 2500 Kg. ha⁻¹ (Tapia, 2000).

2.2.5.4. Pasankalla

La variedad Pasankalla se distingue por tener plantas de tallo rojo y blanco, el pericarpio es de color gris y el color del episperma es café, la altura de planta alcanza hasta 88 cm y con un potencial de rendimiento de grano en 2510 Kg.ha⁻¹, cuyo ciclo vegetativo circula entre los 170 días, en cuanto a la respuesta a factores bióticos y abióticos es susceptible heladas (-2 °C) y al granizo, tolerante al mildiu y susceptible al ataque de aves (Grace, 1985).



2.2.5.5. Negra Collana

Es un resultado de las pruebas de identificación, adaptación y eficiencia desarrollados en el ámbito de la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), y evaluaciones participativas en campo, con agricultores de las comunidades campesinas, Callana, Ccollpa, Cieneguilla, Vizcachani, Kallachoco y Corcoroni de los distritos de Cabana, llave, Mañazo y Pilcuyo de la región Puno. Su adaptación y mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica de suni del altiplano, entre los 3815 y 3900 m.s.n.m., con el clima fría seco, con precipitaciones de 400 a 550 mm y temperatura de 40°C a 15 °C, con un potencial de rendimiento de 3010 Kg.ha⁻¹, posee el pericarpio de color gris y el episperma es de color negro.

2.2.5.6. Kcancolla

Fue seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas - Puno, planta de color verde de tamaño mediano alcanzando 80 cm de altura, de ciclo vegetativo tardío más de 170 días, de pericarpio color crema y episperma de color blanco, tamaño mediano con alto contenido de saponina, panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío, granizo, su potencial de rendimiento es de 2500 Kg.ha⁻¹, segrega a otros colores desde el verde purpura, muy difundida en el altiplano peruano (Tapia, 2000).

2.2.5.7. Choclito

Este nuevo cultivar fue descubierto en la comunidad de Ccapaya del distrito de Acora, se caracteriza por tener una panoja extensa y uniformidad en los granos, lo que ayuda a tener una producción de hasta medio kilo por panoja. Los distritos que poseen condiciones adecuadas para cultivar esta quinua están ubicados en Azángaro, Chucuito-Juli, Acora y San Román. En estas áreas se puede llegar a cosechar hasta 2600 kilos por hectárea de acuerdo a las labores culturales.



2.2.5.8. Blanca de juli

Esta variedad fue obtenida por selección masal, a partir de material genético colectado en 1969, alrededor del lago Titicaca, del distrito de Juli, provincia de Chucuito, región Puno y fue liberada en el año 1974; se adapta a la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano entre los 3800 y 3900 m.s.n.m., con clima frío seco, precipitación pluvial de 450 a 600 mm, con temperaturas de 4° a 15°C, en suelos de textura franco, franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0. Variedad semi precoz (160 días), posee una panoja glomerulada y obtiene un rendimiento promedio de grano de 1,50 a 2,00 t/ha, tiene una resistencia intermedia a Kcona kcona (*Eurysacca quinoa* Povolny); (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) y es tolerante al Mildiu (*Peronospora variabilis* f. *sp. chenopodii*). Frente a las reacciones abióticas se muestra tolerante a baja temperatura, sequía y humedad. Finalmente son de grano dulce.

2.2.5.9. Chullpi

Cultivar de grano hialino al poseer un perigonio de color variable, perisperma blanco lechoso y grano traslucido este cultivar es tardío (180 días aprox.), es tolerante al ataque de pájaros y roedores, con alto contenido de saponina, posee una panoja glomerulada y se puede obtener rendimientos de 1000 a 2600 Kg/ha. Según Mujica e Izquierdo (2000), la semilla es cristalina y de forma esférica con tamaño de 1.8 mm.

2.2.5.10. Ayrampo

Son quinuas rojas de pericarpio granate o guinda episperma negro castaño o blanco, son algo tardías, son tolerantes a las heladas, se puede obtener rendimiento de 800 a 1500 Kg/ha, asimismo la intensidad de esta quinua no solo hace que tenga un excelente tinte natural sino que además es usado para preparar tradicionales bebidas conocidas como la chicha, también posee propiedades antioxidantes especiales.

2.2.6. Fitomejoramiento en quinua

Los desafíos que enfrenta la sociedad a raíz del cambio climático, han precisado una serie de estrategias que contribuyan a mitigar sus consecuencias. En la agricultura, por ejemplo, destaca como estrategia la búsqueda de cultivos ancestrales de alto valor nutricional, que resistan condiciones climáticas adversas uno de estos cultivos es la quinua (*Chenopodium quinoa*), especie que además de presentar una alta capacidad para tolerar condiciones de estrés hídrico y salino, se transforma en una especie de interés nacional e internacional debido al alto valor nutricional que posee su grano (INIA, 2015).

2.2.7. Objetivos del mejoramiento

Los objetivos de los programas de mejoramiento genético de la quinua deben de considerar los requerimientos del agricultor, de la industria y el consumidor; los cuales varían con el tiempo y la región o país.

En las décadas de los 60 y 70, se dio énfasis al rendimiento, grano grande, libre de saponina, tallo simple o no ramificado-erecto y panoja definida, resistencia a enfermedades, buena calidad culinaria (Gandarillas, 1979).

En las décadas 80 y 90 se incluyeron los objetivos de precocidad, color de grano negro, grano rojo y resistencia a enfermedades (mildiu) y Finalmente en la década 2000 a 2010 se incluyeron la tolerancia al granizo, sequia, calidad industrial, nutritiva y variedades para la cosecha mecanizada. (Bonifacio *et al.*, 2014).

En Perú, los objetivos del mejoramiento son altos rendimientos, granos de tamaño grande, color blanco y rojo, aunque últimamente la precocidad se constituye un factor de interés puesto que el retraso de las lluvias conduce a siembras tardías por lo que las variedades de ciclo largo tienen limitaciones en completar su ciclo de vida. Además de ello, cobra importancia el mejoramiento de la tolerancia al calor y las sales, la arquitectura de la planta para cosecha mecanizada y agricultura de alta tecnología; considerando que existen grandes posibilidades de sembrar quinua en la costa peruana (Bonifacio *et al.*, 2014).



2.2.8. Métodos de mejoramiento

Gandarilla (1979), menciona que se trata de una especie autógena con polinización cruzada frecuente. Los métodos de mejoramiento aplicables para la quinua son aquellos desarrolladas para las autógenas de grano, esto considerando que la quinua no pasa del 10 % de alogamia (Tapia, 1979). La elección del método de mejoramiento para la quinua dependerá de los objetivos del mejoramiento genético, las características del material de partida, de los recursos disponibles, el conocimiento de las técnicas de mejoramiento, etc. (Gandarillas, 1979).

Los métodos de mejoramiento aplicables a la quinua son la introducción, la selección, la hibridación, el método genealógico, el método de las retrocruzas, descendencia de una semilla o uniseminal y la selección asistida por marcadores moleculares (Gandarillas, 1979).

2.2.8.1. Método de mejoramiento: Introducción

Lescano (1994), menciona que la introducción de especies vegetales y/o variedades de una zona a otra es un método de mejoramiento asimismo indica que la introducción utiliza como material genético a las variedades mejoradas o ecotipos cultivados con la intención de observar su comportamiento en esa nueva zona y puede ser considerado como el primer método de mejoramiento de la quinua y kañihua.

Este proceso toma algún tiempo puesto que las variedades en introducción deben adecuarse al nuevo medio ambiente en su reacción fisiológica y productiva.

2.2.8.2. Método de mejoramiento: La selección

La selección es un proceso de mejoramiento que consiste en el aprovechamiento de la variabilidad presente en el material genético de partida. El material base para la selección puede ser una variedad tradicional, una variedad mejorada en uso, variedad



antigua, una accesión de germoplasma o una variedad comprada en el mercado (FAO, 2018).

La selección consiste en la identificación de plantas sobresalientes en las características consideradas objetivos del mejoramiento, cosechar las plantas seleccionadas y trillar el material ya sea individualmente o en forma masal, luego sembrar la semilla proveniente de plantas seleccionadas y evaluar el comportamiento agronómico de las progenies. Este procedimiento se puede repetir con el material seleccionado por varios ciclos hasta que se consigan las características deseadas y que dichas características sean homogéneas y estables. Este método de selección sin el empleo de la hibridación, constituye un método de bajo costo y es aplicable para purificar y uniformizar el material genético en función a sus características agromorfológicas (FAO, 2018).

a) Selección Masal

La selección masal se basa en la identificación de fenotipos sobresalientes y su cosecha en una mezcla masal posterior. Este método debe aplicarse en el mejoramiento de caracteres de alta heredabilidad. En quinua se informa de las siguientes modalidades de selección masal aplicadas (Bonifacio *et al.*, 2014).

b) Selección Masal Simple

La selección masal simple consiste en seleccionar 100 a 200 plantas sobresalientes o más (en función a los criterios que define el mejorador), las cuales se cosechan juntas y luego se siembran y se evalúan comparándolas con el material original del cual fueron seleccionadas para determinar el nivel de mejora. Este proceso puede repetirse por dos o tres ciclos de selección o el tiempo que defina el mejorador. Es un método sencillo, de bajo costo y rápido. Actualmente también se aplica para uniformizar variedades comerciales en función a sus características agro-morfológicas. Este tipo de mejoramiento basado en una selección fenotípica requiere de un buen conocimiento del



cultivo y de la variedad. Las variedades desarrolladas con este método no se pueden emplear en un proceso de producción de semilla certificada y se recomienda para zonas marginales. La producción de semilla debe ser permanentemente monitoreada por los obtentores para mantener la proporción adecuada de fenotipos y mantener la estabilidad del rendimiento que caracteriza estas variedades (Bonifacio *et al.*, 2014).

c) Selección Masal Estratificada.

Es una modificación de la selección masal para mejorar la identificación de plantas superiores y disminuir el efecto de la variación del medio ambiente en el proceso de selección. Normalmente en la localidad de selección existen variantes o gradientes en la textura, fertilidad, humedad o profundidad del suelo, que determinan variaciones fuertes en el fenotipo de las plantas. La estratificación consiste en sembrar las plantas de la población original en forma equidistante y establecer bloques o cuadrículas en el campo experimental, según la variación del factor ambiental, dejando el similar número de plantas por cuadrícula. La selección se realiza en cada bloque o cuadrícula tomado igual número de plantas o proporcional al total previsto.

Se seleccionan de 100 a 200 plantas sobresaliente por uno o dos criterios de selección establecidos por el programa de mejora, se cosecha cada planta por separado, se selecciona por el segundo criterio si fuera el caso (tamaño de grano o presencia de saponina) y se conserva cada una previa identificación en bolsas individuales.

Las semillas de las mejores plantas obtenidas se mezclan para ampliar la base genética de la futura variedad, se requiere uniformizar las líneas que conformaran las mezclas por caracteres agronómicos que faciliten las labores culturales al agricultor y caracteres de calidad para el uso final del producto. Este método es mucho más eficiente, pero es más costoso en mano de obra y materiales requeridos (Bonifacio *et al.*, 2014).



d) Selección Individual.

Las variedades nativas de quinua, considerando el nivel de autogamia cercano al 90%, son poblaciones heterogéneas, donde cada genotipo es en mayor grado homocigoto; las semillas de estas plantas individuales se siembran en surcos o parcelas separadas, manteniendo la pureza de cada progenie y son consideradas como líneas puras, posteriormente se multiplican las semillas de la o las líneas sobresalientes y se pueden inscribir como nuevas variedades mejoradas (Bonifacio *et al.*, 2014).

Sin embargo, Gandarillas (1979), menciona una modificación de la selección individual, aplicada en quinua por la llamada “Selección panoja-surco”. El método consiste en identificar las plantas tipo en fase vegetativa en una cantidad aproximada a 200, en fase reproductiva se auto fecundan las plantas, se cosechan las plantas auto fecundadas, se selecciona por un segundo criterio si es el caso (saponina), se trilla individualmente, se asigna un número de registro y la semilla se conserva en bolsas individuales. Se siembra las unidades según número asignado en surcos individuales, se repite la selección entre y dentro surcos. El procedimiento se puede repetir por dos o tres ciclos hasta lograr la homogeneidad del material. Este método de selección permite hacer el seguimiento de plantas madre y sus progenies y se puede recuperar el material en caso de pérdida de progenies recurriendo a la planta madre que conserva la semilla remanente.

2.2.8.3. Método de mejoramiento: hibridación

La hibridación como método de mejoramiento consiste en la combinación de caracteres favorables presentes en variedades o accesiones diferentes con la finalidad de combinarlas en el híbrido y posteriormente a partir de la F2 aplicar métodos apropiados de selección para concentrar los caracteres favorables dispersos entre las accesiones en unas pocas líneas y/o variedades. (Gandarillas, 1979).



Este método consiste en cruzar dos genitores con características deseables. La F1 es sembrada en un área adecuada para obtener plantas F2 suficientes y permitir la identificación de los caracteres fenotípicos. En la F2, son seleccionadas las plantas sobresalientes que muestran las características fenotípicas buscadas por la cruce. Las plantas seleccionadas son cultivadas en sistema panoja-surco para obtener F3. En esta generación, todas las líneas que no producen las características deseadas, son eliminadas. Entre las líneas seleccionadas, las plantas superiores son elegidas para ser sembradas en hileras, para que las líneas de cada familia identificada estén disponibles. En la F4, tanto la familia completa como las líneas de la familia son seleccionadas. Esto continúa en la F5 y en la F6 a medida que las líneas aumentan. Subsecuentemente, el testeo de las líneas se realiza en múltiples años y en varias localidades (Jacobsen y Mujica, 2002).

2.2.8.4. Método de mejoramiento: Genealógico o pedigrí

El método genealógico consiste en seleccionar plantas superiores, a partir de la generación F2 y en generaciones segregantes sucesivas, conservando un registro de las relaciones padres-progenies. Estos registros sirven para decidir qué familias deben ser mantenidas y cuáles deben ser eliminadas. El método genealógico comprende dos etapas fundamentales: Selección y cruzamiento de genitores y manejo de materiales híbridos y segregantes; siendo esta segunda etapa la más demorada del método (Vallejo y Estrada, 2002).

2.2.8.5. Método de mejoramiento: Retrocruzamiento

El método del retrocruzamiento, propuesto por Harland y Pope en el año 1922, constituye una forma precisa de mejorar variedades que son sobresalientes para un buen número de características pero que son deficientes para una o unas pocas (Vallejo y Estrada, 2002).



La retrocruza es un método que busca mejorar una variedad de valor comercial, preferida por los agricultores y consumidores, con uno o dos defectos que limitan su empleo; generalmente su susceptibilidad a una enfermedad o una característica negativa asociada a su calidad; de naturaleza cualitativa. Requiere de un genitor recurrente (variedad comercial a mejorar) y un genitor donador de la característica a mejorar. Para acelerar y asegurar el éxito del método se requiere que la susceptibilidad a la enfermedad o el carácter negativo de calidad sea gobernada por genes recesivos y que la resistencia o calidad positiva sea gobernada por genes dominantes. En el caso en que el carácter en donación es recesivo se requiere de un ciclo de autofecundación adicional para identificar el carácter en transferencia en estado homocigota recesivo, antes de realizar la retrocruza, lo que alarga el proceso de obtención de una nueva variedad al doble del tiempo (Bonifacio *et al.*, 2014).

2.2.8.6. Método de mejoramiento: descendencia de una semilla o uniseminal

Este método, también llamado poblacional modificado o "Single Seed Descent" (S.S. D.), propuesto por Goulden en 1939, consiste básicamente en avarizar cada planta F₂ por medio de una semilla única, hasta alcanzar cierto grado de homocigosis y luego efectuar selección entre líneas. Así, de cada planta F₂ proveniente de un determinado cruzamiento, se toma al azar una semilla única para avanzar a la siguiente generación. Se repite el proceso con la generación F₃ y F₄. A partir de la generación F₅ o F₆, en lugar de tomar una semilla por planta se cosechan plantas individuales, que serán sembradas en surcos individuales separadamente (planta x surco) y evaluadas para características agronómicas deseables. Los surcos seleccionados serán evaluados posteriormente en ensayos de producción. Este método, actualmente, es el más utilizado en especies autógamias (Vallejo y Estrada, 2002).



2.2.8.7. Método de mejoramiento: la selección asistida por marcadores moleculares

Los marcadores moleculares son segmentos de ADN que se consideran marcas o puntos de referencia para el análisis del genoma que representan cualquier característica química o molecular medible, que es heredada según un modelo mendeliano (Phillips, 1998). En relación a ello Azofeita (2006), menciona que los marcadores moleculares son la principal herramienta utilizada hoy en día en microorganismos, plantas y animales para: caracterización de germoplasma, identificación de genotipos, determinación de pureza, análisis de diversidad genética, mejoramiento genético asistido por marcadores, aislamiento y caracterización de genes específicos para usar en transformación genética, construcción de mapas de ligamiento, en la identificación de transformantes individuales o su progenie, entre otros.

Los marcadores moleculares son herramientas esenciales para el mejoramiento moderno de plantas ya que están “ligados” a genes de interés, la selección de este marcador resulta en la selección indirecta del gen de interés y es el fundamento de la selección asistida por marcadores moleculares (MAS). Cuanto más próximos estén el marcador y el gen en cuestión, más eficiente será la selección y son muy importantes para conservación de germoplasma y la caracterización de colecciones núcleo y su aplicación en mejoramiento, tal como la selección asistida por marcadores (Eathington *et al.*, 2007; Ganal *et al.*, 2009).

2.2.9. Mejoramiento de rendimiento

a) Rendimiento

Para mejorar la productividad o rendimiento es importante determinar el grado y la naturaleza de la variación genética, la interacción genotipo x ambiente y la heredabilidad (Bertero *et al.*, 2004).



Los valores de rendimiento de 2280 y 3960 kg/ha de genotipos seleccionados en la Prueba Americana y Europea de Quinua, organizada por la FAO en lugares como Italia y Grecia (Mujica *et al.*, 2001). Estos valores de rendimiento representan un aumento significativo en la producción de quinua debido a que anteriormente nuestros productores obtenían rendimientos de 700 kg/ha y finalmente estudios realizados en la Costa Peruana mostraron la posibilidad de obtener rendimientos de 6000 kg/ha en un sistema de ferti-irrigación (Barnett, 2005).

b) Ciclo de vida

La precocidad es un carácter que permite a la variedad a escapar del efecto adverso de heladas y sequías. La precocidad es importante porque permite a las plantas de quinua afrontar el efecto del cambio climático traducido en el retraso considerable del periodo lluvioso. La selección por precocidad es relativamente fácil, puesto que el número de días a la floración tiene una heredabilidad alta igual a 0.82 (Mujica, 1988).

c) Resistencia / tolerancia a estreses bióticos

Es de suma importancia mejorar en quinua la resistencia y/o tolerancia a factores bióticos considerando que los agricultores de pequeña escala tienen su producción dirigida a un mercado orgánico (Bonifacio *et al.*, 2014).

La resistencia a la enfermedad del mildiu (*Peronospora variabilis*) adquiere importancia debido a: 1) el movimiento de variedades de una zona seca a otra zona de mayor humedad relativa, 2) concentración de lluvias en periodos cortos con alta humedad relativa que es propicia para el mildiu, y 3) alto interés por la quinua en zonas no tradicionales (valles interandinos e inclusive en la zona subtropical) y su transmisión por semilla (Bonifacio *et al.*, 2014).

Por otro lado, el daño de insectos alcanza niveles muy altos, especialmente cuando estos se alimentan de los granos y de la inflorescencia, como es el caso de la kcona -



kcona (larvas de polilla). La resistencia puede ser obtenida mediante mecanismos de no-preferencia (no alimentación u ovoposición), antibiosis, y tolerancia otro problema no menos importante es el daño de pájaros que se puede reducir con un incremento en el contenido de saponinas (Bonifacio *et al.*, 2014).

d) Tolerancia a estreses abióticos

La tolerancia a granizo y heladas son objetivos cada vez más importantes por los efectos del cambio climático y la ampliación de la frontera agrícola de la quinua. El retraso de lluvias conduce a las plantas a ser propensas a heladas en la fase reproductiva. Por otra parte, el granizo que es fenómeno frecuente en la época de cultivo afecta seriamente con riesgos de pérdida en estado de planta (rotura y caída de hojas, lesiones del tallo, daños en la panoja) y grano maduro (desgrane) (Bonifacio *et al.*, 2014).

La resistencia a sequía y salinidad son caracteres mucho más complejos en su forma de herencia. En los últimos años, se ha conducido investigaciones orientadas a obtener información sobre la forma de acción y expresión de los genes de resistencia, los trabajos que se conducen en Perú, Bolivia e inclusive en laboratorios especializados de genética molecular están logrando obtener resultados alentadores para abordar la evaluación y selección por resistencia a sequía (Verena *et al.*, 2013).

e) Morfología/arquitectura de la Planta

La ampliación de la superficie de cultivo y la escasez de mano de obra rural determina la urgencia de reemplazar y/o complementar los sistemas de cosecha tradicional con cosechas mecanizadas. Las pruebas de cosecha mecanizada en la quinua han tenido grandes dificultades en las condiciones actuales de manejo de cultivo y los tipos de variedades empleadas. Aprovechando la amplia variación inter e intrapoblacional, se requiere modificar la arquitectura de las plantas eliminando los



hábitos de ramificación y considerar desarrollar variedades con altura apropiada, un único tallo con una sola inflorescencia de tipo terminal (Bonifacio *et al.*, 2014).

2.2.10. Mejoramiento de la Calidad

a) Tamaño de grano

Un aspecto importante a mejorar es la uniformidad de tamaño del grano en la panoja, actualmente en la misma panoja se encuentran hasta tres tamaños de granos variando la proporción de ellos en los diferentes genotipos; debido a la relación con la proporción de flores hermafroditas (más grandes) y flores pistiladas (más pequeñas) en la panoja (Bhargava *et al.*, 2007).

b) Contenido de Saponina

La saponina que se encuentra en el pericarpio del grano (capa externa) le da el sabor amargo al grano. Este compuesto debe ser necesariamente removido antes de preparar la quinua para el consumo. Sin embargo, la saponina es un detergente natural y un espumante orgánico que puede ser aprovechado en la industria de detergentes y otros productos. (Bonifacio *et al.*, 2014).

En el germoplasma de quinua existen quinuas con diferentes contenidos de saponina desde aquellas dulces (exentas de saponina) hasta aquellas muy amargas. En algunas zonas probablemente se requiera el desarrollo de quinuas muy amargas como un factor de defensa natural contra algunas especies de pájaros. La situación no es similar para las plagas, las qhuna-qhuna (larvas de polilla) y tikuna (larvas de mariposas nocturnas) atacan tanto a variedades amargas como a variedades dulces (Bonifacio *et al.*, 2014).

c) Contenido de Proteína del Grano

El mejoramiento para mayor contenido de proteínas, aminoácidos u otros del grano es un factor importante de mejoramiento. El rango de contenido de proteína en



quinua varía de 7 a 24% (Gómez y Eguiluz, 2011). Los altos contenidos de proteína generalmente resultan de una acumulación baja de carbohidratos por lo tanto el incremento de rendimiento está asociado con un contenido bajo de proteína (Bonifacio *et al.*, 2014).

2.2.11. Heredabilidad de caracteres e índice de selección

La heredabilidad es importante porque determina con qué ritmo se modifica la media poblacional, y cómo evoluciona la población, en respuesta a la selección natural o artificial y el Índice de selección es la metodología utilizada para hacer selección de manera simultánea por varias características, la cual toma en consideración además de los aspectos genéticos, la importancia económica de las características involucradas.

El rendimiento está altamente asociado con el diámetro de grano, longitud de panoja, altura de planta y diámetro de tallo (Espíndola, 1980). Asimismo, Espíndola y Gandarillas (1985), estudiaron los componentes del rendimiento en 36 accesiones del Banco de Germoplasma, encontrando que la altura de planta, longitud de panoja y diámetro de tallo están asociados positivamente y con alta significación, además encontraron una fuerte asociación entre la altura de planta con el diámetro de tallo y longitud de panoja, también Mujica (1988), estudió 32 variables en quinua lo que le permitió identificar siete caracteres con mayor valor de heredabilidad y positivamente correlacionados con el rendimiento. Estas variables son días a floración, altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de panoja, diámetro del glomérulo central, peso seco del glomérulo central y número de semillas del glomérulo central. Además, señaló que la variable días a la floración es la que presenta la heredabilidad más alta entre los caracteres estudiados, siendo esta de 0.82 y el de menor heredabilidad el rendimiento, lo cual significa que la selección directa por el mayor rendimiento no será muy eficiente, sin embargo, las variables altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de panoja tienen



mayor heredabilidad y la selección por estos caracteres serán mucho más eficientes (Bonifacio *et al.*, 2014).

2.2.12. Principios biológicos y genéticos para el mejoramiento del cultivo.

a) Biología Reproductiva

Uno de los primeros aspectos a considerar para la selección de los métodos de mejoramiento y el tipo de variedad a mejorar es el conocimiento del sistema reproductivo del cultivo, en este caso la quinua se reproduce por la vía sexual. La reproducción sexual es un proceso biológico que implica la meiosis y la fecundación conducen a la generación de la variabilidad genética, la misma que es aprovechada en el mejoramiento genético de los cultivos (Bonifacio *et al.*, 2014).

b) Polimorfismo floral

La quinua se considera principalmente una especie ginomonoica. En su inflorescencia se identifican flores hermafroditas (flor perfecta) y flores pistiladas o sólo con gineceo (flores imperfectas); en diferentes proporciones y tamaños asimismo también está la presencia de flores andro-estériles o flores perfectas con polen no funcional (Gandarillas, 1979).

c) Tipo de polinización

la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) la qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y Huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Safford) son especies autógamas (Simmonds, 1965). las informaciones que se encuentran a cerca del porcentaje de alogamia (polinización cruzada) es variable. Lescano (1994), menciona que se produce un 5.78% de alogamia y 94.22% de autogamia. Por tanto, en el mejoramiento genético de la quinua se recomiendan preferentemente los métodos empleados para autógamas.



d) Androesterilidad

En quinua se informa la existencia de esterilidad masculina genética y genético-citoplásmico y se explica la forma de herencia (Saravia, 1991). El empleo de esterilidad masculina en el mejoramiento de la quinua abre posibilidades interesantes, para ello es importante la identificación de líneas con mejor aptitud combinatoria específica (Bonifacio *et al.*, 2014). Asimismo, Domínguez (2014), menciona que Gandarillas (1969) y Saravia (1991), son quienes han determinado que la androesterilidad está controlada por genes nucleares y factores del citoplasma.

e) Poliploidía en la quinua.

La poliploidía es un factor importante a considerar en el mejoramiento genético debido a su influencia en el grado de compatibilidad reproductiva, fertilidad y la expresión de los caracteres fenotípicos y el grado de variabilidad (Bonifacio *et al.*, 2014). El número de cromosomas de la quinua cultivada (*Chenopodium quinoa* Willd.) es $2n = 4x = 36$ cromosomas (Gandarillas, 1986). Con respecto a la herencia genética (cromosómica), la quinua tiene un comportamiento hereditario del tipo disómico (Simmonds, 1971).

2.2.13. Erosión genética

Se denomina erosión genética a la pérdida gradual de la diversidad genética. Aunque generalmente es aceptado que una cantidad significativa de erosión genética ocurre y sigue ocurriendo con la destrucción de ecosistemas y hábitats por las actividades humanas, existe muy poca información sobre las cantidades precisas y extensión de la pérdida. Ciertamente, debido a las comodidades alimenticias actuales ha habido un dramático incremento del uso de un pequeño número de cultivos uniformes altamente seleccionados y esto ha sido asociado a la reducción del número de cultivares y a la reducción de áreas en donde cultivos tradicionales y nativos crecían. (Hodgkin, 1995).



2.3. HIPÓTESIS

- Las características agronómicas por evaluarse presentan mayores ganancias genéticas respecto a sus genitores para las cruzas simples genéticamente cercanas y distantes a través de la selección de la generación F₉ en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).
- Con la comparación del rendimiento de líneas F₉ seleccionadas se tendrá la información de las características agronómicas para futuros trabajos de investigación.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani propiedad de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ubicado en:

- **Ubicación geopolítica**

- Departamento : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Platería
- Com. Camp. : Camacani a 24 Km sobre la carretera panamericana Sur Puno – Desaguadero.

- **Ubicación geográfica**

- Latitud Sur : 15°14'36" S
- Longitud Oeste : 72°28'30" O
- Altitud : 3880 m.s.n.m.

Las características de clima, suelo, vegetación, fauna y altitud; en el CIP Camacani está comprendida en la región natural Suni, cuyas características generales son: clima templado frío, Altitud de 3880 m.s.n.m., Camacani posee una vegetación predominantemente de gramíneas y otras especies arbóreas, arbustivas, etc. (Flores, 2017).

La instalación del experimento se realizó el día 17 de octubre del 2017 y la cosecha se llevó a cabo el día 17 de abril del 2018.

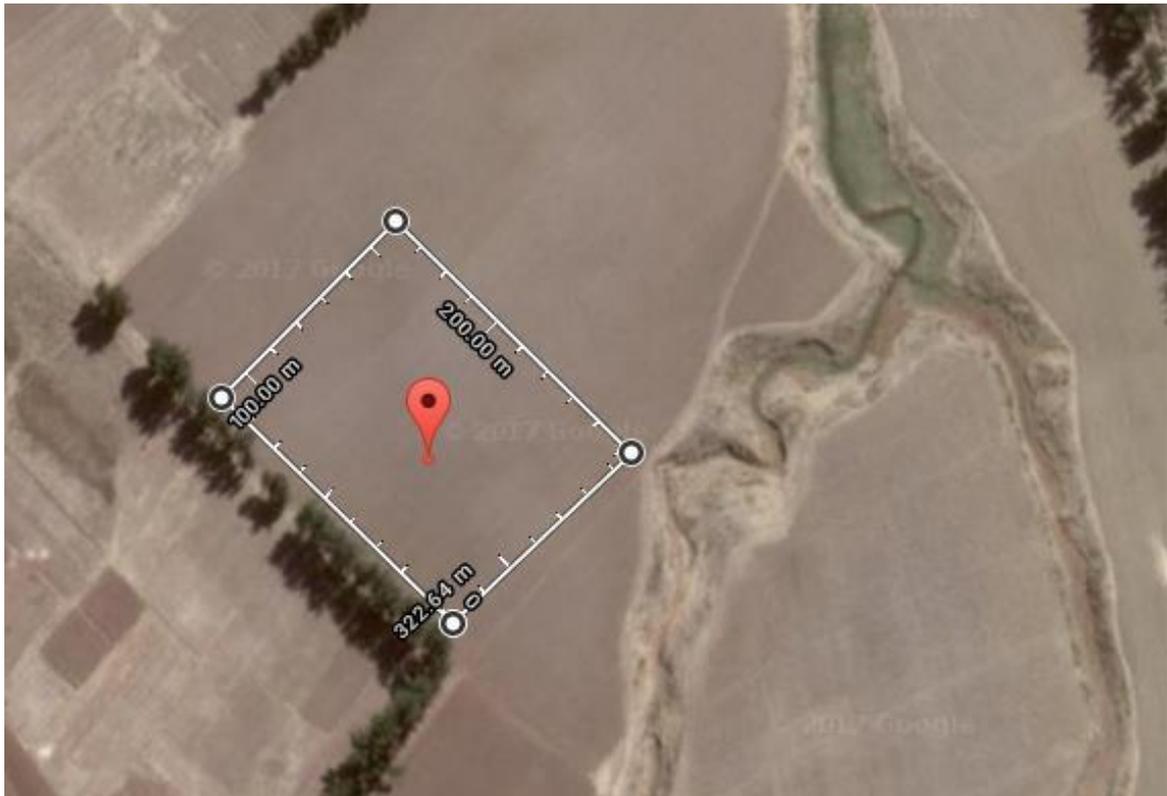


Figura 2. Foto satelital del campo experimental del CIP Camacani – UNA Puno.

3.2. HISTORIAL DEL CAMPO

El historial del campo de cultivo experimental se muestra en la Tabla 1, donde se presentan los datos correspondientes a las 5 campañas anteriores previo a la instalación del cultivo.

Tabla 1. Historial de campo del cultivo de quinua - CIP Camacani

CAMPAÑA GRÍCOLA	CULTIVO INSTALADO
2012 – 2013	Quinua
2013 – 2014	Avena
2014 – 2015	Papa
2015 – 2016	Quinua
2016 – 2017	Quinua

Fuente: Centro de Investigación y Producción Camacani



3.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Para determinar las características edáficas del campo experimental se realizó un análisis del suelo, para determinar la cantidad de nutrientes que está disponible para el cultivo. Por ello se realizó un muestreo en zigzag en todo el campo experimental a una profundidad de 30 cm posteriormente, se envió 1 kg de muestra debidamente rotulado al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima.

En la Tabla 2, se presentan los resultados del Análisis físico – químico que se realizó al suelo del campo experimental; en cuyo resultado el análisis físico muestra un suelo de clase textural Franco Arcillo Arenoso y en el análisis químico presenta un contenido de materia orgánica de 1.69 % el cual es bajo para el cultivo, el fósforo disponible es de 22.7 ppm en cuyo caso se considera alto el contenido en el suelo y el potasio disponibles es de 157 ppm el cual se encuentra en un nivel medio de contenido en el suelo, referente al pH es un suelo fuertemente ácido debido a que presenta un pH de 5.25, la conductividad eléctrica es de 0.28 dS/m el cual indica que es muy ligeramente salino, asimismo la CIC al presentar un 14.08 refiere que puede retener una mayor cantidad de nutrientes, además son suelos que tienen muchos sitios activos en el complejo y que “no dejan” perder los nutrientes con el agua lluvia, en cuanto al porcentaje de saturación de bases es de 76 % el cual demuestra que es un suelo que tiene más posibilidades para retener los cationes.

Con estos resultados encontrados en el análisis de suelo se realizó el plan de fertilización, en donde se aplicó en dos etapas fenológicas a inicio de ramificación y a inicio de panojamiento.

Tabla 2. Análisis de suelo del sitio experimental

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CANTIDAD
FÍSICAS		
Arena	%	54
Limo	%	26
Arcilla	%	20
Clase Textural	-	Franco Arcillo Arenoso
QUÍMICAS		
Materia orgánica (M.O.)	%	1.69
Fosforo disponible (P)	ppm	22.7
Potasio disponible (K)	ppm	157
pH (1:1)	-	5.25
Conductividad eléctrica (C.E.) (1:1)	dS/m	0.28
Cap. Intercambio Catiónico (CIC)	-	14.08
CaCO ₃	%	0.00
Ca ⁺²	meq/100 g	7.42
Mg ⁺²	meq/100 g	2.87
K ⁺	meq/100 g	0.25
Na ⁺	meq/100 g	0.15
Al ⁺³ + H ⁺	meq/100 g	0.15
Suma de cationes	-	10.84
Suma de bases	-	10.69
% Saturación de bases	-	76

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes – UNALM – Lima.

3.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El tiempo atmosférico es uno de los principales condicionantes para realizar actividades como el de la agricultura, puesto que estos se desarrollan al aire libre, por esta razón es muy importante conocer las condiciones meteorológicas que se tuvo en esta

campaña agrícola (2017 – 2018), por ello en la Tabla 3, se muestran datos de temperaturas máxima, mínima y media, precipitación pluvial y humedad relativa, en donde se observa que durante la campaña agrícola 2017 – 2018, la temperatura alcanzó un valor máximo de 18.1 °C en el mes de noviembre y una temperatura mínima de 3.0 °C en el mes de abril, siendo este resultado no significativo para el cultivo; respecto a la humedad relativa el valor máximo fue de 78% para el mes de setiembre y el valor mínimo de 66% para el mes de noviembre. En cuanto a la precipitación el mes más lluvioso fue febrero con 178.0 mm, no existiendo mayores problemas para el desarrollo del cultivo de quinua. Estos datos se encuentran dentro de los rangos tolerantes del cultivo de quinua (FAO, 2000).

Tabla 3. Datos meteorológicos correspondiente a la campaña agrícola 2017-2018; Estación Meteorológica Rincón de la cruz – Acora.

AÑO	MES	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN PLUVIAL (mm)	HUMEDAD RELATIVA (%)
		Máxima	Mínima	Media		
2017	Setiembre	15.1	3.5	9.3	61.7	78
	Octubre	16.7	5.5	11.1	40.9	67
	Noviembre	18.1	5.5	11.8	28.6	66
	Diciembre	16.7	5.1	10.9	115.3	75
2018	Enero	15.3	5.0	10.15	166.3	72
	Febrero	14.8	5.3	10.05	178.0	76
	Marzo	14.8	5.4	10.1	106.4	70
	Abril	15.0	3.0	9	74.2	68

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) - Puno.

En términos generales en la Figura 3, se presenta el climograma del Centro de Investigación y Producción Camacani, durante la ejecución del trabajo de investigación

donde se observa que tiene una temperatura promedio de 10.30 °C, amplitud térmica de 2.8 °C y precipitación pluvial de 771.8 mm. Las lluvias que se registran son de baja intensidad. Lo cual nos indica que el clima está situado en hemisferio sur.

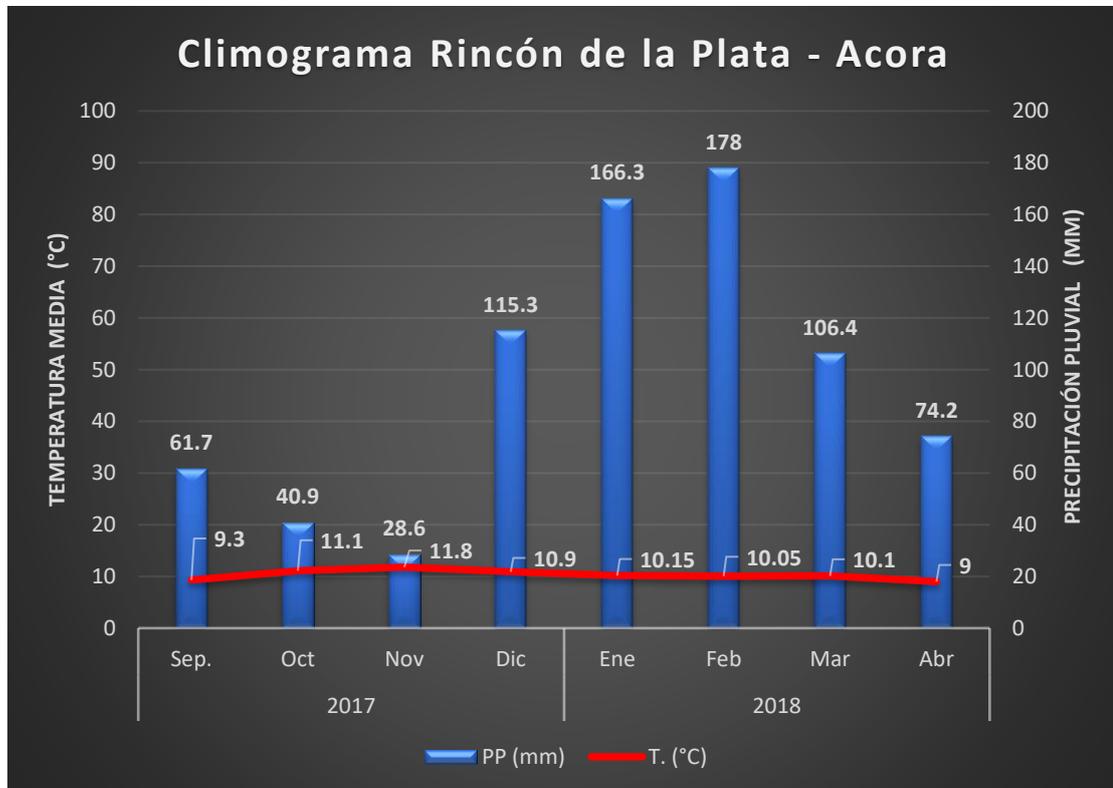


Figura 3. Climograma rincón de la plata – acora, campaña agrícola (2017 – 2018)

3.5. MATERIALES

3.5.1. Material vegetal

El material vegetal utilizado forma parte de la generación F8 de la quinua de cruza simples, estas semillas son conservados por el proyecto de mejoramiento genético de quinua de la UNA – Puno.

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó 90 líneas promisorias de quinua para cada crza simple genéticamente distante y cercana, asimismo para la comparación de estas líneas se utilizó a los 6 genitores y a los 4 testigos como se observa en la Tabla 4.



Tabla 4. Material vegetal de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas

CRUZAS SIMPLES	DISTANCIA GENÉTICAS
Salcedo INIA X Huariponcho	Cruza Genéticamente Distante
Huariponcho X Kcancolla	Cruza Genéticamente Distante
Pasankalla X Kcancolla	Cruza Genéticamente Distante
Salcedo INIA X Pandela Rosada	Cruza Genéticamente Cercana
Salcedo INIA X Negra Collana	Cruza Genéticamente Cercana
Negra Collana X Kcancolla	Cruza Genéticamente Cercana

GENITORES

Huariponcho	= Genitor 1 (HUA)
Salcedo INIA	= Genitor 2 (SAL)
Pasankalla	= Genitor 3 (PAS)
Pandela Rosada	= Genitor 4 (PAN)
Kcancolla	= Genitor 5 (KCA)
Negra Collana	= Genitor 6 (COL)

TESTIGOS

Blanca de Juli	= Testigo 1 (BLA)
Choclito	= Testigo 2 (CHO)
Chullpi	= Testigo 3 (CHU)
Ayrampo	= Testigo 4 (AYR)

3.5.2. Insumos

- Estiércol de ovino
- Urea



- Fosfato diamonico

3.5.3. Material de campo

- Flexómetro
- Cordel
- Yeso
- Cuaderno de campo
- Etiquetas
- Clips
- Sobres de manila
- Cinta masking
- Papel bond A4 2 millares
- Lápiz
- Bolsas de autopolinización
- Libreta de descriptores morfológicos
- Letreros de identificación
- Vernier

3.5.4. Material de laboratorio

- Balanza analítica 0,000g
- Placas Petri
- Cámara de fotógrafa

3.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.6.1. Características del experimento

- Longitud del surco : 5 m.
- Distancia entre surcos : 0.6 m.



- Área de parcela : 3.0 m².
- Numero de surcos : 100
- Numero de surcos/parcelas :10
- Numero de bloques/cruza : 10
- Ancho de calles entre cruza : 0.6 m.
- Ancho de calles entre bloques : 1.0 m.
- Numero de repeticiones : 2
- Área neta del experimento : 0.43 ha

3.6.2. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Lattice simple de 10 x 10, este diseño se empleó para cada cruza, las seis cruza tuvieron dos repeticiones y en cada cruza se tuvo 90 líneas de quinua, 4 testigos y 6 genitores como se muestra en el Anexo 1, Anexo 2 Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5 y Anexo 6. Los datos obtenidos en el campo experimental, fueron sometidos a un análisis de varianza, luego se realizó la prueba de significación de Tukey con $\alpha = 0.05$ lo que permitió la elaboración de cuadros y figuras para una mejor interpretación del trabajo experimental.

En cada tratamiento se evaluaron 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta descartando los bordes, cabe mencionar que se trabajó con igual número de plantas para la repetición 2.

3.6.3. Conducción del experimento

3.6.3.1. Selección del campo experimental

El campo o área que se empleó para el experimento del cultivo de quinua, tuvo los siguientes criterios:

- Requerimientos agroclimáticos del cultivo
- Se consideró el historial de campo y la disponibilidad de agua.



3.6.3.2. Manejo del cultivo de quinua

a) Preparación de suelos

Esta fue la primera actividad realizada, que consistió en la remoción inicial de la capa arable, esta actividad se realizó después de la lluvia con la finalidad de facilitar el ingreso del arado al suelo, posteriormente se hizo el surcado.

b) Marcación del campo experimental

se procedió a parcelar el terreno del campo experimental con la ayuda del yeso y el cordel de acuerdo al diseño experimental de lattice simple para cada cruz.

c) La siembra

La siembra se realizó el 17 de octubre del 2017, el sistema de siembra fue a chorro continuo y la densidad de siembra empleada fue 3g/surco de 5 m.

d) Abonamiento y fertilización

Para ello se hizo un plan de fertilización; en donde se usó la fórmula de abonamiento que es de 80-40-00 (para el altiplano). La primera fertilización se realizó en la etapa de ramificación y la segunda aplicación a inicio de panojamiento.

e) Labores culturales

- **Deshierbo:** se hizo un primer y segundo deshierbo manual. En el primer deshierbo se consideró el tamaño de la plántula (15 - 20 cm) y el segundo deshierbo se hizo antes de la floración. Las principales malezas que se encontraron en el campo experimental se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Malezas presentes en el campo experimental

NOMBRE DE MALEZAS	
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Amor seco o Chiriro	<i>Bidens pilosa</i> Linneo.
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i> Linneo.
Kora	<i>Malva parviflora</i> Linneo.
Trebol Layo	<i>Trifolium amabile</i> Kunth.
Trebol carretilla	<i>Medicago polymorpha</i> Linneo.
Chiqchipa	<i>Tagetes mandonii</i> Schultz.
Ayara	<i>Chenopodium quinoa</i> ssp. <i>Melanospermum</i> Hunz.
Aguja aguja	<i>Erodium cicutarium</i> Linneo.
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> Linneo.

- Aporque: El aporque se realizó manualmente, antes del inicio de floración.
- Desahíje o raleo: Esta actividad se realizó manualmente y conjuntamente con el deshiero.
- Roguing: esta labor se realizó en la fase fenológica de panojamiento porque es ahí donde se puede diferenciar mejor la coloración de las plantas de quinua.

f) Embolsado de la panoja

Se colocó las bolsas de autopolinización a partir del tercio superior de la planta, se embolso una planta por línea (de buena conformación arquitectónica) antes del inicio de floración; cabe mencionar que las bolsas de autopolinización no afectan el normal desarrollo de la planta.

g) Aspectos fitosanitarios de la quinua

Este es el siguiente aspecto a tomar en cuenta en el manejo integrado de quinua.



- Para el experimento de quinua no hubo ataque de K'ona K'ona (*Eurysacca quinoae* Povolny) que pudiera ocasionar grandes pérdidas económicas.
- En el caso del Mildiu (*Peronospora variavilis*) se pudo observar la incidencia y severidad con que atacó al cultivo de quinua, siendo este no relevante debido a que la enfermedad se presentó en la última fase de madurez fisiológica que es cuando las hojas empiezan a caer.
- No se tubo daño ocasionado por las aves en la primera etapa de germinación – emergencia, sin embargo, los daños se presentaron en la fase de madurez fisiológica, para ello se utilizaron técnicas de ahuyentamiento como:
 - o Colocación de espantapájaros
 - o Banderines de papel metálico.
 - o Plásticos brillantes en las panojas.
 - o Cinta vibradora de casete.

h) Cosecha y post cosecha

La cosecha se realizó manual y escalonadamente, de modo que se cosecharon primero aquellas cruces que ya estaban maduras. Asimismo, se cosecho por cada línea 3 sobres: en el primer sobre se cosecho la planta autopolinizada, en el segundo las 10 plantas evaluadas y en el tercero el resto de la cosecha. Para ello se procedió de la siguiente manera:

- Siega: consistió en cortar las plantas evaluadas, autopolinizadas y el resto de plantas por separado con una hoz a una altura aprox. de 20 cm del suelo y en horas de la mañana.
- Secado: se colocaron sobre mantas para evitar el contacto directo con el suelo para que los granos tengan la humedad adecuada para la trilla (12-15%).



- Trilla: Este proceso consistió en colocar las plantas en una manta y luego golpear con un palo pequeño para desprender los granos del resto de la planta posteriormente se venteo para finalmente colocar las semillas de quinua en el sobre correspondiente.
- Almacenamiento: se colocaron los sobres en sacos y se llevó a las instalaciones del almacén del CIP Camacani.

3.6.4. Métodos de registro, procesamiento y análisis de datos

3.6.4.1. Componentes del rendimiento

Para realizar la selección y comparación de las líneas de quinua, se empleó descriptores de caracterización y evaluación, validados por el Bioversity International del año 2013 para el Género *Chenopodium*.

a) Componente directo:

- Longitud de panoja: Se midió en la madurez fisiológica, desde el primer glomérulo de la base hasta el ápice de la panoja (cm) con la ayuda del flexómetro, se midieron 10 plantas seleccionadas al azar del centro de cada surco. (Bioversity International *et al.*, 2013).
- Diámetro de panoja: esta variable se midió en la madurez fisiológica con la ayuda del vernier (cm) tomando en cuenta el punto más ancho de la panoja, se procedió a medir 10 plantas seleccionadas al azar del centro de cada surco (Bioversity International *et al.*, 2013).
- Rendimiento de grano/planta: Se realizó determinando el promedio del peso de grano (g) de las 10 plantas evaluadas previamente trillados y libres de impurezas, esta actividad se realizó utilizando la balanza digital (Bioversity International *et al.*, 2013).



b) Componente indirecto:

- Vigor: Según (Bioversity International *et al.*, 2013). Es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de plántulas, la escala que se consideró fue:
 - 1 malo (Plantas que no emergieron)
 - 2 regular (plántulas con tallos delgados)
 - 3 bueno (Plántulas de tallos gruesos)
- Altura de planta: Se midió la altura de la planta (cm) en la madurez fisiológica con la ayuda del flexómetro, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja, promedio de 10 plantas seleccionadas al azar del centro de cada surco (Bioversity International *et al.*, 2013).
- Floración: Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado el 50% de la floración dentro del surco (Bioversity International *et al.*, 2013).
- Madurez fisiológica: Se contó los días transcurridos, desde la siembra hasta que el 50% de plantas alcancen la madurez fisiológica dentro del surco (Bioversity International *et al.*, 2013).
- Color de grano: Se realizó de acuerdo a los descriptores morfológicos para el género *Chenopodium*



Tabla 6. Color de grano para el género *chenopodium*

Color de pericarpio	Color de episperma
1 Crema	1 Transparente
2 Amarillo	2 Blanco
3 Amarillo dorado	3 Crema
4 Rosado	4 Café claro
5 Rojo	5 Café
6 Café claro	6 Café oscuro
7 Café	7 Café rojizo
8 Café oscuro	8 Negro
9 Café verdoso	99 Otro (especificar en el descriptor)
10 Púrpura	
99 Otro (especificar en el descriptor)	

Fuente: Bioersity International *et al.*, 2013.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. HUARIPONCHO X KCANCOLLA (HUA x KCA = C1)

En general la cruce Huariponcho x Kcancolla fue obtenida por hibridación de estas dos variedades genéticamente distantes. Por otro lado, Flores (2017), menciona que la cruce HUA x KCA muestra una gran variación en cuanto a altura de planta ya que este varía de acuerdo a la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas además de ser una característica propia de cada genotipo.

4.1.1. Componentes directos del rendimiento

En la Tabla 7, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para lattice simple de 10 x 10 con sus respectivos factores: repetición, bloques y tratamiento; en el cual se puede observar el grado de significancia para las variables del componente directo.

En la longitud de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en los bloques también se encontró que existe una diferencia altamente significativa, considerando que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente entre los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.

En el diámetro de panoja podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia altamente significativa, que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa pues cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para el tratamiento existe una diferencia altamente, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre



sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las líneas promisorias de quinua.

En el rendimiento de quinua podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en los bloques también se encontró que existe una diferencia altamente significativa, que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí. Cabe mencionar que se hizo la transformación de datos para reducir el coeficiente de variabilidad.

Tabla 7. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para la cruz HUA x KCA Camacani. Platería. Puno. 2018

FACTOR	GRADOS DE LIBERTAD	COMPONENTE INDIRECTO DEL RENDIMIENTO				COMPONENTE DIRECTO DEL RENDIMIENTO		
		FLORACIÓN (FLO) (días)	MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)	ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)	LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)	DIÁMETRO DE PANOJA (DP) (cm)	RENDIMIENTO (RDT) (g)	
Repetición	1	**	**	**	**	N.S.	**	
Bloques	18	**	**	**	**	**	**	
Tratamiento	99	**	**	**	N.S.	**	N.S.	
Error	81	-	-	-	-	-	-	
Total	199	-	-	-	-	-	-	
CV		0.80	0.62		7.63	14.39	16.30	
MEDIA GENERAL		86.64	165.66		91.13	3.99	14.72	

4.1.2. Componentes indirectos del rendimiento

Vigor a la emergencia: En la Figura 4, se muestra el comportamiento del vigor a la emergencia a una escala del 1 al 3 según Bioversity Internacional (2013) para el Género *Chenopodium*, en donde se observa que el 69% de las plantas son vigorosas al momento de la emergencia, seguido de 24% de plantas que tardaron al momento de la emergencia y finalmente se obtuvo un 7% de plantas que no lograron la emergencia, esto debido a la ausencia prolongada de lluvia y/o semillas pequeñas.

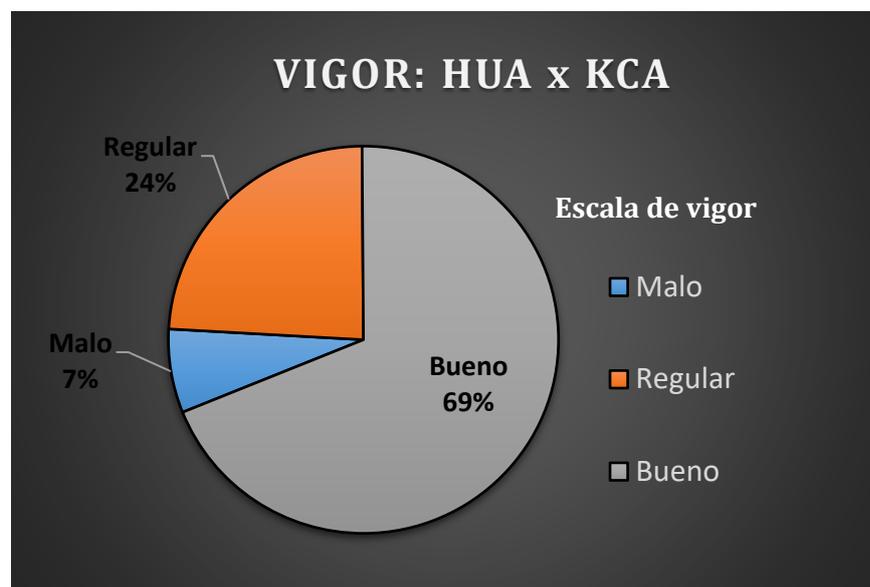


Figura 4. Comportamiento del vigor de las cruces Huariponcho x Kcancolla

En la Tabla 7, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para los días a la floración en el cual se puede encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa, el cual indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos se obtuvo que, existe una diferencia altamente significativa esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. para determinar cuáles son las líneas más precoces o tardías se tuvo que hacer una prueba de comparación múltiple de Tukey con el fin de determinar las líneas más promisorias.



En la Tabla 7, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para la madurez fisiológica en el cual se puede encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente entre los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuáles son las líneas más precoces o tardía se tuvo que hacer una prueba de comparación múltiple de Tukey con el fin de determinar las líneas más promisorias.

En la tabla 7, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para la altura de planta podemos en el cual se puede encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa, que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró también que existe una diferencia altamente significativa, que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para el tratamiento existe una diferencia altamente significativa esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las líneas más promisorias de quinua.

El color de pericarpio se muestra en la Figura 5, donde se observa que el 82% es de color amarillo siendo este el color predominante en esta cruce, ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Huariponcho.

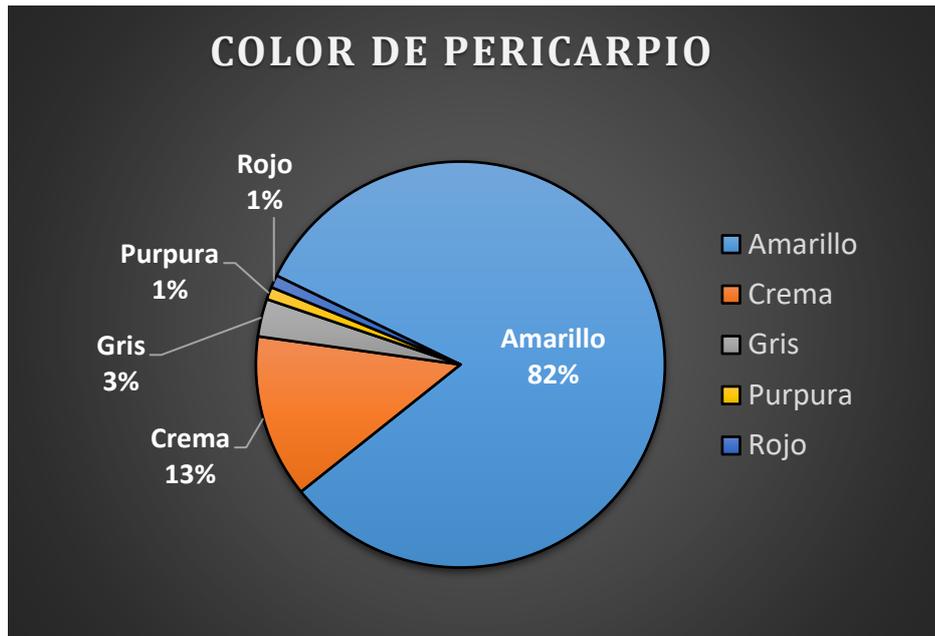


Figura 5. Color de pericarpio de la cruz Huariponcho x Kcancolla

En la Figura 6, se muestra el color de la episperma de la cruz HUA x KCA, donde se observa que el 92% es de color blanco siendo este el color predominante en esta cruz.

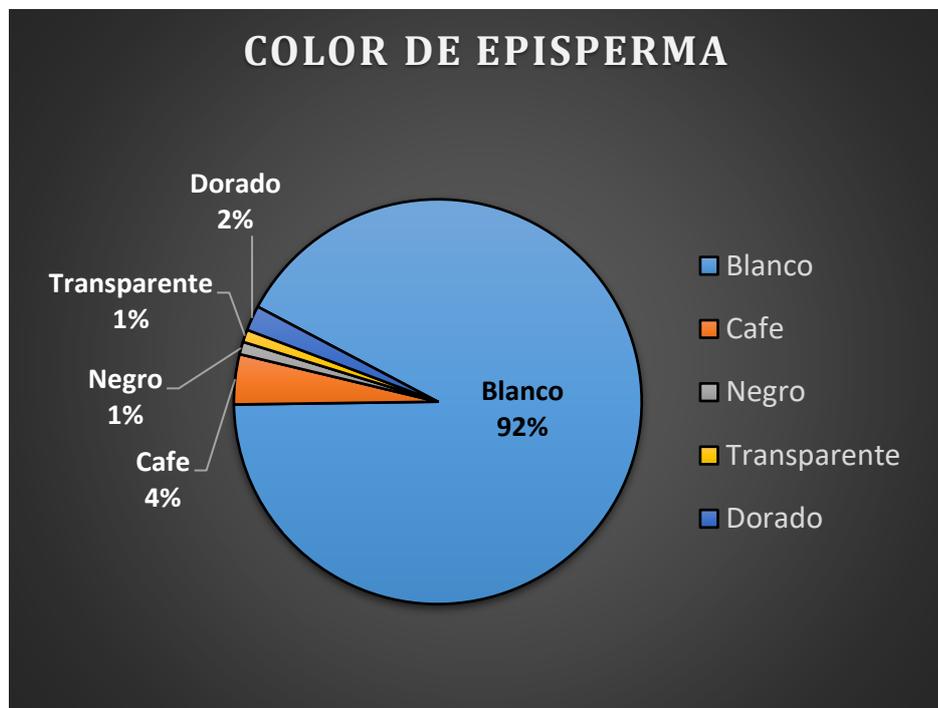


Figura 6. Color de episperma de la cruz Huariponcho x Kcancolla



4.1.2.1. Comparación de medias de Tukey para días a la floración

En la Tabla 8, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días a la floración de la cruce HUA x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la líneas HUA x KCA 79, HUA x KCA 16, HUA x KCA 85, HUA x KCA 19, HUA x KCA 118, HUA x KCA 35, HUA x KCA 96, HUA x KCA 80, HUA x KCA 102 y HUA x KCA 84 son las precoces en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN y KCA a la misma vez se puede observar que también son precoces en comparación con los testigos BLA, CHO, CHU y AYR. Por lo tanto, se deduce que las mejores son las 10 primeras líneas, debido a que son mucho más precoces en comparación con sus genitores; HUA (Huariponcho) genitor femenino y KCA (Kcancolla) genitor masculino.

Tabla 8. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días a la floración.

ORD.	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	98.30	a	
2	2	KCA (♂)	93.30	b	
3	2	PAS	93.40	b	
4	2	SAL	90.70	c	
5	2	HUA (♀)	89.20	d	
6	2	COL	83.20		t
TESTIGOS					
1	2	CHU	97.70	a	
2	2	CHO	93.60	b	
3	2	BLA	90.20	c d	
4	2	AYR	91.40	c	
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	HUA x KCA 84	84.2		t
2	2	HUA x KCA 102	84.5		s t
3	2	HUA x KCA 80	84.9		r s
4	2	HUA x KCA 96	85.0		q r s
5	2	HUA x KCA 35	85.0		p q r s



6	2	HUA x KCA 118	85.05					p	q	r	s	
7	2	HUA x KCA 19	85.1					o	p	q	r	s
8	2	HUA x KCA 85	85.2				n	o	p	q	r	s
9	2	HUA x KCA 16	85.2			m	n	o	p	q	r	s
10	2	HUA x KCA 79	85.3			m	n	o	p	q	r	s

4.1.2.2. Comparación de medias de Tukey para madurez fisiológica

En la Tabla 9, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la madurez fisiológica de la cruce HUA x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que las líneas mostradas son las precoces en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN, KCA y COL a la misma vez se puede observar que también son precoces en comparación con los testigos BLA, CHO, CHU y AYR. Por lo tanto, se deduce que las mejores líneas son las 10 primeras en alcanzar la madurez fisiológica en comparación con sus genitores HUA (Huariponcho) genitor femenino y KCA (Kcancolla) genitor masculino.

Tabla 9. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.

ORD.	n	TRAT.	PROM (cm)	GRUPO TUKEY																
GENITORES																				
1	2	PAN	183.45	a																
2	2	KCA (♂)	176.95	c																
3	2	PAS	176.60	c																
4	2	SAL	170.55	d																
5	2	HUA (♀)	168.80	d	e															
6	2	COL	165.30							g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
TESTIGOS																				
1	2	CHU	182.55	a																
2	2	CHO	177.40	c																
3	2	AYR	170.60	d																
4	2	BLA	168.30	e	f															
LÍNEAS PROMISORIAS																				
1	2	HUA x KCA 84	162.05									u								
2	2	HUA x KCA 102	162.25									t	u							
3	2	HUA x KCA 80	162.85									s	t	u						



4	2	HUA x KCA 96	163	r s t u
5	2	HUA x KCA 35	163	r s t u
6	2	HUA x KCA 118	163.1	q r s t u
7	2	HUA x KCA 19	163.15	p q r s t u
8	2	HUA x KCA 85	163.3	o p q r s t u
9	2	HUA x KCA 16	163.3	o p q r s t u
10	2	HUA x KCA 79	163.45	n o p q r s t u

4.1.2.3. Comparación de medias de Tukey para diámetro de panoja

En la Tabla 10, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el diámetro de panoja de la cruza HUA x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea HUA x KCA 174 es la que tiene mayor diámetro de panoja con una media de 5.71 cm en comparación con las demás líneas, genitores y testigos a excepción del genitor PAS que posee una media de 6.19 cm de diámetro de panoja. Asimismo, estas líneas muestran superioridad en comparación con sus genitores HUA (Huariponcho) genitor femenino y KCA (Kcancolla) genitor masculino.

Tabla 10. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.

ORDEN	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAS	6.19	a	
2	2	PAN	5.39	a b c	
3	2	SAL	4.81	b c d e f g h i	
4	2	KCA (♂)	4.53	b c d e f g h i j k l m n	
5	2	COL	4.15	d e f g h i j k l m n o p q r	
6	2	HUA (♀)	3.30	n o p q r s	
TESTIGOS					
1	2	CHO	4.69	b c d e f g h i j k	
2	2	CHU	4.27	c d e f g h i j k l m n o p q r	
3	2	AYR	3.79	i j k l m n o p q r s	
4	2	BLA	3.28	o p q r s	

LÍNEAS PROMISORIAS

1	2	HUA x KCA 174	5.71	a b
2	2	HUA x KCA 194	5.16	a b c d
3	2	HUA x KCA 101	5.14	a b c d e
4	2	HUA x KCA 45	5.03	a b c d e f
5	2	HUA x KCA 22	4.99	a b c d e f g
6	2	HUA x KCA 172	4.98	b c d e f g h
7	2	HUA x KCA 120	4.82	b c d e f g h i
8	2	HUA x KCA 91	4.71	b c d e f g h i j
9	2	HUA x KCA 38	4.70	b c d e f g h i j k
10	2	HUA x KCA 44	4.67	b c d e f g h i j k

4.1.2.4. Comparación de medias de Tukey para altura de planta

En la Tabla 11, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta de la cruce HUA x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea HUA x KCA 174 es la que tiene mayor altura con una media de 114.52 cm en comparación con las demás líneas, genitores y testigos. Por lo tanto, se deduce que las mejores, son las 10 líneas que se muestran ya que muestran superioridad en comparación con sus genitores HUA (Huariponcho) genitor femenino y KCA (Kcancolla) genitor masculino.

Tabla 11. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para altura de planta.

ORD.	n	TRAT	PROM cm	GRUPO TUKEY
GENITORES				
1	2	PAN	105.46	a b c
2	2	COL	100.01	b c e f g h i j k
3	2	SAL	93.23	c e f g h i j k l m n o p q r s t x
4	2	KCA (♂)	93.01	c e f g h i j k l m n o p q r s t x
5	2	PAS	91.29	c e f g h i j k l m n o p q r s t x y
6	2	HUA (♀)	89.37	f g h i j k l m n o p q r s t x y
TESTIGOS				
1	2	AYR	105.03	a b c e
2	2	CHU	96.47	b c e f g h i j k l m n o
3	2	CHO	96.44	b c e f g h i j k l m n o

4	2	BLA	89.81		f g h i j k l m n o p q r s t x y
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	HUA x KCA 174	114.52	a	
2	2	HUA x KCA 120	109.87	a b	
3	2	HUA x KCA 44	105.73	a b c	
4	2	HUA x KCA 194	103.93	a b c e f	
5	2	HUA x KCA 70	103.11	a b c e f g	
6	2	HUA x KCA 101	101.47	a b c e f g h	
7	2	HUA x KCA 131	101.05	a b c e f g h i	
8	2	HUA x KCA 39	100.41	a b c e f g h i j	
9	2	HUA x KCA 133	99.57	b c e f g h i j k	
10	2	HUA x KCA 172	99.44	b c e f g h i j k	

4.1.2.5. Comparación de medias de Tukey para rendimiento de grano

En la Tabla 12, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el rendimiento de grano de la cruce HUA x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea HUA x KCA 174 obtuvo el mayor rendimiento por hectárea con una media de 3.88 t/ha sin embargo, estas 10 líneas estadísticamente son iguales en comparación con sus genitores.

Tabla 12. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para el rendimiento de quinua.

ORDEN	n	TRAT.	Rdto./ PLANTA (g)	Rdto./ SURCO (Kg)	Rdto./ ha (t)	GRUPO TUKEY
GENITORES						
1	2	KCA (♂)	16.19	0.98	3.25	a
2	2	COL	13.39	0.81	2.69	a
3	2	HUA (♀)	11.42	0.69	2.29	a
4	2	PAN	6.74	0.41	1.92	a
5	2	SAL	8.69	0.52	1.75	a
6	2	PAS	8.48	0.51	1.70	a
TESTIGOS						
1	2	CHO	13.17	0.79	2.64	a
2	2	AYR	11.27	0.68	2.26	a
3	2	BLA	10.21	0.62	2.05	a
4	2	CHU	7.04	0.42	1.41	a



LÍNEAS PROMISORIAS

1	2	HUA x KCA 174	19.33	1.16	3.88	a
2	2	HUA x KCA 53	18.11	1.09	3.64	a
3	2	HUA x KCA 194	16.90	1.02	3.39	a
4	2	HUA x KCA 54	16.01	0.96	3.21	a
5	2	HUA x KCA 38	15.65	0.94	3.14	a
6	2	HUA x KCA 80	15.37	0.93	3.09	a
7	2	HUA x KCA 145	15.00	0.90	3.01	a
8	2	HUA x KCA 22	13.82	0.83	2.77	a
9	2	HUA x KCA 99	13.04	0.79	2.62	a
10	2	HUA x KCA 89	10.00	0.60	2.01	a

4.2. SALCEDO INIA X HUARIPONCHO (SAL x HUA = C2)

La cruz Salcedo INIA x Huariponcho fue obtenida por hibridación de estas dos variedades genéticamente distantes.

La quinua en la actualidad es uno de los cultivos que mayor diversidad de accesiones, ecotipos, variedades presenta, sin embargo, según Aroni (2006), esta diversidad se ha ido perdiendo por presión del mercado nacional e internacional, el cual requiere de un producto con características de grano grande y de color blanco de preferencia.

4.2.1. Componentes directos del rendimiento

En la Tabla 13, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para lattice simple de 10 x 10 con factores de: repetición, bloques y tratamiento; en el cual se puede observar el grado de significancia de las variables.

En la longitud de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa, considerando que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100



tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las líneas promisorias de quinua.

En el diámetro de panoja podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia significativa, significa que los bloques son iguales estadísticamente respecto al otro bloque, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.

En el rendimiento de grano podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa, motivo por el cual no existe una diferencia estadística entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que no existe una diferencia significativa, significa que los bloques son iguales estadísticamente y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí. Cabe mencionar que se hizo la transformación de datos para reducir el coeficiente de variabilidad.

Tabla 13. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de panoja y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para la cruz SAL x HUA Camacani. Plateria. Puno. 2018

FACTOR	GRADOS DE LIBERTAD	COMPONENTE INDIRECTO DEL RENDIMIENTO				COMPONENTE DIRECTO DEL RENDIMIENTO		
		FLORACIÓN (FLO) (días)	MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)	ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)	LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)	DIÁMETRO DE PANOJA (DP) (cm)	RENDIMIENTO (RDT) (g)	
Repetición	1	N.S.	N.S.	**	**	N.S.	N.S.	
Bloques	18	N.S.	N.S.	*	**	*	N.S.	
Tratamiento	99	**	**	N.S.	**	N.S.	N.S.	
Error	81	-	-	-	-	-	-	
Total	199	-	-	-	-	-	-	
CV		0.53	0.31	8.23	8.38	17.71	15.23	
MEDIA GENERAL		90.96	171.35	97.80	35.93	4.02	15.05	

4.2.2. Componentes indirectos del rendimiento

Vigor a la emergencia en la Figura 7, se muestra el comportamiento del vigor a la emergencia de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho a una escala del 1 al 3 (Malo, Regular y Bueno) según Bioversity Internacional (2013), en donde se observa que el 67% de las plantas son vigorosas al momento de la emergencia, seguido de 31% de plantas que tardaron al momento de la emergencia y finalmente se obtuvo un 2% de plantas que no lograron la emergencia, esto debido a la ausencia prolongada de lluvia y/o semillas pequeñas.

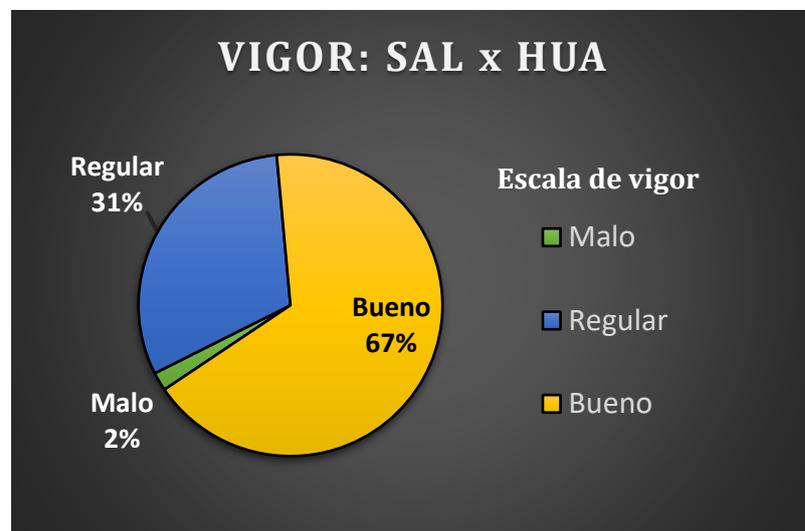


Figura 7. Vigor de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

En la Tabla 13, se muestra los días de floración donde en la repetición no existe una diferencia altamente significativa, esto indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en los bloques se encontró, que no existe una diferencia altamente significativa, considerando que cada bloque es igual al otro bloque y finalmente en los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las líneas más promisorias de quinua.



En la Tabla 13, se muestra la madurez fisiológica donde en la repetición no existe una diferencia altamente significativa que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en los bloques se encontró, que no existe una diferencia altamente significativa, que indica que cada bloque es estadísticamente igual al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las líneas más promisorias de quinua.

En la Tabla 13, se muestra la altura de planta donde podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia significativa, considerando que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos, entre los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.

En la Figura 8, se muestra el color de pericarpio de la crucea SAL x HUA, donde se observa que el 62% es de color crema siendo este el color predominante en esta crucea ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Salcedo INIA, seguidamente se observan los colores Amarillo 34%, gris 2%, púrpura 1% y rojo 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos.

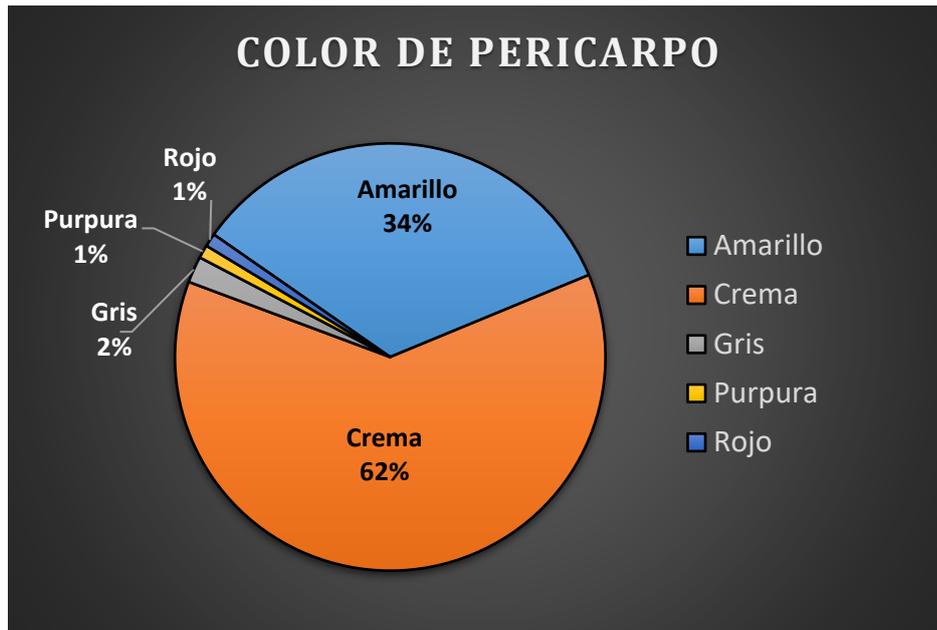


Figura 8. Color de pericarpio de la cruzada Salcedo INIA x Huariponcho

En la figura 9, se muestra el color de episperma de la cruzada SAL x HUA, donde se observa que el 93% es de color blanco siendo este el color predominante en esta cruzada, seguido de café 3%, negro 1%, transparente 1% y dorado 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos.

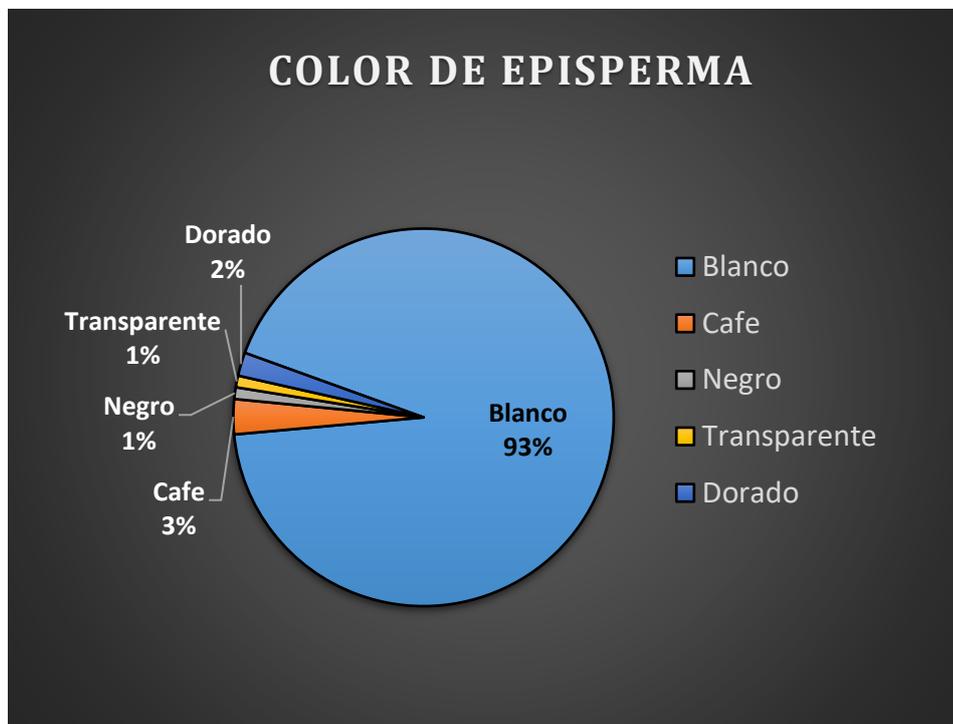


Figura 9. Color de episperma de la cruzada Salcedo INIA x Huariponcho

4.2.2.1. Comparación de medias de Tukey para días a la floración

En la Tabla 14, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días de floración de la cruza SAL x HUA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x HUA 110 es la más precoz con una media de 89 días asimismo estas líneas son más precoces en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN y KCA, asimismo se puede observar que las líneas son precoces en comparación con los testigos CHO, CHU y AYR. Por lo tanto, se deduce que las mejores son las 10 líneas que se muestran asimismo, muestran superioridad en comparación con sus genitores SAL (Salcedo INIA) genitor femenino y HUA (Huariponcho) genitor masculino.

Tabla 14. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.

ORD.	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY		
GENITORES						
1	2	PAN	98.00	a		
2	2	KCA	94.30	a		
3	2	PAS	93.00	b		
4	2	SAL (♀)	91.00		d e f g	
5	2	HUA (♂)	90.10		e f g h i j	
6	2	COL	82.80			k
TESTIGOS						
1	2	CHU	98.20	a		
2	2	CHO	94.10	b		
3	2	AYR	90.90		d e f g h	
4	2	BLA	90.00			g h i j k
LÍNEAS PROMISORIAS						
1	2	SAL x HUA 110	89.00			j k
2	2	SAL x HUA 127	89.20			j k
3	2	SAL x HUA 151	89.60			i j k
4	2	SAL x HUA 119	89.80			i j k
5	2	SAL x HUA 109	89.80		h i j k	
6	2	SAL x HUA 3	89.90		h i j k	
7	2	SAL x HUA 131	89.90		g h i j k	



8	2	SAL x HUA 85	90.00	g h i j k
9	2	SAL x HUA 16	90.00	g h i j k
10	2	SAL x HUA 126	90.00	g h i j k

4.2.2.2. Comparación de medias de Tukey para madurez fisiológica

En la Tabla 15, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la madurez fisiológica de la cruza SAL x HUA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x HUA 110 es la más precoz con una media de 168.75 días; asimismo, las 10 líneas son más precoces en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN y KCA; y los testigos CHO y CHU. Por lo tanto, se deduce que estas líneas muestran superioridad en comparación con sus genitores SAL (Salcedo INIA) genitor femenino y HUA (Huariponcho) genitor masculino.

Tabla 15. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.

ORD.	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	182.75	a	
2	2	KCA	178.30	b	
3	2	PAS	176.00	c	
4	2	SAL (♀)	170.00		g h i j k
5	2	HUA (♂)	170.10		g h i j k
6	2	COL	165.05		n
TESTIGOS					
1	2	CHU	182.95	a	
2	2	CHO	178.10	b	
3	2	AYR	169.90		i j k l
4	2	BLA	167.75		m
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	SAL x HUA 110	168.75		l m
2	2	SAL x HUA 127	169.20		k l

3	2	SAL x HUA 151	169.85	j k l
4	2	SAL x HUA 3	169.90	i j k l
5	2	SAL x HUA 131	169.90	i j k l
6	2	SAL x HUA 85	170.00	h i j k
7	2	SAL x HUA 16	170.00	h i j k
8	2	SAL x HUA 126	170.00	h i j k
9	2	SAL x HUA 124	170.00	h i j k
10	2	SAL x HUA 111	170.00	h i j k

4.2.2.3. Comparación de medias de Tukey para longitud de panoja

En la Tabla 16, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la longitud de panoja de la cruce SAL x HUA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x HUA 196 tiene una mayor longitud con una media de 43.18 cm, a comparación de las demás líneas genitores y testigos. Por lo tanto, se deduce que las 10 líneas muestran superioridad en comparación con sus genitores SAL (Salcedo INIA) genitor femenino y HUA (Huariponcho) genitor masculino.

Tabla 16. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de panoja.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY																			
				GENITORES																			
1	2	HUA (♂)	39.24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j										
2	2	COL	37.09	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p				
3	2	KCA	34.95			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
4	2	SAL (♀)	31.86														n	o	p	q	r	s	
5	2	PAN	31.02																	p	q	r	s

5	2	SAL (♀)	8.95	0.54	1.80	a
6	2	PAN	7.73	0.47	1.55	a
TESTIGOS						
1	2	BLA	13.47	0.81	2.70	a
2	2	AYR	12.13	0.73	2.44	a
3	2	CHO	11.31	0.68	2.27	a
4	2	CHU	11.04	0.66	2.22	a
LÍNEAS PROMISORIAS						
1	2	SAL x HUA 4	18.99	1.14	3.81	a
2	2	SAL x HUA 196	17.55	1.06	3.53	a
3	2	SAL x HUA 33	15.88	0.96	3.19	a
4	2	SAL x HUA 151	15.82	0.95	3.18	a
5	2	SAL x HUA 175	15.31	0.92	3.07	a
6	2	SAL x HUA 46	14.87	0.90	2.99	a
7	2	SAL x HUA 15	14.04	0.85	2.82	a
8	2	SAL x HUA 71	12.97	0.78	2.60	a
9	2	SAL x HUA 113	12.81	0.77	2.57	a
10	2	SAL x HUA 171	9.62	0.58	1.93	a

4.3. PASANKALLA X KCANCOLLA (PAS x KCA = C3)

La cruce Pasankalla x Kcancolla fue obtenida por hibridación de estas dos variedades genéticamente distantes.

4.3.1. Componentes directos del rendimiento

En la Tabla 18, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para lattice simple de 10 x 10 con factores de: repetición, bloques y tratamiento; en el cual se puede observar el grado de significancia para cada variable.

En longitud de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia significativa, que indica que ambas repeticiones son diferentes estadísticamente; en el caso de los bloques se encontró, que no existe una diferencia significativa, considerando que cada bloque es igual al otro bloque y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar



una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En el diámetro de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa, considerando la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia significativa, considerando que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En el rendimiento podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia significativa, considerando que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí. Cabe mencionar que se hizo la transformación de datos para reducir el coeficiente de variabilidad

Tabla 18. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para la cruz PAS x KCA Camacani. Plateria. Puno. 2018

FACTOR	GRADOS DE LIBERTAD	COMPONENTES DEL RENDIMIENTO INDIRECTO			COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DIRECTO		
		FLO (días)	MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)	ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)	LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)	DIÁMETRO DE PANOJA (DP) (cm)	RENDIMIENTO (RDT) (g)
Repetición	1	N.S.	N.S.	N.S.	*	**	*
Bloques	18	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	*
Tratamiento	99	**	**	N.S.	N.S.	*	N.S.
Error	81	-	-	-	-	-	-
Total	199	-	-	-	-	-	-
CV		1.40	0.49	9.44	11.84	14.25	21.20
MEDIA GENERAL		95.14	180.45	101.46	32.32	4.37	11.79

4.3.2. Componentes indirectos del rendimiento

En la Figura 10, se muestra el vigor a la emergencia el comportamiento del vigor a la emergencia de la cruza PAS x KCA a una escala del 1 al 3 según Bioersity Internacional (2013), en donde se observa que el 76% de las plantas son vigorosas al momento de la emergencia, seguido de 22% de plantas que tardaron al momento de la emergencia y finalmente se obtuvo un 2% de plantas que no lograron la emergencia, esto debido a la ausencia prolongada de lluvia y/o semillas pequeñas.

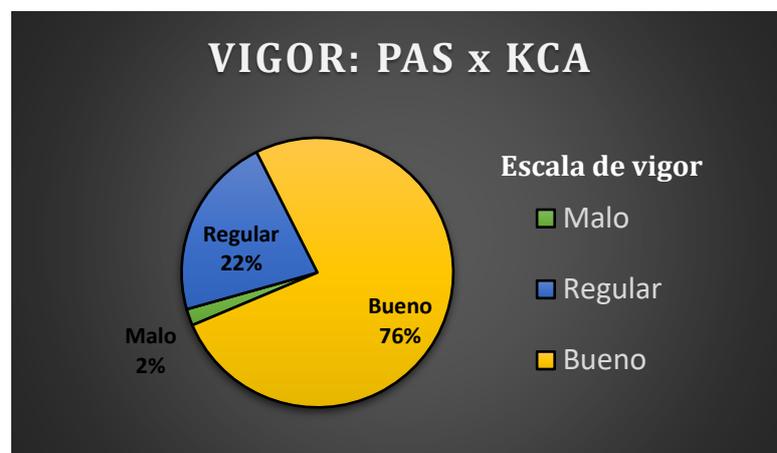


Figura 10. Porcentaje de vigor de la cruza Pasankalla x Kcancolla

En la Tabla 18, se muestra los días de floración donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa el cual indica que ambas repeticiones son estadísticamente iguales; en el caso de los bloques se encontró, que no existe una diferencia significativa, considerando que cada bloque es igual al otro bloque y finalmente para los tratamientos se obtuvo que, entre los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 18, se muestra los días a la madurez fisiológica donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa el cual indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en el caso de los bloques se encontró,

que no existe una diferencia significativa, considerando que cada bloque es igual al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tuvo que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 18, se muestra la significancia para la altura de planta donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa motivo por el cual no existe una diferencia estadística entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que no existe una diferencia significativa, significa que los bloque son iguales estadísticamente y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia significativa, por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.

En la Figura 11, se muestra el color de pericarpio de la cruz PAS x KCA, donde se observa que el 91% es de color gris siendo este el color predominante en esta cruz ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Pasankalla, seguidamente se observan los colores crema 6%, amarillo 1%, purpura 1% y rojo 1% siendo estos colores el resto de los genitores y testigos.

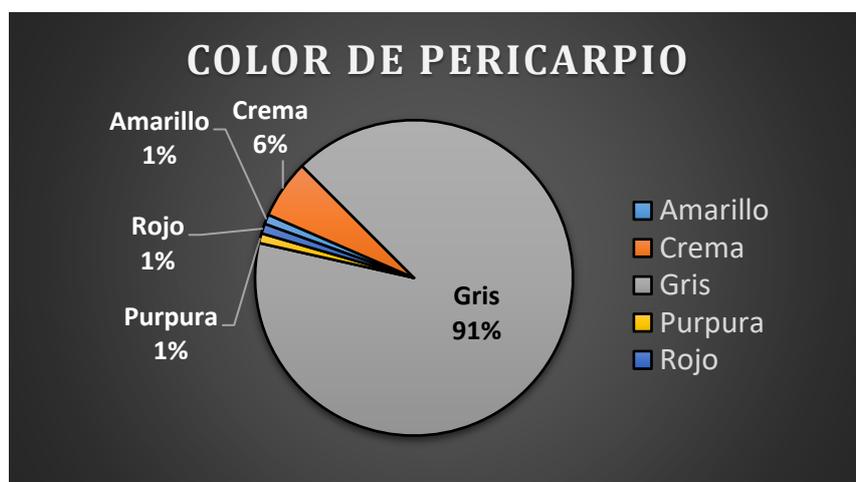


Figura 11. Color de pericarpio de la cruz Pasankalla x Kcancolla

En la Figura 12, se muestra el color de episperma de la cruza PAS x KCA, donde se observa que el 92% es de color blanco siendo este el color predominante en esta cruza, seguido de blanco 6%, negro 1% transparente 1% siendo esto el resto de colores de los genitores y testigos. La quinua en la actualidad es uno de los cultivos que mayor diversidad de accesiones, ecotipos, variedades presenta.

Según andarillas (1979b), el conocimiento de la herencia de algunos caracteres tan simples como el color de la planta, que son independientes del rendimiento, son de enorme importancia para la producción comercial de la quinua, a fin de prevenir mezclas en el campo que pueden afectar la calidad del grano. Además, menciona que la quinua presenta una gran variación en cuanto al color de la planta y del fruto, no solamente por la diversidad sino también por el contraste. El color del grano está determinado por el color del pericarpio y cuando éste es translúcido, está determinado por el color de la episperma según manifiesta Gandarillas (1979b), este mismo autor indica que el color ancestral es el negro heredado de sus genitores silvestres, del cual ha mutado varias veces en diferentes locus de los padres, ya sean diploides o tetraploides, como genes complementarios o independientes, para dar lugar de este modo a la gama de colores que se conocen.

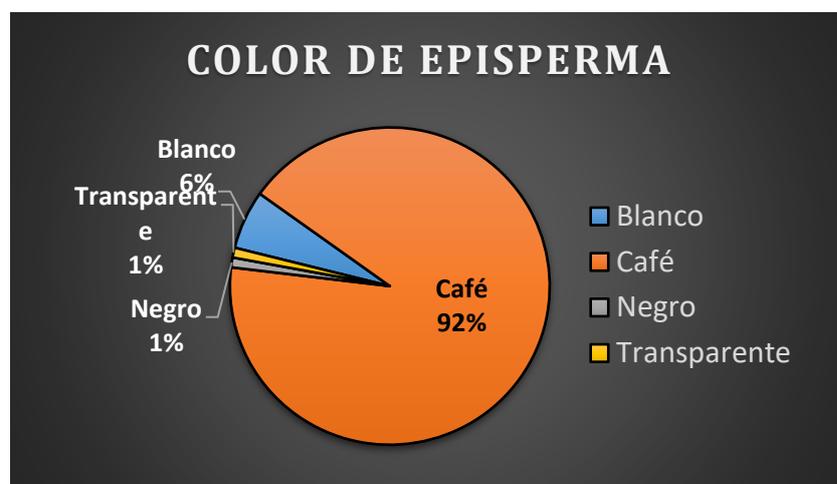


Figura 12. Color de episperma de la cruza Pasankalla x Kcancolla

4.3.2.1. Comparación de medias de Tukey para días a la floración

En la Tabla 19, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días de floración de la cruza PAS x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea PAS x KCA 93 es la más precoz con una media de 93.25 días, seguido de las demás líneas, además estas líneas en comparación con los genitores PAN, KCA y COL y testigos CHO y CHU muestran una precocidad. Por lo tanto, se deduce que las mejores, son las 10 líneas que se muestran, debido a que poseen una mayor precocidad.

Tabla 19. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.

ORD.	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	98.15	a b	
2	2	KCA (♂)	94.15		g h i j k l m n o
3	2	PAS (♀)	92.7		n o p
4	2	SAL	91.75		o p
5	2	HUA	89.85		q
6	2	COL	83.45		r
TESTIGOS					
1	2	CHU	98.6	a	
2	2	CHO	94.15		g h i j k l m n o
3	2	AYR	91.75		o p
4	2	BLA	90.75		p q
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	PAS x KCA 93	93.25		m n o p
2	2	PAS x KCA 21	93.25		m n o p
3	2	PAS x KCA 194	93.40		l m n o p
4	2	PAS x KCA 81	93.55		k l m n o p
5	2	PAS x KCA 163	93.70		j k l m n o
6	2	PAS x KCA 109	93.70		j k l m n o
7	2	PAS x KCA 57	93.85		i j k l m n o
8	2	PAS x KCA 55	93.85		i j k l m n o
9	2	PAS x KCA 42	93.85		i j k l m n o

10	2	PAS x KCA 185	93.85	i	j	k	l	m	n	o
----	---	---------------	-------	---	---	---	---	---	---	---

4.3.2.2. Comparación de medias de Tukey para madurez fisiológica

En la Tabla 20, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la madurez fisiológica de la cruza PAS x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que las líneas PAS x KCA 93 y PAS x KCA 21 son las más precoces con 179.50 días. Por lo tanto, se deduce que las mejores, son las 10 líneas que se muestran, asimismo, estas líneas presentan una ligera varianza en comparación con sus genitores debido a que la PAS (Pasankalla) genitor femenino tiene una media de 175.80 días y el KCA (Kcancolla) genitor masculino tiene una media de 178.10 días en alcanzar la madurez fisiológica.

Tabla 20. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.

ORD.	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY						
				GENITORES						
1	2	PAN	183.10	a	b					
2	2	KCA (♂)	178.10				s			
3	2	PAS (♀)	175.80					t		
4	2	SAL	170.60						u	
5	2	HUA	169.90						u	v
6	2	COL	165.30							w
				TESTIGOS						
1	2	CHU	183.40	a						
2	2	CHO	178.10				r	s		
3	2	AYR	170.60						u	
4	2	BLA	168.50							v
				LÍNEAS PROMISORIAS						
1	2	PAS x KCA 93	179.50					q	r	s
2	2	PAS x KCA 21	179.50					q	r	s
3	2	PAS x KCA 194	179.60					p	q	r
4	2	PAS x KCA 81	179.70				o	p	q	r
5	2	PAS x KCA 57	179.80				n	o	p	q
6	2	PAS x KCA 55	179.80				m	n	o	p
7	2	PAS x KCA 185	179.80				m	n	o	p

8	2	PAS x KCA 163	179.80	m n o p q r s
9	2	PAS x KCA 109	179.80	m n o p q r s
10	2	PAS x KCA 42	179.90	l m n o p q r s

4.3.2.3. Comparación de medias de Tukey para diámetro de panoja

En la Tabla 21, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el diámetro de panoja de la cruza PAS x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea PAS x KCA 163 tiene un diámetro de 6.02 cm siendo el de mayor diámetro en comparación con el resto de las líneas asimismo presentan un buen diámetro de panoja en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN, KCA y COL; y testigos.

Tabla 21. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY
GENITORES				
1	2	PAN	5.54	a b c d e
2	2	PAS (♀)	5.18	a b c d e f g h i j k
3	2	SAL	4.67	a b c d e f g h i j k l m n o p q
4	2	HUA	4.47	b c d e f g h i j k l m n o p q r s t
5	2	KCA (♂)	4.24	e f g h i j k l m n o p q r s t u v
6	2	COL	3.02	v
TESTIGOS				
1	2	CHO	5.03	a b c d e f g h i j k l m n
2	2	BLA	4.67	a b c d e f g h i j k l m n o p q
3	2	CHU	4.02	g h i j k l m n o p q r s t u v
4	2	AYR	3.81	m n o p q r s t u v
LÍNEAS PROMISORIAS				
1	2	PAS x KCA 163	6.02	a
2	2	PAS x KCA 136	5.75	a b
3	2	PAS x KCA 124	5.71	a b
4	2	PAS x KCA 80	5.61	a b c
5	2	PAS x KCA 106	5.60	a b c d
6	2	PAS x KCA 53	5.41	a b c d e f

7	2	PAS x KCA 194	5.37	a b c d e f g
8	2	PAS x KCA 109	5.32	a b c d e f g h
9	2	PAS x KCA 133	5.28	a b c d e f g h i
10	2	PAS x KCA 161	5.26	a b c d e f g h i j

4.3.2.4. Comparación de medias de Tukey para rendimiento de grano

En la Tabla 22, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el rendimiento de grano de la cruce PAS x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea PAS x KCA 53 fue la que obtuvo el mayor rendimiento con una media de 2.56 t/ha, cabe mencionar que la línea se encuentran con un promedio superior al genitor femenino Pasankalla con una media de 0.99 t/ha y al genitor masculino Kcancolla con una media de 2.14 t/ha.

Tabla 22. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.

ORD.	n	TRAT.	Rdto./ PLANTA (g)	Rdto./ SURCO (Kg)	Rdto./ ha (t)	GRUPO	
GENITORES							
1	2	HUA	14.01	0.84	2.81	a	
2	2	KCA (♂)	10.67	0.64	2.14	a	
3	2	SAL	10.42	0.63	2.09	a	
4	2	COL	7.89	0.48	1.58	a	
5	2	PAN	6.88	0.41	1.38	a	
6	2	PAS (♀)	4.94	0.30	0.99	a	
TESTIGOS							
1	2	CHO	12.60	0.76	2.53	a	
2	2	BLA	10.20	0.61	2.05	a	
3	2	AYR	5.95	0.36	1.19	a	
4	2	CHU	5.60	0.34	1.13	a	
LÍNEAS PROMISORIAS							
1	2	PAS x KCA 53		12.74	0.77	2.56	a
2	2	PAS x KCA 138		12.59	0.76	2.53	a
3	2	PAS x KCA 158		11.79	0.71	2.37	a



4	2	PAS x KCA 91	11.24	0.68	2.26	a
5	2	PAS x KCA 124	10.63	0.64	2.13	a
6	2	PAS x KCA 167	9.47	0.57	1.90	a
7	2	PAS x KCA 19	9.03	0.54	1.81	a
8	2	PAS x KCA 80	8.63	0.52	1.73	a
9	2	PAS x KCA 128	8.01	0.48	1.61	a
10	2	PAS x KCA 25	7.11	0.43	1.43	a

4.4. SALCEDO INIA X PANDELA ROSADA (SAL X PAN = C4)

La cruce Salcedo INIA x Pandela rosada fue obtenida por hibridación de estas dos variedades genéticamente cercanas.

4.4.1. Componentes directos del rendimiento

En la Tabla 23, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para lattice simple de 10 x 10 con factores de: repetición, bloques y tratamiento; en el cual se puede observar el grado de significancia para cada variable.

En la longitud de panoja podemos observar que en la repetición existe una diferencia significativa el cual indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa, que se considera que cada bloque es diferente al otro bloque; y finalmente entre los tratamientos no existe una diferencia significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.

En el diámetro de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa el cual indica que cada bloque es diferente al otro bloque; y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.



En el rendimiento de grano podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque; y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí. Cabe mencionar que se hizo la transformación de datos para los tratamientos a fin de reducir el coeficiente de variabilidad.

Tabla 23. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para la cruz SAL x PAN Camacani. Platería. Puno. 2018

FACTOR	GRADOS DE LIBERTAD	COMPONENTES DEL RENDIMIENTO INDIRECTO				COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DIRECTO		
		FLORACIÓN (FLO) (días)	MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)	ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)		LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)	DIÁMETRO DE PANOJA (DP) (cm)	RENDIMIENTO (RDT) (g)
Repetición	1	N.S.	N.S.	**	*	**	**	
Bloques	18	**	**	**	**	**	**	
Tratamiento	97	**	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
Error	83	-	-	-	-	-	-	
Total	199	-	-	-	-	-	-	
CV		0.31	0.49	8.14	8.49	17.74	15.21	
MEDIA GENERAL		92.26	175.80	105.24	34.36	5.25	14.40	

4.4.2. Componentes indirectos del rendimiento

En la Figura 13, se muestra el comportamiento del vigor a la emergencia de la cruz SAL x PAN a una escala del 1 al 3 según Bioversity Internacional (2013), en donde se observa que el 83% de las plantas son vigorosas al momento de la emergencia, seguido de 17% de plantas que tardaron al momento de la emergencia y finalmente se obtuvo un 0% de plantas que no lograron la emergencia.

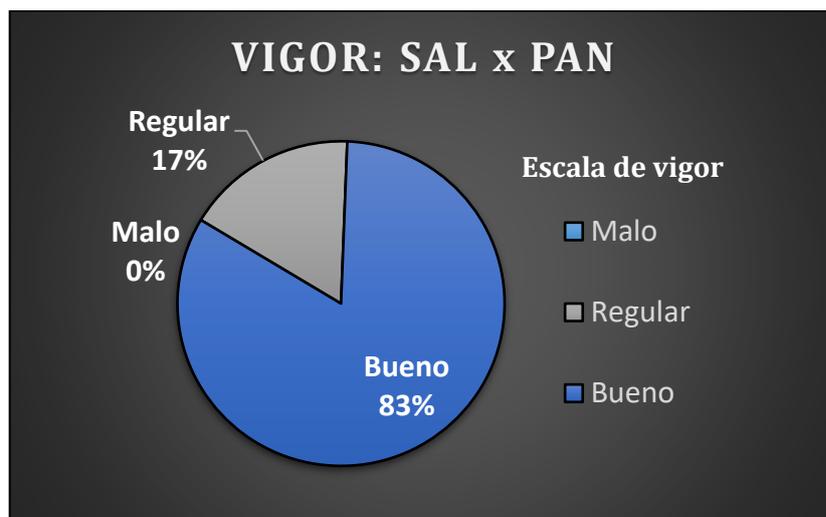


Figura 13. Porcentaje de vigor de la cruz Salcedo INIA x Pandela Rosada

En la Tabla 23, se muestra los días de floración en donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en el caso de los bloques se encontró, que existe una diferencia altamente significativa, que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 23, se muestra la significancia de los días a la madurez fisiológica donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa, que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en el caso de los bloques se

encontró, que existe una diferencia altamente significativa, considerando que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 23, se muestra la significancia de la altura de planta donde podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa, que indica que cada bloque es diferente al otro bloque; y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí.

En la Figura 14, se muestra el color de pericarpio de la cruz a SAL x PAN, donde se observa que el 93% es de color crema siendo este el color predominante en esta cruz ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Salcedo INIA, seguidamente se observan los colores amarillo 3%, gris 2%, purpura 1% y rojo 1% siendo estos colores de pericarpio el resto de los genitores y testigos.

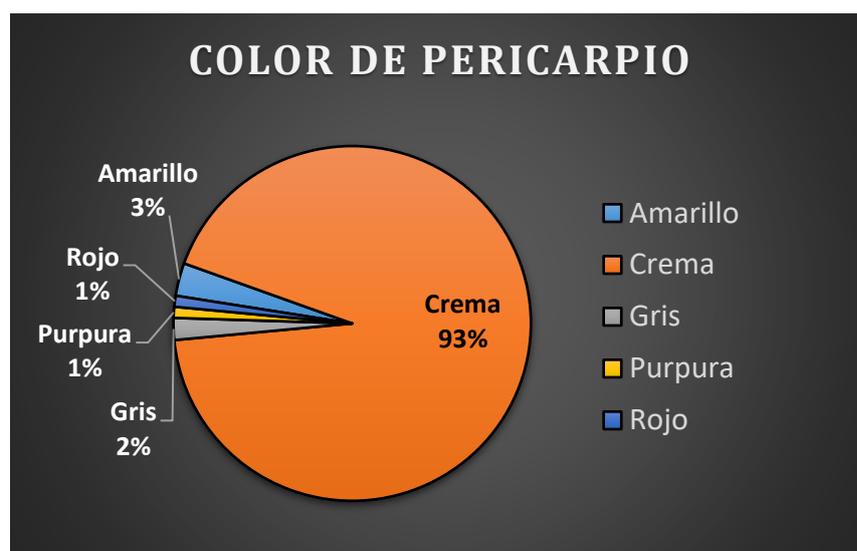


Figura 14. Color de pericarpio de la cruz Salcedo INIA x Pandela Rosada

En la Figura 15, se muestra el color de episperma de la cruza SAL x PAN, donde se observa que el 94% es de color blanco siendo este el color predominante en esta cruza, seguido de café 3%, negro 1% transparente 1% y dorado 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos. La quinua en la actualidad es uno de los cultivos que mayor diversidad de accesiones, ecotipos, variedades presenta, sin embargo, según Aroni (2006) esta diversidad se ha ido perdiendo por presión del mercado nacional e internacional, el cual requiere de un producto con características de grano grande y de color blanco de preferencia.

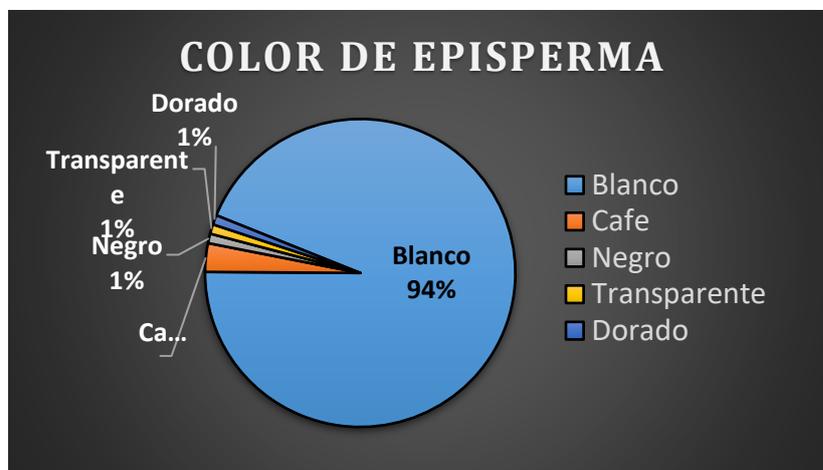


Figura 15. Color de episperma de la cruza Salcedo INIA x Pandela Rosada

4.4.2.1. Comparación de medias de Tukey para días de floración

En la Tabla 24, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días de floración de la cruza SAL x PAN a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x PAN 178 es la más precoz con una media de 91.71 días seguido del resto de las líneas además las líneas mencionadas presentan mayor precocidad en comparación con los genitores PAS, PAN y KCA, asimismo se puede observar también a las línea en comparación con los testigos,

Tabla 24. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.

ORD.	n	TRAT.	PROM. (Días)	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN (♂)	98.11	a	
2	2	KCA	93.65	b	
3	2	PAS	92.79	c d e f	
4	2	SAL (♀)	91.25		m n
5	2	HUA	89.40		p
6	2	COL	83.05		q
TESTIGOS					
1	2	CHU	98.00	a	
2	2	CHO	93.80	b	
3	2	AYR	91.20		n
4	2	BLA	90.20		o
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	SAL x PAN 178	91.71		l m n
2	2	SAL x PAN 1	91.75		k l m n
3	2	SAL x PAN 46	91.85		j k l m
4	2	SAL x PAN 188	91.91		j k l
5	2	SAL x PAN 143	92.00		i j k l
6	2	SAL x PAN 174	92.04		h i j k l
7	2	SAL x PAN 39	92.05		h i j k l
8	2	SAL x PAN 100	92.05		h i j k l
9	2	SAL x PAN 182	92.05		h i j k l
10	2	SAL x PAN 109	92.05		h i j k l

4.4.2.2. Comparación de medias de Tukey para madurez fisiológica

En la Tabla 25, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la madurez fisiológica de la cruce SAL x PAN a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se

tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x PAN 178 es la más precoz con una media de 164.12 días seguido del resto de las líneas, además las líneas mencionadas presentan mayor precocidad en comparación con los genitores SAL, PAS, PAN y KCA; y los testigos.

Tabla 25. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.

ORDEN	n	TRAT.	PROM. Días	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN (♂)	183.32	a	
2	2	KCA	176.95	c d e f g	
3	2	PAS	175.37	g h i j k l	
4	2	SAL (♀)	170.74		n
5	2	HUA	168.20		o
6	2	COL	165.14		p
TESTIGOS					
1	2	CHU	183.00	a	
2	2	CHO	177.40	b c d	
3	2	AYR	170.59		n
4	2	BLA	168.60		o
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	SAL x PAN 178	164.12		m
2	2	SAL x PAN 1	164.26		l m
3	2	SAL x PAN 46	164.55		k l m
4	2	SAL x PAN 188	164.72		k l m
5	2	SAL x PAN 143	165.00		j k l m
6	2	SAL x PAN 174	165.13		i j k l m
7	2	SAL x PAN 39	165.15		i j k l m
8	2	SAL x PAN 100	165.15		i j k l m

9	2	SAL x PAN 182	165.16	h i j k l m
10	2	SAL x PAN 109	165.16	h i j k l m

4.4.2.3. Comparación de medias de Tukey para rendimiento de grano

En la Tabla 26, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el rendimiento de grano de la cruz a SAL x PAN a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x PAN 164 fue la que obtuvo el mayor rendimiento con una media de 3.79 t/ha, cabe mencionar que la línea se encuentran con un rendimiento superior al genitor femenino Salcedo INIA con una media de 2.57 t/ha y al genitor masculino Pandela con una media de 2.93 t/ha.

Tabla 26. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.

ORD.	n	TRAT.	Rdto./ PLANTA (g)	Rdto./ SURCO (Kg)	Rdto./ ha (t)	GRUPO TUKEY
GENITORES						
1	2	SAL (♀)	12.80	0.77	2.57	a
2	2	COL	12.06	0.73	2.42	a
3	2	PAN (♂)	14.60	0.88	2.93	a
4	2	HUA	10.19	0.61	2.05	a
5	2	PAS	9.00	0.54	1.81	a
6	2	KCA	7.24	0.44	1.45	a
TESTIGOS						
1	2	CHO	14.29	0.86	2.87	a
2	2	CHU	12.41	0.75	2.49	a
3	2	AYR	11.55	0.70	2.32	a
4	2	BLA	11.19	0.67	2.25	a
LÍNEAS PROMISORIAS						
1	2	SAL x PAN 164	18.87	1.14	3.79	a
2	2	SAL x PAN 111	17.13	1.03	3.44	a



3	2	SAL x PAN 68	15.40	0.93	3.09	a
4	2	SAL x PAN 189	15.15	0.91	3.04	a
5	2	SAL x PAN 149	14.19	0.85	2.85	a
6	2	SAL x PAN 178	14.20	0.86	2.85	a
7	2	SAL x PAN 105	12.39	0.75	2.49	a
8	2	SAL x PAN 128	11.98	0.72	2.41	a
9	2	SAL x PAN 58	11.79	0.71	2.37	a
10	2	SAL x PAN 109	11.62	0.70	2.33	a

4.5. NEGRA COLLANA X KCANCOLLA (COL X KCA = C5)

Esta cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Negra collana y Kcancolla genéticamente cercanas.

4.5.1. Componentes directos del rendimiento

En la Tabla 27, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para lattice simple de 10 x 10 con factores de: repetición, bloques y tratamiento; en el cual se puede observar el grado de significancia para cada variable.

En la longitud de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa el cual indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente entre los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.



En el diámetro de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En el rendimiento de grano podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para la evaluación del rendimiento de los 100 tratamiento se obtuvo que, entre los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí. Cabe mencionar que se hizo la transformación de datos para reducir el coeficiente de variabilidad.

Tabla 27. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de panoja y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para la cruz COL x KCA Camacani. Plateria. Puno. 2018

FACTOR	GRADOS DE LIBERTAD	COMPONENTE DEL RENDIMIENTO INDIRECTO				COMPONENTE DEL RENDIMIENTO DIRECTO		
		FLORACIÓN (FLO) (días)	MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)	ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)	LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)	DIÁMETRO DE PANOJA (DP) (cm)	RENDIMIENTO (RDT) (g)	
Repetición	1	N.S.	N.S.	**	**	**	**	
Bloques	18	**	**	**	**	**	**	
Tratamiento	99	**	**	**	**	**	N.S.	
Error	81	-	-	-	-	-	-	
Total	199	-	-	-	-	-	-	
CV		0.78	0.45	6.96	8.82	15.53	15.96	
MEDIA GENERAL		83.37	164.59	97.33	37.03	4.56	15.52	

4.5.2. Componentes indirectos del rendimiento

En la Figura 16, se muestra el comportamiento del vigor a la emergencia de la cruz COL x KCA a una escala del 1 al 3 según Bioversity Internacional (2013), en donde se observa que el 84% de las plantas son vigorosas al momento de la emergencia, seguido de 15% de plantas que tardaron al momento de la emergencia y finalmente se obtuvo un 1% de plantas que no lograron la emergencia, esto debido a la ausencia prolongada de lluvia, semillas pequeñas o al ataque de aves.

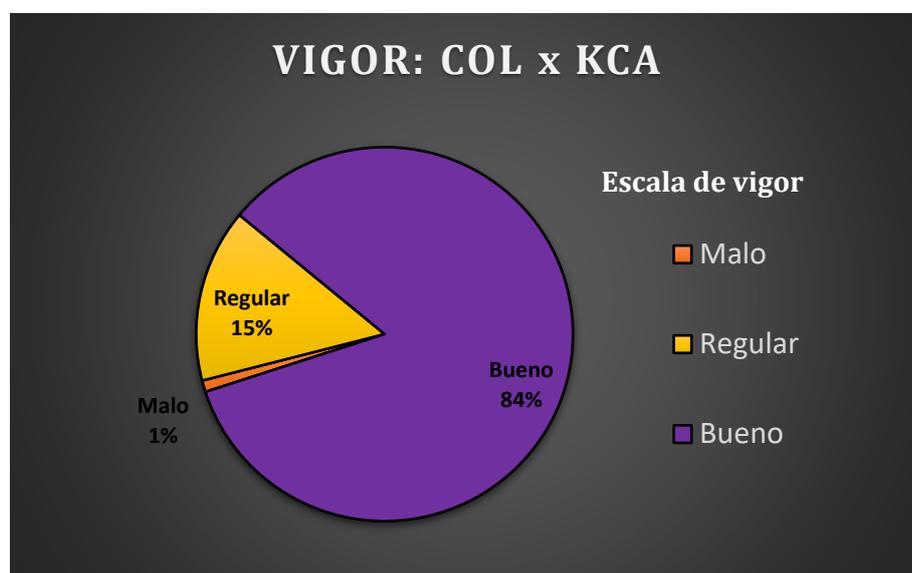


Figura 16. Porcentaje de vigor de la cruz Negra collana x Kcancolla

En la Tabla 27, se muestra la significancia para los días de floración donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa, que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en el caso de los bloques se encontró, que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea promisorias de quinua.



En la Tabla 27, se muestra la significancia para los días de madurez fisiológica donde podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa, que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en el caso de los bloques se encontró, que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 27, se muestra la significancia para la altura de planta donde podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Figura 17, se muestra el color de pericarpio de la cruz COL x KCA, donde se observa que el 91% es de color gris siendo este el color predominante en esta cruz ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Negra collana, seguidamente se observan los colores crema 6%, amarillo 1%, púrpura 1% y rojo 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos.

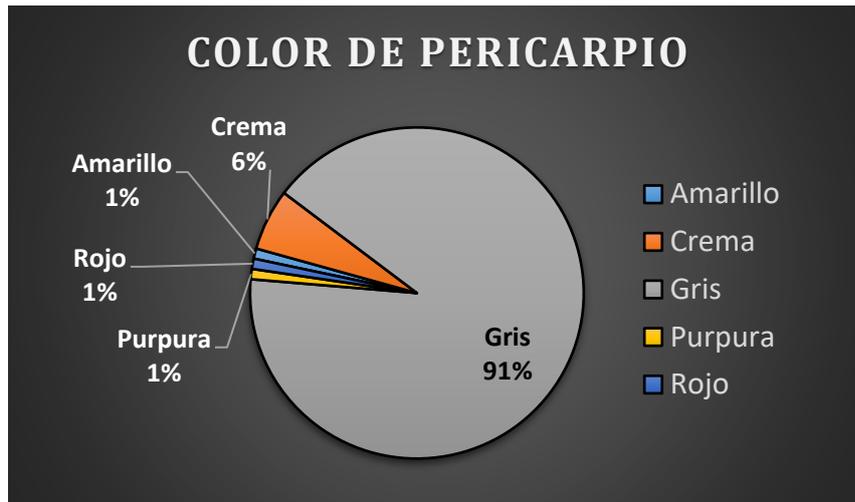


Figura 17. Color de pericarpio de la cruz Negra collana x Kcancolla

En la figura 16, se muestra el color de episperma de la cruz COL x KCA, donde se observa que el 86% es de color negro siendo este el color predominante en esta cruz, seguido de café 7%, blanco 5% transparente 1% y dorado 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos. La quinua en la actualidad es uno de los cultivos que mayor diversidad de accesiones, ecotipos, variedades presenta, sin embargo, según Aroni (2006) esta diversidad se ha ido perdiendo por presión del mercado nacional e internacional, el cual requiere de un producto con características de grano grande y de color blanco de preferencia.

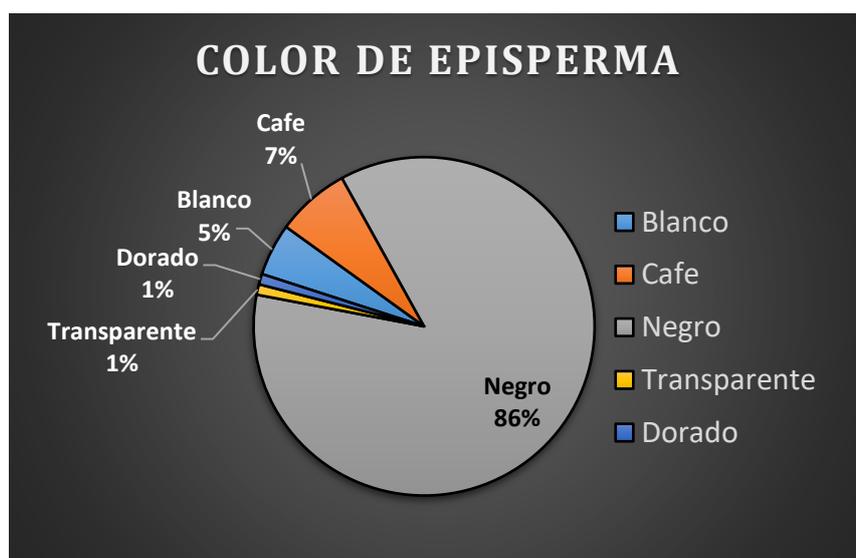


Figura 18. Color de episperma de la cruz Negra collana x Kcancolla

4.5.2.1. Comparación de medias de Tukey para días a la floración

En la Tabla 28, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días de floración de la cruza COL x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , en donde encontramos que la línea COL x KCA 67 alcanza la floración en 80.90 días siendo esta línea la más precoz seguido del resto de las líneas además las líneas mencionadas presentan mayor precocidad en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN, KCA y COL, asimismo las líneas muestran precocidad en comparación con los testigos.

Tabla 28. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración

ORD.	N	TRAT.	PROM. (días)	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	97.50	a	
2	2	KCA (♂)	93.60	b	
3	2	PAS	93.10	b c	
4	2	SAL	91.70	c d	
5	2	HUA	90.00	e	
6	2	COL (♀)	83.00	f g h i j	
TESTIGOS					
1	2	CHU	98.10	a	
2	2	CHO	93.50	b	
3	2	AYR	90.90	d e	
4	2	BLA	90.30	d e	
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	COL x KCA 67	80.9		s
2	2	COL x KCA 80	81.1		r s
3	2	COL x KCA 188	81.1		r s
4	2	COL x KCA 196	81.2		p r s
5	2	COL x KCA 101	81.2		o p r s
6	2	COL x KCA 44	81.4		n o p r s
7	2	COL x KCA 65	81.5		m n o p r s
8	2	COL x KCA 14	81.5	l	m n o p r s
9	2	COL x KCA 160	81.6	j l	m n o p r s
10	2	COL x KCA 147	81.6	j l	m n o p r s

4.5.2.2. Comparación de medias de Tukey para madurez fisiológica

En la Tabla 29, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la madurez fisiológica de la cruza COL x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , en donde encontramos que la línea COL x KCA 188 es la más precoz con una media de 161.75 días seguido del resto de las líneas, siendo estas líneas quienes presentan mayor precocidad en comparación con los genitores HUA, SAL, PAS, PAN, KCA y COL; y los testigos.

Tabla 29. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.

ORD.	n	TRAT.	PROM.	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	182.40	a	
2	2	KCA (♂)	177.55	b	
3	2	PAS	176.35	b	
4	2	SAL	170.60	c	
5	2	HUA	170.00	c	
6	2	COL (♀)	165.00	e	
TESTIGOS					
1	2	CHU	183.30	a	
2	2	CHO	177.40	b	
3	2	AYR	169.85	c d	
4	2	BLA	168.25	d	
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	COL x KCA 188	161.75	u	
2	2	COL x KCA 67	161.90	t u	
3	2	COL x KCA 80	162.05	s t u	
4	2	COL x KCA 196	162.15	r s t u	
5	2	COL x KCA 101	162.15	r s t u	
6	2	COL x KCA 138	162.20	q r s t u	
7	2	COL x KCA 147	162.25	p q r s t u	
8	2	COL x KCA 123	162.30	o p q r s t u	
9	2	COL x KCA 119	162.30	o p q r s t u	
10	2	COL x KCA 44	162.35	n o p q r s t u	

4.5.2.3. Comparación de medias de Tukey para longitud de panoja

En la Tabla 30, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la longitud de panoja de la cruce COL x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , en donde encontramos que la línea COL x KCA 132 tiene una mayor longitud de panoja con una media de 45.19 cm seguido del resto de las líneas, además las líneas mencionadas presentan mayor longitud en comparación con los genitores SAL, PAS, PAN, y COL; y los testigos.

Tabla 30. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de panoja.

ORD.	n	TRAT.	PROM. (cm)	GRUPO TUKEY
GENITORES				
1	2	KCA (♂)	42.12	b c d e f
2	2	HUA	41.72	b c d e f g
3	2	SAL	36.34	d e f g h i j k l m n o p q
4	2	PAN	35.93	e f g h i j k l m n o p q r
5	2	COL (♀)	34.35	h i j k l m n o p q r
6	2	PAS	26.08	s
TESTIGOS				
1	2	AYR	49.61	a
2	2	BLA	43.82	a b c
3	2	CHO	43.07	a b c d
4	2	CHU	40.88	b c d e f g h i
LÍNEAS PROMISORIAS				
1	2	COL x KCA 132	45.19	a b
2	2	COL x KCA 15	42.42	a b c d e
3	2	COL x KCA 96	42.05	b c d e f
4	2	COL x KCA 131	41.10	b c d e f g h
5	2	COL x KCA 153	40.90	b c d e f g h i
6	2	COL x KCA 189	40.41	b c d e f g h i j
7	2	COL x KCA 80	40.36	b c d e f g h i j
8	2	COL x KCA 124	40.23	b c d e f g h i j
9	2	COL x KCA 143	40.23	b c d e f g h i j
10	2	COL x KCA 136	40.18	b c d e f g h i j

4.5.2.4. Comparación de medias de Tukey para diámetro de panoja

En la Tabla 31, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el diámetro de panoja de la cruza COL x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , en donde encontramos que la línea COL x KCA 15 es el de mayor diámetro de 5.83 cm seguido del resto de las líneas además las líneas presentan mayor longitud en comparación con los genitores HUA, PAS, PAN, KCA, y COL, asimismo se observa que las líneas presentan menor diámetro de panoja en comparación con los testigos.

Tabla 31. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY																								
GENITORES																												
1	2	SAL	7.17	a																								
2	2	PAN	5.63	a	b	c	d	e	f	g	h																	
3	2	HUA	5.45		b	c	d	e	f	g	h	i	j															
4	2	KCA (♂)	5.04		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n											
5	2	PAS	4.82		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n											
6	2	COL (♀)	3.67														l	m	n	o	p	q	r	s	t	u		
TESTIGOS																												
1	2	CHU	6.28	a	b																							
2	2	CHO	6.26	a	b																							
3	2	BLA	6.14	a	b	c																						
4	2	AYR	6.05	a	b	c	d																					
LÍNEAS PROMISORIAS																												
1	2	COL x KCA 15	5.83	a	b	c	d	e																				
2	2	COL x KCA 132	5.78	a	b	c	d	e	f																			
3	2	COL x KCA 65	5.72	a	b	c	d	e	f	g																		
4	2	COL x KCA 171	5.61		b	c	d	e	f	g	h																	
5	2	COL x KCA 96	5.60		b	c	d	e	f	g	h																	
6	2	COL x KCA 189	5.54		b	c	d	e	f	g	h	i																
7	2	COL x KCA 105	5.44		b	c	d	e	f	g	h	i	j															
8	2	COL x KCA 60	5.43		b	c	d	e	f	g	h	i	j															
9	2	COL x KCA 114	5.32		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k														
10	2	COL x KCA 196	5.27		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k														

4.5.2.5. Comparación de medias de Tukey para altura de planta

En la Tabla 32, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta de la cruza COL x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , en donde encontramos que la línea COL x KCA 15 presenta una altura de 108.03 cm siendo la planta con mayor altura en comparación con el resto de las líneas. Además, las líneas mencionadas presentan mayor altura en comparación con los genitores KCA, HUA, PAS y COL, asimismo se observa a las líneas en comparación con los testigos en donde las líneas mencionadas tienen menor altura de planta en comparación con los testigos AYR, CHU y BLA.

Tabla 32. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para altura de planta.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY
GENITORES				
1	2	SAL	118.39	a b
2	2	PAN	114.37	a b c
3	2	KCA (♂)	106.99	a b c d e f g h i
4	2	HUA	100.10	c d e f g h i j k l m n o p q r
5	2	PAS	97.45	e f g h i j k l m n o p q r s
6	2	COL (♀)	94.22	f g h i j k l m n o p q r s t
TESTIGOS				
1	2	AYR	121.88	a
2	2	CHU	112.64	a b c d
3	2	BLA	110.28	a b c d e
4	2	CHO	105.13	b c d e f g h i j k l
LÍNEAS PROMISORIAS				
1	2	COL x KCA 15	108.76	a b c d e f
2	2	COL x KCA 35	108.30	a b c d e f g
3	2	COL x KCA 29	108.03	a b c d e f g h
4	2	COL x KCA 40	106.82	a b c d e f g h i j
5	2	COL x KCA 62	106.35	b c d e f g h i j
6	2	COL x KCA 190	105.93	b c d e f g h i j k
7	2	COL x KCA 132	105.14	b c d e f g h i j k l
8	2	COL x KCA 105	104.41	b c d e f g h i j k l

9	2	COL x KCA 166	104.01	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
10	2	COL x KCA 44	103.78	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l

4.5.2.6. Comparación de medias de Tukey para rendimiento de grano

En la Tabla 33, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el rendimiento de grano de la cruza HUA x KCA a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea COL x KCA 187 fue la que obtuvo mayor rendimiento con 3.66 t/ha en comparación con el resto de las líneas, cabe mencionar que la línea se encuentran con un promedio superior al genitor femenino Negra collana con una media de 2.30 t/ha y al genitor masculino Kcancolla con 2.36 t/ha, asimismo el testigo BLA con una media de 3.86 t/ha es superior a las líneas y el testigo AYR con una media de 2.49 t/ha es inferior a las líneas.

Tabla 33. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.

ORD.	n	TRAT.	Rdto./ PLANTA (g)	Rdto./ SURCO (Kg)	Rdto./ ha (t)	GRUPO TUKEY
GENITORES						
1	2	HUA	16.07	0.97	3.23	a
2	2	COL (♀)	11.77	0.71	2.36	a
3	2	PAN	11.70	0.70	2.35	a
4	2	KCA (♂)	11.44	0.69	2.30	a
5	2	SAL	9.16	0.55	1.84	a
6	2	PAS	9.06	0.55	1.82	a
TESTIGOS						
1	2	BLA	19.21	1.16	3.86	a
2	2	CHU	16.65	1.00	3.34	a
3	2	CHO	13.79	0.83	2.77	a
4	2	AYR	12.38	0.75	2.49	a
LÍNEAS PROMISORIAS						
1	2	COL x KCA 187	18.22	1.10	3.66	a
2	2	COL x KCA 114	18.07	1.09	3.63	a
3	2	COL x KCA 55	16.75	1.01	3.36	a



4	2	COL x KCA 24	16.39	0.99	3.29	a
5	2	COL x KCA 96	14.83	0.89	2.98	a
6	2	COL x KCA 30	14.04	0.85	2.82	a
7	2	COL x KCA 137	14.01	0.84	2.81	a
8	2	COL x KCA 65	13.91	0.84	2.79	a
9	2	COL x KCA 136	13.27	0.80	2.66	a
10	2	COL x KCA 3	9.59	0.58	1.93	a

4.6. SALCEDO INIA X NEGRA COLLANA (SAL X COL = C6)

Esta cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA y Negra collana genéticamente cercanas.

4.6.1. Componentes directos del rendimiento

En la Tabla 34, se muestra un resumen del análisis de varianza (ANDEVA) para lattice simple de 10 x 10 con sus respectivos factores las cuales fueron repetición, bloques y tratamiento; en el cual se puede observar el grado de significancia para cada variable.

En la longitud de panoja podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques no existe una diferencia altamente significativa esto implica que cada bloque es diferente al otro bloque; y finalmente para los tratamientos se encontró que existe una diferencia altamente significativa entonces los 100 tratamientos son iguales entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En el diámetro de panoja podemos encontrar que en la repetición no existe una diferencia significativa, que indica que ambas repeticiones son iguales estadísticamente; en el caso de los bloques se encontró, que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son



diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En el rendimiento podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos no existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son iguales entre sí; Cabe mencionar que se hizo la transformación de datos para reducir el coeficiente de variabilidad.

Tabla 34. Resumen de ANDEVA para floración, madurez fisiológica, longitud de panoja, diámetro de panoja, altura de planta y rendimiento en la evaluación de líneas F9 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) para la cruz SAL x COL Camacani. Plateria. Puno. 2018

FACTOR	GRADOS DE LIBERTAD	COMPONENTES DEL RENDIMIENTO INDIRECTO				COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DIRECTO		
		FLORACIÓN (FLO) (días)	MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)	ALTURA DE PLANTA (AP) (Cm)	LONGITUD DE PANOJA (LP) (Cm)	DIÁMETRO DE PANOJA (DP) (Cm)	RENDIMIENTO (RDT) (g)	
Repetición	1	**	**	*	**	N.S.	**	
Bloques	18	**	**	**	N.S.	**	**	
Tratamiento	99	**	**	**	**	**	N.S.	
Error	81	-	-	-	-	-	-	
Total	199	-	-	-	-	-	-	
CV		0.78	1.17	7.21	9.95	12.33	15.84	
MEDIA GENERAL		92.10	173.73	87.05	30.71	4.49	15.02	

4.6.2. Componentes indirectos del rendimiento

En la Figura 19, se muestra el comportamiento del vigor a la emergencia de la cruz SAL x COL a una escala del 1 al 3 según Bioversity Internacional (2013), en donde se observa que el 59% de las plantas son vigorosas al momento de la emergencia, seguido de 37% de plantas que tardaron al momento de la emergencia y finalmente se obtuvo un 4% de plantas que no lograron la emergencia, esto debido a la ausencia prolongada de lluvia, semillas pequeñas o al ataque de aves.

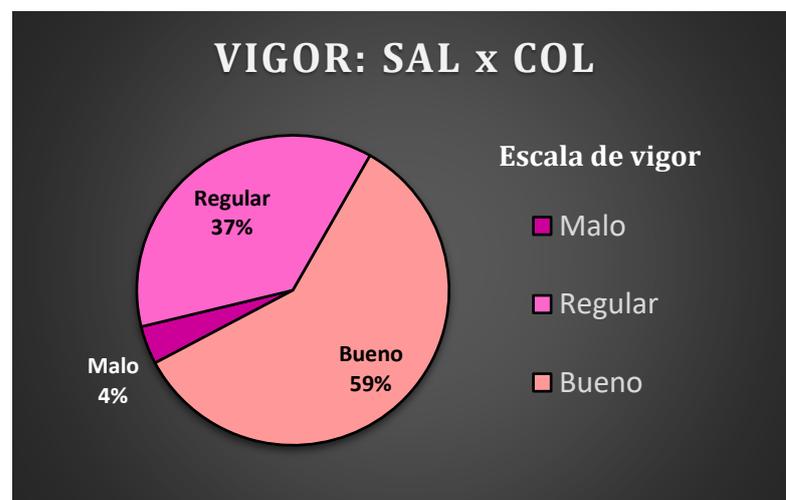


Figura 19. Porcentaje de vigor de la cruz Salcedo INIA x Negra collana

En la tabla 34, se muestra la significancia de los días de floración donde podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 34, se muestra la significancia de la madurez fisiológica donde podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia altamente significativa que



indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Tabla 34, se muestra la significancia de la altura de planta donde podemos encontrar que en la repetición existe una diferencia significativa que indica la diferencia que existe entre ambas repeticiones; en el caso de los bloques se encontró que existe una diferencia altamente significativa que indica que cada bloque es diferente al otro bloque y finalmente para los tratamientos existe una diferencia altamente significativa, esto implica que los 100 tratamientos son diferentes entre sí. En ese sentido para una correcta interpretación se tendrá que aplicar una prueba de comparación múltiple de Tukey y así determinar las 10 línea más promisorias de quinua.

En la Figura 20, se muestra el color de pericarpio de la crucea SAL x COL, donde se observa que el 95% es de color crema siendo este el color predominante en esta crucea ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Salcedo INIA, seguidamente se observa el color amarillo 1%, gris 2%, purpura 1% y rojo 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos.

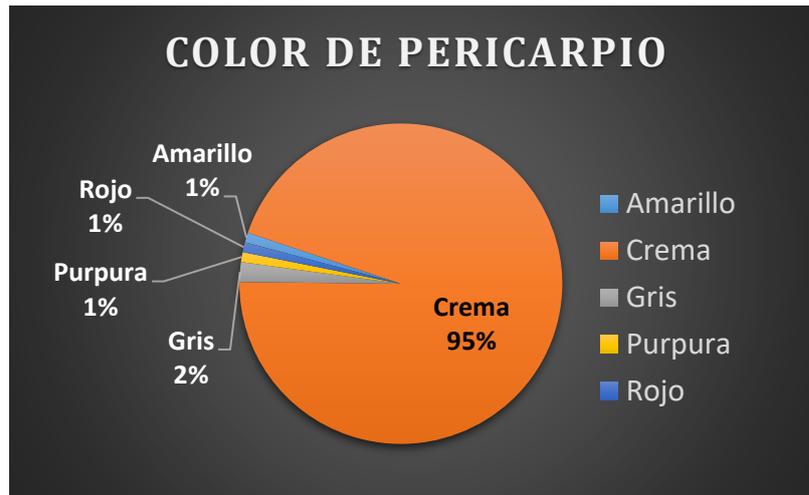


Figura 20. Color de pericarpio de la cruz Salcedo INIA x Negra collana

En la Figura 21, se muestra el color de episperma de la cruz SAL x COL, donde se observa que el 94% es de color blanco siendo este el color predominante en esta cruz ya que pudo heredar esta característica del genitor femenino Salcedo INIA, seguidamente se observan los colores cafe 3%, dorado 1%, transparente 1% y negro 1% siendo esto el resto de los genitores y testigos.

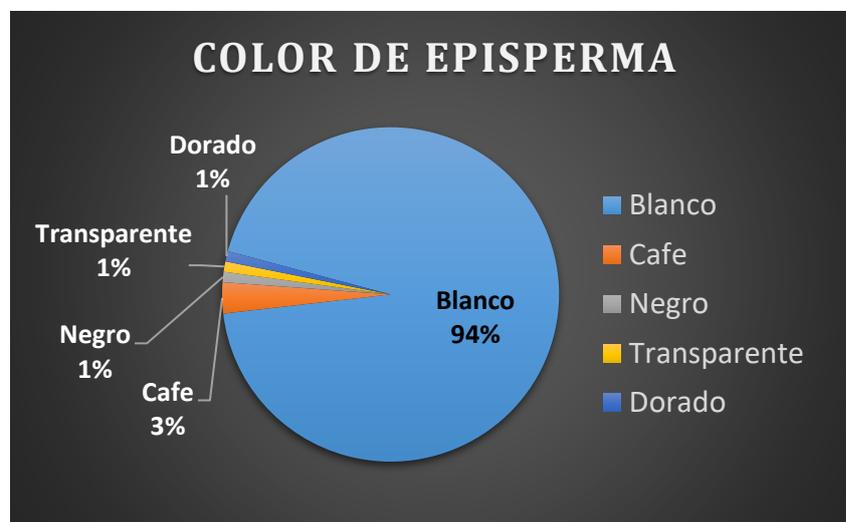


Figura 21. Color de episperma de la cruz Salcedo INIA x Negra collana

4.6.2.1. Comparación de medias de Tukey para días a la floración

En la Tabla 35, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días de floración de la cruz SAL x COL a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se

tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea 19 alcanza la floración en 90.70 días siendo esta línea la más precoz seguido del resto de las líneas. Además, las líneas mencionadas presentan mayor precocidad en comparación con los genitores PAN, KCA y PAS; y los testigos BLA, CHO, CHU y AYR.

Tabla 35. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para días de floración.

ORDEN	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	98.15	a	
2	2	KCA	93.50	b c d	
3	2	PAS	92.40	b c d e f g h i j k l m	
4	2	SAL (♀)	90.60		p q
5	2	HUA	89.60		q
6	2	COL (♂)	82.95		r
TESTIGOS					
1	2	CHU	99.50	a	
2	2	CHO	93.80	b	
3	2	BLA	91.35		j k l m n o p
4	2	AYR	90.95		l m n o p q
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	SAL x COL 19	90.70		o p q
2	2	SAL x COL 184	90.70		o p q
3	2	SAL x COL 4	90.80		n o p q
4	2	SAL x COL 194	90.90		m n o p q
5	2	SAL x COL 175	91.25	k l m n o p	
6	2	SAL x COL 88	91.30	k l m n o p	
7	2	SAL x COL 30	91.30	k l m n o p	
8	2	SAL x COL 117	91.30	k l m n o p	
9	2	SAL x COL 78	91.40	j k l m n o p	
10	2	SAL x COL 37	91.40	j k l m n o p	

4.6.2.2. Comparación de medias de Tukey para madurez fisiológica

En la Tabla 36, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para los días de madurez fisiológica de la cruza SAL x COL a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea

SAL x COL 19 alcanza su madurez fisiológica en 166 días siendo esta línea la más precoz seguido del resto de las líneas. Además, las líneas mencionadas presentan mayor precocidad en comparación con los genitores HUA, SAL, PAN, KCA y PAS; y los testigos BLA, CHO y CHU.

Tabla 36. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para madurez fisiológica.

ORDEN	n	TRAT.	PROM. días	GRUPO TUKEY	
GENITORES					
1	2	PAN	183.60	a	
2	2	KCA	176.80	b c d	
3	2	PAS	174.50	b c d e f h i j k	
4		SAL (♀)	170.10		l m
5	2	HUA	169.10		m n
6	2	COL (♂)	165.00		n
TESTIGOS					
1	2	CHU	186.30	a	
2	2	CHO	177.70	b	
3	2	BLA	171.00		i j k l m
4	2	AYR	170.00		l m
LÍNEAS PROMISORIAS					
1	2	SAL x COL 19	166.00		l m
2	2	SAL x COL 184	166.00		l m
3	2	SAL x COL 4	166.30		k l m
4	2	SAL x COL 194	166.60		j k l m
5	2	SAL x COL 88	167.20		i j k l m
6	2	SAL x COL 117	167.20		i j k l m
7	2	SAL x COL 37	167.50		h i j k l m
8	2	SAL x COL 35	167.50		h i j k l m
9	2	SAL x COL 30	167.50		h i j k l m
10	2	SAL x COL 175	167.50		h i j k l m

4.6.2.3. Comparación de medias de Tukey para longitud de panoja

En la Tabla 37, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la longitud de panoja de la cruce SAL x COL a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x

COL 37 tiene una longitud de 46.72 cm seguido del resto de las líneas, las líneas mencionadas presentan mayor longitud en comparación con los genitores PAN, KCA, SAL y PAS.

Tabla 37. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de panoja.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY
GENITORES				
1	2	COL (♂)	37.33	b c
2	2	HUA	35.31	b c d e
3	2	PAN	32.80	b c d e f g h i j k l m n
4	2	KCA	32.28	b c d e f g h i j k l m n o p
5	2	SAL (♀)	29.70	d e f g h i j k l m n o p q r
6	2	PAS	25.31	q r
TESTIGOS				
1	2	AYR	38.31	b
2	2	CHO	35.58	b c d
3	2	BLA	34.66	b c d e f g h
4	2	CHU	31.28	c d e f g h i j k l m n o p q
LÍNEAS PROMISORIAS				
1	2	SAL x COL 37	46.72	a
2	2	SAL x COL 55	35.07	b c d e f
3	2	SAL x COL 30	34.94	b c d e f g
4	2	SAL x COL 156	34.13	b c d e f g h i
5	2	SAL x COL 24	34.12	b c d e f g h i
6	2	SAL x COL 181	33.84	b c d e f g h i j
7	2	SAL x COL 117	33.55	b c d e f g h i j k
8	2	SAL x COL 63	33.31	b c d e f g h i j k l
9	2	SAL x COL 80	33.31	b c d e f g h i j k l
10	2	SAL x COL 175	33.03	b c d e f g h i j k l

4.6.2.4. Comparación de medias de Tukey para diámetro de panoja

En la Tabla 38, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el diámetro de panoja de la cruce SAL x COL a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x



COL 156 tiene un diámetro de 5.65 cm siendo el de mayor diámetro en comparación con las líneas y los genitores COL, KCA, HUA y SAL con 4.21, 4.13, 3.85 y 3.69 cm, asimismo se puede observar que las línea poseen mayor diámetro de panoja en comparación a los testigos. Asimismo, muestran superioridad en comparación con sus genitores SAL (Salcedo INIA) genitor femenino y COL (Negra Collana) genitor masculino.

Tabla 38. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para diámetro de panoja.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY																						
GENITORES																										
1	2	PAS	6.49	a																						
2	2	PAN	5.07		b	c	d	e	f	g	h	i	j													
3	2	COL (♂)	4.21					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u		
4	2	KCA	4.13						f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u		
5	2	HUA	3.85											k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u		
6	2	SAL (♀)	3.69																n	o	p	q	r	s	t	u
TESTIGOS																										
1	2	CHU	4.45		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t			
2	2	AYR	4.23					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u		
3	2	CHO	3.61																	q	r	s	t	u		
4	2	BLA	3.32																					t	u	
LÍNEAS PROMISORIAS																										
1	2	SAL x COL 156	5.65		a	b																				
2	2	SAL x COL 187	5.57		a	b	c																			
3	2	SAL x COL 69	5.47		a	b	c	d																		
4	2	SAL x COL 181	5.35		a	b	c	d	e																	
5	2	SAL x COL 52	5.34		a	b	c	d	e	f																
6	2	SAL x COL 89	5.30			b	c	d	e	f	g															
7	2	SAL x COL 35	5.23			b	c	d	e	f	g	h														
8	2	SAL x COL 87	5.16			b	c	d	e	f	g	h	i													
9	2	SAL x COL 30	5.15			b	c	d	e	f	g	h	i													
10	2	SAL x COL 109	5.03			b	c	d	e	f	g	h	i	j	k											

4.6.2.5. Comparación de medias de Tukey para altura de planta

En la Tabla 39, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta de la cruza SAL x COL a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x COL 75 presenta una altura de 97.46 cm siendo la planta con mayor altura en comparación con el resto de las líneas.

Tabla 39. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para altura de planta.

ORD.	n	TRAT.	PROM. cm	GRUPO TUKEY
GENITORES				
1	2	PAN	115.06	a
2	2	COL (♂)	109.98	a b
3	2	KCA	98.53	b c d
4	2	PAS	98.47	b c d e
5	2	HUA	97.17	b c d e f g
6	2	SAL (♀)	89.83	c d e f g h i j k l m n o
TESTIGOS				
1	2	AYR	110.80	a b
2	2	CHU	103.14	a b c
3	2	BLA	94.16	c d e f g h i
4	2	CHO	87.35	d e f g h i j k l m n o p q
LÍNEAS PROMISORIAS				
1	2	SAL x COL 75	97.46	b c d e f
2	2	SAL x COL 108	94.87	c d e f g h
3	2	SAL x COL 156	94.73	c d e f g h
4	2	SAL x COL 88	94.36	c d e f g h i
5	2	SAL x COL 80	94.30	c d e f g h i
6	2	SAL x COL 52	94.22	c d e f g h i
7	2	SAL x COL 55	94.12	c d e f g h i j
8	2	SAL x COL 69	93.19	c d e f g h i j k
9	2	SAL x COL 174	92.53	c d e f g h i j k l
10	2	SAL x COL 27	91.99	c d e f g h i j k l

4.6.2.6. Comparación de medias de Tukey para rendimiento de grano

En la Tabla 40, se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para el rendimiento de grano de la cruza SAL x COL a una probabilidad de ≤ 0.05 , para ello se tomaron los genitores, testigos y 10 de las mejores líneas; resultando que la línea SAL x COL 63 fue la que obtuvo el mayor rendimiento de grano con una media de 4.04 t/ha en comparación con el resto de las líneas, cabe mencionar que la línea se encuentra con un promedio superior al genitor femenino Salcedo INIA con una media 2.81 t/ha y al genitor masculino Negra collana con una media de 1.96 t/ha asimismo el testigo AYR con una media de 3.08 t/ha es inferior a las líneas, asimismo el testigo CHO con una media de 1.88 t/ha es el de menor rendimiento del grupo de los testigos.

Tabla 40. Resumen de la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para rendimiento de quinua.

ORD.	n	TRAT.	Rdto./ PLANTA (g)	Rdto./ SURCO (Kg)	Rdto./ ha (t)	GRUPO TUKEY
GENITORES						
1	2	PAN	16.43	0.99	3.30	a
2	2	HUA	15.93	0.96	3.20	a
3	2	SAL (♀)	14.01	0.84	2.81	a
4	2	KCA	11.20	0.67	2.25	a
5	2	PAS	11.13	0.67	2.23	a
6	2	COL (♂)	9.75	0.59	1.96	a
TESTIGOS						
1	2	AYR	15.32	0.92	3.08	a
2	2	CHU	10.27	0.62	2.06	a
3	2	BLA	9.76	0.59	1.96	a
4	2	CHO	9.37	0.56	1.88	a
LÍNEAS PROMISORIAS						
1	2	SAL x COL 63	20.14	1.21	4.04	a
2	2	SAL x COL 187	18.08	1.09	3.63	a
3	2	SAL x COL 46	18.00	1.08	3.61	a
4	2	SAL x COL 30	17.72	1.07	3.56	a

5	2	SAL x COL 174	15.42	0.93	3.10	a
6	2	SAL x COL 98	14.36	0.86	2.88	a
7	2	SAL x COL 80	13.27	0.80	2.66	a
8	2	SAL x COL 28	12.49	0.75	2.51	a
9	2	SAL x COL 86	11.65	0.70	2.34	a
10	2	SAL x COL 32	11.67	0.70	2.34	a

4.7. COMPARACIÓN ENTRE CRUZAS CON SUS GENITORES

(Ver Tabla 41)

4.7.1. Días a la floración

Se observa que la craza COL x KCA presenta menor días de floración con una media de 82.39 días seguido de la craza HUA x KCA con una media de 86.02 días y la craza con mayores días de floración es PAS x KCA con una media de 95.47 días.

Las cruza que presentan heterosis son HUA x KCA y COL x KCA; la craza HUA x KCA presenta una media de 86.02 días siendo inferior al genitor femenino Huariponcho con una media de 90 días y al genitor masculino con 94 días; y la craza COL x KCA presenta una media de 82.39 días que es inferior al genitor femenino Negra collana con una media de 83 días y al genitor masculino Kcancolla con una media de 94 días. Esto indica que hay avance genético, lo que significa que hay líneas precoces, semi precoces y tardías; En cuanto a la floración lo que se pretende es obtener una variedad precoz que permita escapar de los factores abióticos (sequia, helada y granizada) y de los factores bióticos (plagas y enfermedades) (Apaza, 2018).

Según Apaza (2018), estos resultados nos dan mayor posibilidad de encontrar lo que se busca en el mejoramiento genético cuyo objetivo es generar mayor variabilidad genética entre líneas y mayor coeficiente de heredabilidad en la búsqueda del vigor híbrido.



4.7.2. Madurez fisiológica

Podemos observar a las cruzas en comparación con sus genitores de lo que resulta que las cruzas más precoces fueron COL x KCA con una media de 163.34 días y HUA x KCA con una media de 164.53 días, asimismo la crusa más tardía fue PAS x KCA con una media de 179 días.

También podemos observar que existe heterosis en las cruzas HUA x KCA, SAL x HUA y COL x KCA. Esto indica que hay avance genético favorable de las líneas en estudio respecto a sus genitores en cuanto a la precocidad, lo que significa que hay líneas precoces, semi precoces y tardías.

4.7.3. Diámetro de panoja

Las cruzas con mayor diámetro de panoja fueron SAL x PAN con una media de 5.25 cm, SAL x COL con una media de 4.72 cm y COL x KCA con una media de 4.65 cm y por otro lado la crusa que presento menor diámetro de panoja fue HUA x KCA con una media de 3.93 cm.

También podemos observar a las cruzas que presentan heterosis estas fueron COL x KCA y SAL x COL. Esto indica que hay avance genético, lo que indica es que hay líneas con un diámetro de panoja grueso, mediano y delgado. Según Apaza (2018), estos resultados nos dan mayor posibilidad de encontrar lo que se busca en el mejoramiento genético cuyo objetivo es generar mayor variabilidad genética entre líneas y mayor coeficiente de heredabilidad en la búsqueda del vigor híbrido.

4.7.4. Longitud de panoja

En la Tabla 40 podemos observar que la crusa COL x KCA presento mayor longitud de panoja con una media de 36.81 cm seguido de la crusa SAL x HUA con una media de 36.04 cm y la crusa PAS x KCA presento menor longitud de panoja con una media de 32.02 cm.



Por otro lado, la cruza HUA x KCA presento heterosis, este resultado es muestra de que la mayoría de líneas evaluadas presentaron mayor longitud de panoja en comparación a sus genitores, por lo tanto, es un indicador de que hay líneas con panojas grandes, medianas y pequeñas, lo que significa que hay ganancia genética. Similares diferencias fueron encontradas por Inguilán y Pantoja (2007), en su estudio con las cruzas simples en el municipio de Córdoba (2800 msnm), quienes obtuvieron para las líneas de las cruzas simples panojas con mayor longitud de 33.8 a 36.85 cm, y las de menor longitud con 22.57 a 26.42cm; superando casi todos a sus genitores.

4.7.5. Altura de planta

Se observa que la cruza SAL x PAN presenta mayor altura de planta con una media de 105.19 cm seguido de la cruza PAS x KCA con una media de 101.61 cm y la cruza que presento menor altura de planta fue SAL x COL con una media de 90.57 cm.

También podemos observar que la cruza HUA x KCA presenta heterosis. Esto significa que hay avance genético para esta cruza lo cual Sañudo *et al.* (2005), afirman que una variedad puede mostrar variaciones en la altura de planta, de acuerdo con la época de siembra, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas. Al respecto Tapia (2000), afirma que de acuerdo con la variedad la quinua alcanza diferentes alturas. Al respecto Peralta *et al.* (2009), menciona que trabajaron con líneas de cruzas en donde buscaron plantas de porte mediano para facilitar la cosecha mecanizada.

4.7.6. Rendimiento de grano

En la Tabla 40, se puede observar a las cruzas en comparación con sus genitores en donde se ve que la cruza HUA x KCA obtuvo mayor rendimiento de grano por hectárea con una media de 3.08 t/ha seguido de la cruza SAL x COL con una media de 3.07 t/ha y la cruza que obtuvo menor rendimiento de grano fue PAS x KCA con una media de 2.03 t/ha. Por otro lado, las cruzas que presentaron heterosis fueron HUA x KCA, COL x KCA



y SAL x COL estos resultados indican que hay avance genético para estas cruzas, lo que significa que hay líneas que tienen alto, mediano y bajo rendimiento. Según Apaza (2018), estos resultados nos dan mayor posibilidad de encontrar lo que se busca en el mejoramiento genético cuyo objetivo es generar mayor variabilidad genética entre líneas y mayor coeficiente de heredabilidad en la búsqueda del vigor híbrido.

Es necesario e importante mencionar que el tamaño de grano es una de las características que más se pretende mejorar, debido a que en la actualidad se usan solo variedades de tamaño de grano mediano y grano pequeño. (León, 2003).

La estructura y constitución de la planta son de mucha importancia, ya que son características que se traducirán directamente en un buen rendimiento, dependiendo de cuál sea el caso, además de que una planta bien constituida será menos propensa al ataque de factores bióticos como insectos, enfermedades, pájaros, etc. Delgado *et al.* (2009), menciona que características agronómicas como precocidad, uniformidad, tamaño de planta, madurez uniforme, tipo de panoja, tallos resistentes al vuelco y resistencia a enfermedades vienen dadas desde la genética misma de la planta, esto sumado a una buena nutrición dará como resultado un cultivo con mejor vigor y rendimiento.



Tabla 41. Resumen del comparativo de genitores con sus progenies

	Floración (Días)	Madurez Fisiológica (Días)	Diámetro de Panoja (cm)	Longitud de Panoja (cm)	Altura de Planta (cm)	Rendimiento (t/ha)
HUA x KCA	86.02	164.53	3.93	35.02	96.35	3.08
HUA	90.00	170.00	3.62	33.82	95.38	2.29
KCA	94.00	178.00	4.55	34.27	92.20	3.25
SAL x HUA	90.82	169.76	3.98	36.04	97.30	2.97
SAL	91.00	170.00	3.57	29.85	96.73	1.80
HUA	90.00	170.00	4.90	39.25	107.00	2.88
PAS x KCA	95.47	179.00	4.36	32.02	101.61	2.03
PAS	93.00	176.00	4.88	26.48	90.12	0.99
KCA	94.00	178.00	4.07	38.17	110.43	2.14
SAL x PAN	92.27	175.80	5.25	34.22	105.19	2.87
SAL	91.00	170.00	4.87	33.65	99.73	2.57
PAN	98.00	183.00	7.37	37.25	110.37	2.93
COL x KCA	82.39	163.34	4.65	36.81	96.16	2.99
COL	83.00	165.00	4.43	36.28	96.58	2.36
KCA	94.00	178.00	4.57	40.72	104.77	2.30
SAL x COL	86.69	166.93	4.72	32.09	90.57	3.07
SAL	91.00	170.00	4.28	30.25	92.55	2.81
COL	83.00	165.00	4.12	36.65	106.12	1.96



V. CONCLUSIONES

Analizando lo ocurrido en la localidad de Camacani – Platería, Puno se pudo concluir que se evaluó las variables del componente directo como: longitud de panoja, diámetro de panoja, rendimiento de grano por planta, por surco, por hectárea y también se evaluó el componente indirecto como: vigor, floración, madurez fisiológica, altura de planta y el color de grano de las progenies autofecundadas F9.

En la cruce HUA x KCA, se puede concluir que las mejores líneas fueron HUA x KCA 174, HUA x KCA 38, HUA x KCA 22 y HUA x KCA 194, debido a que resaltan más las variables del componente directo como rendimiento y diámetro de panoja, por lo que estas líneas se consideran como los materiales promisorios de la F9. Mientras que la línea HUA x KCA 80 resalta más en el componente indirecto en días de floración y madurez fisiológica lo que la coloca como material promisorio para futuras evaluaciones orientadas a mejorar estas características. Por otro lado, toda la cruce presenta un buen vigor, y en lo que se refiere al color de grano el pericarpio es de color amarillo y la episperma de color blanco propias características del genitor femenino.

En la cruce SAL x HUA, se puede concluir que las mejores líneas fueron SAL x HUA 196, SAL x HUA 71 y SAL x HUA 4, debido a que resalta en las variables del componente directo: rendimiento y altura de panoja; por lo que estas líneas se consideran como los materiales promisorios de la F9, por otro lado, toda la cruce presenta un buen vigor, y en lo que se refiere al color de grano el pericarpio es de color crema y la episperma es de color blanco propias características del genitor femenino.

En la cruce PAS x KCA, se puede concluir que las mejores líneas fueron PAS x KCA 124, PAS x KCA 80 y PAS x KCA 53, debido a que resalta en las variables del componente directo: rendimiento y diámetro de panoja, por lo que estas líneas se consideran como los materiales promisorios de la F9. Además, toda la cruce presenta un



buen vigor y en lo que se refiere al color de grano el pericarpio es de color gris y la episperma es de color café propias características del genitor femenino.

En la cruce SAL x PAN, se puede concluir que las mejores líneas fueron SAL x PAN 109 y SAL x PAN 178, debido a que resalta en las variables del componente directo y componente indirecto: rendimiento, floración y madurez fisiológica sin embargo la línea SAL x PAN 164 es el de mayor rendimiento. Cabe mencionar que toda la cruce presenta un buen vigor y en lo que se refiere al color de grano el pericarpio es de color crema y la episperma es de color blanco.

En la cruce COL x KCA, las mejores líneas fueron COL x KCA 96 y COL x KCA 65, debido a que resalta en las variables del componente directo: rendimiento, longitud y diámetro de panoja; por lo que estas líneas se consideran como los materiales promisorios de la F9 sin embargo la línea COL x KCA 187 es el de mayor rendimiento. Cabe mencionar que toda la cruce presenta un buen vigor y en lo que se refiere al color de grano el pericarpio es de color gris y la episperma es de color negro características propias del genitor femenino.

En la cruce SAL x COL, se puede concluir que las mejores líneas fueron SAL x COL 174 y SAL x COL 80, debido a que resalta en las variables del componente directo y el componente indirecto como: rendimiento y altura de planta; por lo que estas líneas se consideran como los materiales promisorios de la F9 sin embargo la línea SAL x COL 63 es el que mejor promedio tiene en cuanto a rendimiento se refiere. Cabe mencionar que toda la cruce presenta un buen vigor, y en lo que se refiere al color de grano el pericarpio es de color crema y la episperma es de color blanco propios del genitor femenino.

En general al término de este trabajo se pudo observar que las cruces presentan heterosis en variables de: días a la floración las cruces HUA x KCA y COL x KCA en



Madurez fisiológica las cruzas HUA x KCA, SAL x HUA y COL x KCA. En Diámetro de panoja COL x KCA y SAL x COL. En la Longitud de panoja la cruza HUA x KCA. En la Altura de planta la cruza HUA x KCA y en Rendimiento de grano las cruzas HUA x KCA, COL x KCA y SAL x COL.



VI. RECOMENDACIONES

Primera. Se recomienda tomar en cuenta los resultados del presente trabajo para realizar caracterización molecular para cada progenie, con la finalidad de rastrear el proceso de autofecundación y el proceso de fijación de genes para cada cruce.

Segunda. Realizar trabajos similares en más localidades y períodos de año para determinar su estabilidad fenotípica y genética.

Tercera. Determinar el valor nutricional y hacer una selección de las líneas de quinua que puedan someterse a un proceso de transformación industrial debido a que pueden presentar diferencias en la calidad del producto final.

Cuarta. Hacer el seguimiento a las líneas promisorias de las cruces que presentaron heterosis, debido a que estas líneas próximamente serán lanzadas como una nueva variedad de quinua.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, J. (2014). Caracterización y variabilidad de progenies S3 autofecundadas, procedentes de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas, en seis cultivares de quinua (*chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 133 p.
- Apaza, J. (2018). Selección de líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno, Perú. Revista de investigaciones de la Escuela de Posgrado. Universidad Nacional del Altiplano. Versión electrónica ISSN 2077 – 8686. Versión Impresa ISSN 1997-4035. Vol. 7, No.1. Puno, Perú. pp. 422 - 432.
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R.; y Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Perú: FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf> (Consulta 14 de diciembre del 2017).
- APG (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Botanical Journal of the Linnean Society. Vol. 161. pp. 105- 121.
- Aroni, G.; Aroni J. (2006). Manejo de Semilla. In Carrasco, E. Manejo agronómico de la Quinua Orgánica. La Paz, Bolivia. Fundación PROINPA. pp. 28-51.
- Azofeita, A. (2006). Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales del trópico. Agronomía Mesoamericana. CIGRAS. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica.
- Barnett, A. (2005). Efectos de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNALM, Lima – Perú.
- Bazile, D. Bertero, D. y Nieto, C. (2013). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 203 – 220.



- Bertero, D.; De la Vega, J.; Correa, G.; Jacobsen, E. y Mujica, A. (2004). Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials. *Field Crops Research* 89: 299–318.
- Bhargava, A.; Shukla, S. y Ohri, D. (2007). Gynomonocy in *Chenopodium quinoa* (Chenopodiaceae): variation in inflorescence and floral types in some accessions. *Biologia*. Bratislava, 62:1, pp. 19-23.
- Bioversity internacional, FAO, PROIMPA, INIAF y FIDA. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity Internacional, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROIMPA, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma Italia.
- Bonifacio, A. (2006). El futuro de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los Andes. Bolivia: ONUDI. Recuperado de: http://www.unido.org/fileadmin/import/58567_granos_final.pdf (consulta 14 de diciembre del 2016).
- Bonifacio, A. (2016). Mejoramiento genético de la quinua en los andes. Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia, recuperado de: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/11/Alejandro-Bonifacio-Mejoramiento-genetico-quinua-Andes.pdf>. (consulta 18 de julio del 2018).
- Bonifacio, A.; Mujica, A.; Álvarez, A. y Roca, W. Capítulo VI. Mejoramiento Genético, germoplasma y producción de semilla. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodali m/prodveg/cdrom/contenido/libro03/caCOL.htm (consulta 26 de junio del 2018).
- Bonifacio, A.; Gomez, L. y Rojas, W. (2014). Mejoramiento Genético de la Quinua y el Desarrollo de Variedades Modernas. Capitulo Numero 2.5.



- Bustincio, R. (2013). Obtención de progenie de cruzas simples en ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.), mediante la estimación de distancias genéticas asistida por marcadores moleculares. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 72 p.
- Cardenas, G. (1999). Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por su resistencia a sequía. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 98 p.
- Ccamapaza, Y. (2017). Marcadores moleculares en el estudio e identificación de alelos reproducibles en diferentes variedades de quinua. Tesis de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 71 p.
- Choquechambi, L. 2016. Caracterización de progenies S5 autofecundadas, procedentes de cruzas simples en seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) genéticamente distantes y cercanas en Camacani. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 180p.
- Christensen, A.; Pratt, B.; Pratt, C.; Nelson, T.; Stevens, R.; Jellen, E.; Coleman, E.; Fairbanks, J.; Bonifacio, A.; y Maughan, J. (2007). Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) using microsatellite markers. Plant Genetic Resources. pp. 82-95.
- Delgado, P., Adriana, I., Palacios, C., y Jaime, H. (2009). Evaluation of 16 genotypes of sweet quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the municipality of Iles, Nariño (Colombia). Agronomía.
- Domínguez, J. (2014). Caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S4, procedentes de cruzas simples, genéticamente distantes y cercanas en quinua (*Chenopodium quinoa* willd.), en condiciones de campaña de Arequipa. Tesis de



- Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 96p
- Domínguez, R. (2014). Caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S2, de cruzas dobles genéticamente distantes y cercanas en quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 89p
- Eathington, S.; Crosbie, T.; Edwards, M.; Reiter, R. y Bull, J. (2007). Molecular markers in a commercial breeding program. *Crop Science*. 47; S154–S-163.
- Flores, S. (2017). Caracterización agronómica y variabilidad genética de progenies de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) procedentes de autofecundaciones S5 de cruzas simples cercanas y distantes genéticamente. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. 134 p.
- Gallardo, M. y González J. (1992). Efecto de algunos factores ambientales sobre la germinación de *Chenopodium quinoa* W. y sus posibilidades de cultivo en algunas zonas de la Provincia de Tucumán. Buenos Aires, Argentina 64 p.
- Gallardo, M., Gonzales, A. y Ponessa, G. (1997). Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa) Chenopodiaceae. *Lilloa* 39:1
- Ganal, M.; Altmann, T. y Roder, M. (2009). SNP identification in crop plants. *Current Opinion in Plant Biology*. 12, 211–217.
- Gandarillas, H. (1979 a). botánica de la quinua y cañihua. En: quinua y Cañihua. Cultivos Andinos. Serie de Libros y materiales educativos No. 49. CIID-IICA. Bogota, Colombia. pp. 20-33.
- Gandarillas, H. (1979 b). Genética y origen. En: Quinua y Kanihua, Cultivos Andinos. M. E. Tapia et al., Ed. II CA, Bogotá, Colombia. pp. 45-64.



- Gandarillas, H. (1979). Investigaciones Agrícolas, Universo. La Paz, Bolivia. Boletín Experimental. pp. 34 – 35.
- Gandarillas, H. (1986). Estudio anatómico de los órganos de la quinua. Estudio de caracteres correlacionados y sus efectos sobre el rendimiento. Hibridaciones entre Especies de la Subsección Cellulata del Genero *Chenopodium*, La Paz, Bolivia, 48 p.
- Gómez, L.; Alvarez, R.; y Eguiluz, A. (2010). Effect of Salt Stress on Peruvian Germplasm of *Chenopodium quinoa* Willd.: A Promising Crop. *Journal Agronomy & Crop Science*, 196: pp 391-396.
- Gómez, L.; y Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Lima, Perú: FAO. Recuperado de. <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf> (consulta 14 de diciembre del 2016).
- Gómez, L. y Eguiluz, A. (2011). Catálogo del Banco de Germoplasma de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Universidad Nacional Agraria La Molina, 183p.
- Grace, B. (1985). El clima del Altiplano, Departamento de Puno, Perú. INIPA, CIPA XV, convenio Perú- Canadá. Puno, Perú. 183p
- Hodgkin T. (1995). Some current issues in the conservation and use of plant genetic resources. Report of IPGRI workshop 9-11, Rome Italy pp. 3-22.
- Inguilán, J. y C. Pantoja. (2007). Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el municipio de Córdoba, departamento de Nariño. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- INIA. (2015). Tierra adentro: quinua un super alimento para Chile y el mundo. Revista N° 108. Chile. 83p.



- Jacobsen, E.; Quispe, H. y Mujica, A. (2001). Quinoa: an alternative crop for saline in the Andes. In: Scientist and Farmer – Partners in Research for the 21st Century, CIP Program Report 1999–2000, 403– 408.
- Jacobsen, E. y Mujica, A. (2002). Genetic resources and breeding of the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Plant Genetic Resources. Newsletter 130. pp. 54–61.
- Jacobsen, E. y Sherwood, S. (2002). Cultivos de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Quito, Ecuador: Abaya - Ayala.
- Jacobsen, E.; Mujica, A. y Jensen, R. (2003). The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Review International. 19, pp 99–109.
- Jacobsen, E.; Monteros, C.; Christiansen, L.; Bravo, A.; Corcuera, J. y Mujica, A. (2005). Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. European Journal of Agronomy. Vol 22:2, pp. 131- 139.
- Jacobsen, E.; Monteros, C.; Corcuera, J.; Bravo, A.; Christiansen, L. y Mujica, A. (2007). Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). European Journal of Agronomy. Vol 26:4, pp. 471- 475.
- Laguna, A; Guadarrama, E.; Arenas, J.; Delgado, R. (2006). Aplicación de la guía de descripción varietal de dalia (*Dahlia spp.*) en la caracterización de clones seleccionados. Ciencias Agrícolas. pp. 24 – 29.
- Lescano, J. (1981). Cultivo de quinua. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos. Puno, Perú.
- Lescano, J. (1994). Mejoramiento y fisiología de cultivos andinos. Cultivos andinos en el Perú. CONCYTEC, Proyecto FEAS. 231 p.



- Lescano, J. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. 1.ed.: en producciones cima La Paz, Bolivia. Programa Interinstitucional de Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459p.
- Lescano, J. (1979). Avances de la Evaluación del Banco de Germoplasma de Quinua (*chenopodium quinoa* willd.) en Puno. II Congreso Internacional de Cultivos Andinos Riobamba – Ecuador.
- León, J. M. (2003) Hibridación y comparación de la F1 con sus genitores en tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno. Tesis Ing. Agro. FCA-UNA. Puno, Perú. pp 34- 36.
- Mujica, A. (1977). Tecnología del cultivo de quinua. Ministerio de Alimentación. Fondo Simón Bolívar. Puno- Perú.
- Mujica, A. (1993). cultivo de quinua. Lima: Instituto de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria. Manual N° 11-93, pp, 23-27.
- Mujica, A. (1997). Cultivo de quinua. INIA. Serie manual RI, No 1-97. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Lima, Perú. 130p.
- Mujica, A. (1988). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgrado, Montecillo, México, 113p
- Mujica, A. y Canahua, A. (1989). Fases fenológicas del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). En: Taller, Fenología de cultivos andinos y su uso de la información agrometereológica. Salcedo, 7-1 O · Agosto, INIA, EEZA- ILLP A, PICA, PISA. Puno, Perú. pp. 23-27.
- Mujica, A.; Izquierdo, J.; Marathee, P. y Jacobsen, E. (2000). Quinua ancestral cultivo andino, Alimento del presente y futuro. FAO, Universidad Nacional del Altiplano, Santiago, Chile. 291p.



- Mújica A. y Jacobsen, E. (2001). Biodiversidad un desafío en la región centro oeste de Sudamérica en agricultura andina. Puno. Perú.
- Mujica, A.; Izquierdo, J. y Marathee, J. (2001). Origen y descripción de la quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. En: Quinua, Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Santiago de Chile, Chile. pp. 9-53.
- Mujica, A.; Jacobsen, E.; Izquierdo, J. y Marathee, P. (2001). Resultados de la Prueba Americana y Europea de la Quinua. FAO, UNA-Puno, CIP, 51p.
- Mujica A.; Suquilanda, M.; Chura, E.; Ruiz, E.; Leon, A.; Cutipa, S. y Ponce, C. (2013) Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). pp 118.
- Mujica, A. (2014). Cruzas simples y dobles de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) usando marcadores moleculares con mayores y menores distancias genéticas. En: Agroenfoque. Revista para el desarrollo agropecuario, agroindustrial y agroexportador. Año XXIX. Edición N° 194. pp. 47-51.
- Mujica, A.; Canahua, A.; Chura, E.; Pocco, M.; Hausmann, B.; Schmith, K. y Schmidt, W. (2017). Obtención de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por hibridación doble entre genitores distantes genéticamente. En: Resúmenes de exposiciones del VI Congreso Mundial de la Quinua y III Simposio Internacional de Granos Andinos, Puno, Perú. 15p.
- Mcelhinny, E. (2002). Resistencia al mildiú (*Peronospora farinosa* f.sp. *chenopodii*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y aspectos de la evaluación participativa en la evaluación con agricultores en Ecuador. Mag. Sc. Thesis. Wageningen, NL, Universidad Wageningen. 123 p.
- Pinto, J. (2014). Caracterización morfológica y agronómica de progenies F1 de cruzas simples de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.), en condiciones de invernadero.



Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 113p.

Phillips, W. (1998). Marcadores Moleculares en Plantas. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Pulgar, J. (1978). La quinua o suba en Colombia. Ministerio de Agricultura. Publicación No. 3. Colombia.

Reyes, E. (2006). Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región Andina. Recuperado de: http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-5/r5_art10.pdf (consulta 14 de diciembre del 2016).

Rea, J.; Tapia, M.; Mujica, A. (1979). "prácticas agronómicas" en quinua y cañihua, cultivos andinos. Bogotá: instituto interamericano de ciencias Agrícolas. Serie de libros y materiales educativos N° 49, pp. 83-120.

Rea, J. (1969). Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Turrialba* 19, pp. 91-96.

Ruiz, F.; Coulibaly, K.; Lizardi, S.; Covarrubias, A.; Martinez, A.; Molina, A.; Biondi, S. y Zurita, A. (2011). Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol 49, 11:1333- 1341

Reinoso, J. y Paredes, S. (1998). Post - producción de productos andinos en el altiplano: Inventario y demanda. CONDESAN, CIRNMA. Lima, Perú. pp. 1-136.

Saravia, R. (1991). La androesterilidad en quinua y forma de herencia Tesis Ing. Agr., Cochabamba, Bolivia Universidad Mayor de San Simón, 139 p.

Sevilla, R. y Holle, M. (2004). Recursos genéticos vegetales. Primera edición. Luís León Asociados S.R.L. Perú - Lima - La Molina.



- Sañudo, B. Arteaga, G. Betancourth, C. Zambrano, J. y Burbano, E. 2005. Perspectivas de la quinua dulce para la región andina de Nariño. Pasto: Unigraf, 74 p.
- Tapia, M. (1979). Historia y distribución geográfica. In Gandarillas, H 1979. La quinua y la kañiwa. Cultivos Andinos. IICA. Bogotá, Colombia, pp. 11-19
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A., y Ortiz, R. (1979). La Quinua y la Kañiwa cultivos andinos. Centro internacional de investigaciones para el desarrollo (CIID). Bogotá- Colombia, pp 63-67.
- Tapia, Vargas Gualberto. (1979). “La quinua un cultivo de los Andes Altos”.
- Tapia, M. (1990). Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Santiago, CH. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. 154p.
- Tapia, M. (2000). Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. FAO. Santiago de Chile, Chile. pp. 56-67.
- Vallejo, F. y Estrada, E. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia. Impresora feriva s.a. Cali, Colombia. pp. 203 – 262.
- Verena, A.; Jacobsen, E. y Shabalab, S. (2013). Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Environmental and Experimental Botany. pp. 43–54.



ANEXOS

Anexo 1. Tratamientos utilizados en la cruz 1 (Huariponcho x Kcancolla)

Nro. DE SURCO	BLOQUE	Nro. DE CRUZA	CRUZA	LÍNEA
1001	1	C1	HUAxKCA	91
1002	1	C1	COL	P6
1003	1	C1	HUAxKCA	37
1004	1	C1	HUAxKCA	30
1005	1	C1	HUAxKCA	173
1006	1	C1	HUAxKCA	182
1007	1	C1	HUAxKCA	12
1008	1	C1	chulpi	CK3
1009	1	C1	blanca_de_juli	CK1
1010	1	C1	HUAxKCA	107
1011	2	C1	HUAxKCA	51
1012	2	C1	HUAxKCA	183
1013	2	C1	HUAxKCA	75
1014	2	C1	HUAxKCA	112
1015	2	C1	HUAxKCA	162
1016	2	C1	HUA	P1
1017	2	C1	HUAxKCA	9
1018	2	C1	HUAxKCA	23
1019	2	C1	HUAxKCA	92
1020	2	C1	HUAxKCA	14
1021	3	C1	HUAxKCA	120
1022	3	C1	HUAxKCA	6
1023	3	C1	HUAxKCA	134
1024	3	C1	HUAxKCA	108
1025	3	C1	HUAxKCA	116
1026	3	C1	HUAxKCA	111
1027	3	C1	HUAxKCA	77
1028	3	C1	KCA	P5
1029	3	C1	HUAxKCA	27
1030	3	C1	HUAxKCA	144
1031	4	C1	HUAxKCA	20
1032	4	C1	PAN	P4
1033	4	C1	HUAxKCA	74
1034	4	C1	HUAxKCA	53
1035	4	C1	HUAxKCA	21
1036	4	C1	choclito	CK2
1037	4	C1	HUAxKCA	85
1038	4	C1	HUAxKCA	95
1039	4	C1	HUAxKCA	79
1040	4	C1	PAS	P3
1041	5	C1	HUAxKCA	131
1042	5	C1	HUAxKCA	151
1043	5	C1	HUAxKCA	84
1044	5	C1	HUAxKCA	13
1045	5	C1	HUAxKCA	190
1046	5	C1	HUAxKCA	2
1047	5	C1	HUAxKCA	185
1048	5	C1	HUAxKCA	10



1049	5	C1	HUAxKCA	46
1050	5	C1	HUAxKCA	145
1051	6	C1	HUAxKCA	35
1052	6	C1	HUAxKCA	87
1053	6	C1	HUAxKCA	32
1054	6	C1	HUAxKCA	41
1055	6	C1	HUAxKCA	99
1056	6	C1	HUAxKCA	39
1057	6	C1	HUAxKCA	97
1058	6	C1	HUAxKCA	73
1059	6	C1	HUAxKCA	44
1060	6	C1	HUAxKCA	70
1061	7	C1	HUAxKCA	174
1062	7	C1	HUAxKCA	38
1063	7	C1	HUAxKCA	172
1064	7	C1	HUAxKCA	194
1065	7	C1	HUAxKCA	186
1066	7	C1	HUAxKCA	133
1067	7	C1	HUAxKCA	80
1068	7	C1	HUAxKCA	102
1069	7	C1	HUAxKCA	96
1070	7	C1	HUAxKCA	19
1071	8	C1	HUAxKCA	189
1072	8	C1	HUAxKCA	126
1073	8	C1	HUAxKCA	118
1074	8	C1	HUAxKCA	54
1075	8	C1	HUAxKCA	25
1076	8	C1	SAL	P2
1077	8	C1	HUAxKCA	40
1078	8	C1	HUAxKCA	11
1079	8	C1	HUAxKCA	49
1080	8	C1	HUAxKCA	28
1081	9	C1	HUAxKCA	101
1082	9	C1	HUAxKCA	57
1083	9	C1	HUAxKCA	138
1084	9	C1	ayrampo	CK4
1085	9	C1	HUAxKCA	143
1086	9	C1	HUAxKCA	45
1087	9	C1	HUAxKCA	22
1088	9	C1	HUAxKCA	124
1089	9	C1	HUAxKCA	123
1090	9	C1	HUAxKCA	48
1091	10	C1	HUAxKCA	113
1092	10	C1	HUAxKCA	129
1093	10	C1	HUAxKCA	90
1094	10	C1	HUAxKCA	89
1095	10	C1	HUAxKCA	15
1096	10	C1	HUAxKCA	103
1097	10	C1	HUAxKCA	16
1098	10	C1	HUAxKCA	78
1099	10	C1	HUAxKCA	3
1100	10	C1	HUAxKCA	18



Anexo 2. Tratamientos utilizados en la cruz 2 (Salcedo INIA x Huariponcho)

Nro DE SURCO	BLOQUE	Nro. DE CRUZA	CRUZA	LÍNEA
1001	1	C2	SALxHUA	4
1002	1	C2	SALxHUA	117
1003	1	C2	SALxHUA	52
1004	1	C2	SALxHUA	61
1005	1	C2	SALxHUA	58
1006	1	C2	SALxHUA	175
1007	1	C2	SALxHUA	145
1008	1	C2	SALxHUA	139
1009	1	C2	SALxHUA	178
1010	1	C2	SALxHUA	41
1011	2	C2	SALxHUA	127
1012	2	C2	KCA	P5
1013	2	C2	SALxHUA	85
1014	2	C2	SALxHUA	147
1015	2	C2	SALxHUA	39
1016	2	C2	SALxHUA	133
1017	2	C2	SALxHUA	113
1018	2	C2	SALxHUA	107
1019	2	C2	SALxHUA	32
1020	2	C2	SALxHUA	142
1021	3	C2	SALxHUA	6
1022	3	C2	SALxHUA	140
1023	3	C2	SALxHUA	82
1024	3	C2	SAL	P2
1025	3	C2	SALxHUA	131
1026	3	C2	SALxHUA	8
1027	3	C2	SALxHUA	54
1028	3	C2	choclito	CK2
1029	3	C2	SALxHUA	102
1030	3	C2	ayrampo	CK4
1031	4	C2	SALxHUA	116
1032	4	C2	SALxHUA	13
1033	4	C2	SALxHUA	129
1034	4	C2	SALxHUA	56
1035	4	C2	SALxHUA	105
1036	4	C2	SALxHUA	19
1037	4	C2	SALxHUA	109
1038	4	C2	SALxHUA	73
1039	4	C2	SALxHUA	60
1040	4	C2	SALxHUA	57
1041	5	C2	SALxHUA	34
1042	5	C2	SALxHUA	51
1043	5	C2	SALxHUA	196
1044	5	C2	SALxHUA	71
1045	5	C2	PAN	P4
1046	5	C2	SALxHUA	110
1047	5	C2	SALxHUA	119
1048	5	C2	chulpi	CK3
1049	5	C2	SALxHUA	118
1050	5	C2	blanca_de_juli	CK1
1051	6	C2	SALxHUA	84



1052	6	C2	SALxHUA	121
1053	6	C2	SALxHUA	180
1054	6	C2	SALxHUA	138
1055	6	C2	SALxHUA	28
1056	6	C2	SALxHUA	12
1057	6	C2	SALxHUA	55
1058	6	C2	SALxHUA	70
1059	6	C2	SALxHUA	146
1060	6	C2	SALxHUA	3
1061	7	C2	SALxHUA	174
1062	7	C2	SALxHUA	75
1063	7	C2	SALxHUA	103
1064	7	C2	SALxHUA	132
1065	7	C2	SALxHUA	66
1066	7	C2	SALxHUA	126
1067	7	C2	SALxHUA	37
1068	7	C2	SALxHUA	15
1069	7	C2	SALxHUA	108
1070	7	C2	SALxHUA	9
1071	8	C2	SALxHUA	10
1072	8	C2	SALxHUA	195
1073	8	C2	SALxHUA	40
1074	8	C2	SALxHUA	184
1075	8	C2	PAS	P3
1076	8	C2	SALxHUA	152
1077	8	C2	COL	P6
1078	8	C2	SALxHUA	5
1079	8	C2	SALxHUA	111
1080	8	C2	SALxHUA	30
1081	9	C2	HUA	P1
1082	9	C2	SALxHUA	171
1083	9	C2	SALxHUA	33
1084	9	C2	SALxHUA	48
1085	9	C2	SALxHUA	59
1086	9	C2	SALxHUA	42
1087	9	C2	SALxHUA	46
1088	9	C2	SALxHUA	137
1089	9	C2	SALxHUA	79
1090	9	C2	SALxHUA	43
1091	10	C2	SALxHUA	124
1092	10	C2	SALxHUA	166
1093	10	C2	SALxHUA	35
1094	10	C2	SALxHUA	53
1095	10	C2	SALxHUA	49
1096	10	C2	SALxHUA	136
1097	10	C2	SALxHUA	151
1098	10	C2	SALxHUA	16
1099	10	C2	SALxHUA	31
1100	10	C2	SALxHUA	141



Anexo 3. Tratamientos utilizados en la cruz 3 (Pasankalla x Kcancolla)

Nro DE SURCO	BLOQUE	Nro. DE CRUZA	CRUZA	LÍNEA
1001	1	C3	PASxKCA	124
1002	1	C3	PASxKCA	110
1003	1	C3	PASxKCA	114
1004	1	C3	PASxKCA	157
1005	1	C3	PASxKCA	131
1006	1	C3	PASxKCA	163
1007	1	C3	PASxKCA	60
1008	1	C3	PASxKCA	194
1009	1	C3	PASxKCA	185
1010	1	C3	PASxKCA	161
1011	2	C3	PASxKCA	53
1012	2	C3	PASxKCA	140
1013	2	C3	PASxKCA	56
1014	2	C3	PASxKCA	83
1015	2	C3	SAL	P2
1016	2	C3	ayrampo	CK4
1017	2	C3	PASxKCA	120
1018	2	C3	PASxKCA	29
1019	2	C3	PASxKCA	137
1020	2	C3	PASxKCA	19
1021	3	C3	PASxKCA	74
1022	3	C3	PASxKCA	95
1023	3	C3	PASxKCA	47
1024	3	C3	PASxKCA	115
1025	3	C3	PASxKCA	126
1026	3	C3	PASxKCA	76
1027	3	C3	PASxKCA	39
1028	3	C3	PASxKCA	144
1029	3	C3	PASxKCA	57
1030	3	C3	PASxKCA	118
1031	4	C3	KCA	P5
1032	4	C3	PASxKCA	191
1033	4	C3	PASxKCA	1
1034	4	C3	PASxKCA	156
1035	4	C3	PASxKCA	52
1036	4	C3	PASxKCA	119
1037	4	C3	PASxKCA	6
1038	4	C3	PASxKCA	7
1039	4	C3	PASxKCA	166
1040	4	C3	PASxKCA	13
1041	5	C3	PASxKCA	127
1042	5	C3	PASxKCA	11
1043	5	C3	PASxKCA	69
1044	5	C3	PASxKCA	100
1045	5	C3	PASxKCA	21
1046	5	C3	PASxKCA	93
1047	5	C3	PASxKCA	91
1048	5	C3	PASxKCA	8
1049	5	C3	PASxKCA	72
1050	5	C3	PASxKCA	80
1051	6	C3	PASxKCA	138



1052	6	C3	PASxKCA	117
1053	6	C3	PASxKCA	141
1054	6	C3	PASxKCA	79
1055	6	C3	PASxKCA	61
1056	6	C3	PASxKCA	143
1057	6	C3	chulpi	CK3
1058	6	C3	PASxKCA	153
1059	6	C3	PASxKCA	154
1060	6	C3	PASxKCA	146
1061	7	C3	blanca_de_juli	CK1
1062	7	C3	PASxKCA	87
1063	7	C3	PASxKCA	195
1064	7	C3	PASxKCA	123
1065	7	C3	PASxKCA	66
1066	7	C3	PASxKCA	162
1067	7	C3	PASxKCA	3
1068	7	C3	PASxKCA	40
1069	7	C3	PASxKCA	135
1070	7	C3	PASxKCA	158
1071	8	C3	PAN	P4
1072	8	C3	PASxKCA	167
1073	8	C3	PASxKCA	159
1074	8	C3	PAS	P3
1075	8	C3	PASxKCA	42
1076	8	C3	PASxKCA	106
1077	8	C3	PASxKCA	5
1078	8	C3	PASxKCA	155
1079	8	C3	PASxKCA	26
1080	8	C3	PASxKCA	128
1081	9	C3	PASxKCA	49
1082	9	C3	PASxKCA	145
1083	9	C3	PASxKCA	84
1084	9	C3	PASxKCA	81
1085	9	C3	PASxKCA	133
1086	9	C3	PASxKCA	109
1087	9	C3	choclito	CK2
1088	9	C3	PASxKCA	139
1089	9	C3	PASxKCA	55
1090	9	C3	HUA	P1
1091	10	C3	PASxKCA	25
1092	10	C3	COL	P6
1093	10	C3	PASxKCA	89
1094	10	C3	PASxKCA	77
1095	10	C3	PASxKCA	24
1096	10	C3	PASxKCA	122
1097	10	C3	PASxKCA	148
1098	10	C3	PASxKCA	73
1099	10	C3	PASxKCA	142
1100	10	C3	PASxKCA	136



Anexo 4. Tratamientos utilizados en la cruz 4 (Salcedo INIA x Pandela)

Nro. DE SURCO	BLOQUE	Nro. DE CRUZA	CRUZA	LÍNEA
1001	1	C4	SALxPAN	104
1002	1	C4	SALxPAN	105
1003	1	C4	SALxPAN	148
1004	1	C4	SALxPAN	130
1005	1	C4	SALxPAN	62
1006	1	C4	SALxPAN	59
1007	1	C4	SALxPAN	191
1008	1	C4	HUA	P1
1009	1	C4	SALxPAN	111
1010	1	C4	SALxPAN	164
1011	2	C4	SALxPAN	179
1012	2	C4	SALxPAN	72
1013	2	C4	SALxPAN	174
1014	2	C4	SALxPAN	103
1015	2	C4	SALxPAN	34
1016	2	C4	SALxPAN	176
1017	2	C4	SALxPAN	80
1018	2	C4	SALxPAN	88
1019	2	C4	SALxPAN	28
1020	2	C4	SALxPAN	181
1021	3	C4	SALxPAN	3
1022	3	C4	SALxPAN	11
1023	3	C4	SALxPAN	100
1024	3	C4	SALxPAN	18
1025	3	C4	SALxPAN	134
1026	3	C4	SALxPAN	73
1027	3	C4	SALxPAN	65
1028	3	C4	SALxPAN	169
1029	3	C4	SALxPAN	50
1030	3	C4	SALxPAN	135
1031	4	C4	SALxPAN	29
1032	4	C4	SALxPAN	66
1033	4	C4	COL	P6
1034	4	C4	SALxPAN	57
1035	4	C4	SALxPAN	168
1036	4	C4	ayrampo	CK4
1037	4	C4	SALxPAN	136
1038	4	C4	SALxPAN	102
1039	4	C4	SALxPAN	126
1040	4	C4	SAL	P2
1041	5	C4	SALxPAN	182
1042	5	C4	SALxPAN	9
1043	5	C4	SALxPAN	143
1044	5	C4	SALxPAN	170
1045	5	C4	SALxPAN	81
1046	5	C4	SALxPAN	108
1047	5	C4	SALxPAN	110
1048	5	C4	choclito	CK2
1049	5	C4	SALxPAN	112
1050	5	C4	SALxPAN	189
1051	6	C4	SALxPAN	165



1052	6	C4	SALxPAN	163
1053	6	C4	SALxPAN	39
1054	6	C4	SALxPAN	175
1055	6	C4	SALxPAN	69
1056	6	C4	blanca_de_juli	CK1
1057	6	C4	SALxPAN	133
1058	6	C4	SALxPAN	46
1059	6	C4	SALxPAN	162
1060	6	C4	SALxPAN	89
1061	7	C4	SALxPAN	123
1062	7	C4	SALxPAN	68
1063	7	C4	SALxPAN	188
1064	7	C4	SALxPAN	42
1065	7	C4	SALxPAN	72
1066	7	C4	SALxPAN	71
1067	7	C4	SALxPAN	128
1068	7	C4	SALxPAN	178
1069	7	C4	SALxPAN	6
1070	7	C4	PAN	P4
1071	8	C4	SALxPAN	66
1072	8	C4	SALxPAN	61
1073	8	C4	SALxPAN	172
1074	8	C4	SALxPAN	1
1075	8	C4	SALxPAN	82
1076	8	C4	SALxPAN	196
1077	8	C4	SALxPAN	194
1078	8	C4	SALxPAN	177
1079	8	C4	SALxPAN	187
1080	8	C4	SALxPAN	149
1081	9	C4	SALxPAN	109
1082	9	C4	SALxPAN	145
1083	9	C4	chulpi	CK3
1084	9	C4	SALxPAN	4
1085	9	C4	SALxPAN	38
1086	9	C4	SALxPAN	195
1087	9	C4	SALxPAN	158
1088	9	C4	SALxPAN	94
1089	9	C4	SALxPAN	171
1090	9	C4	SALxPAN	58
1091	10	C4	SALxPAN	98
1092	10	C4	PAS	P3
1093	10	C4	KCA	P5
1094	10	C4	SALxPAN	132
1095	10	C4	SALxPAN	43
1096	10	C4	SALxPAN	142
1097	10	C4	SALxPAN	60
1098	10	C4	SALxPAN	27
1099	10	C4	SALxPAN	106
1100	10	C4	SALxPAN	77



Anexo 5. Tratamientos utilizados en la cruz 5 Negra collana x Kcancolla

SURCO	BLOQUE	Nro. DE CRUZA	CRUZA	LÍNEA
1001	1	C5	SAL	P2
1002	1	C5	COLxKCA	40
1003	1	C5	COLxKCA	163
1004	1	C5	COLxKCA	15
1005	1	C5	COLxKCA	136
1006	1	C5	COLxKCA	138
1007	1	C5	COLxKCA	142
1008	1	C5	COLxKCA	18
1009	1	C5	COLxKCA	166
1010	1	C5	COLxKCA	96
1011	2	C5	COLxKCA	62
1012	2	C5	choclito	CK2
1013	2	C5	COLxKCA	79
1014	2	C5	PAN	P4
1015	2	C5	COLxKCA	19
1016	2	C5	COLxKCA	123
1017	2	C5	COLxKCA	71
1018	2	C5	COLxKCA	4
1019	2	C5	COLxKCA	194
1020	2	C5	COLxKCA	171
1021	3	C5	COLxKCA	191
1022	3	C5	COLxKCA	193
1023	3	C5	COLxKCA	64
1024	3	C5	COLxKCA	168
1025	3	C5	COLxKCA	190
1026	3	C5	COLxKCA	73
1027	3	C5	COLxKCA	74
1028	3	C5	PAS	P3
1029	3	C5	COLxKCA	31
1030	3	C5	COLxKCA	30
1031	4	C5	COLxKCA	55
1032	4	C5	COLxKCA	122
1033	4	C5	COLxKCA	148
1034	4	C5	COLxKCA	160
1035	4	C5	COLxKCA	152
1036	4	C5	COLxKCA	139
1037	4	C5	COLxKCA	167
1038	4	C5	COLxKCA	192
1039	4	C5	COLxKCA	77
1040	4	C5	COLxKCA	100
1041	5	C5	COLxKCA	105
1042	5	C5	COLxKCA	78
1043	5	C5	COLxKCA	8
1044	5	C5	COLxKCA	61
1045	5	C5	COLxKCA	140
1046	5	C5	COLxKCA	188
1047	5	C5	COLxKCA	59
1048	5	C5	COLxKCA	98
1049	5	C5	ayrampo	CK4
1050	5	C5	COLxKCA	101
1051	6	C5	COLxKCA	14



1052	6	C5	COLxKCA	196
1053	6	C5	COLxKCA	169
1054	6	C5	COLxKCA	109
1055	6	C5	COLxKCA	80
1056	6	C5	COLxKCA	89
1057	6	C5	COLxKCA	57
1058	6	C5	COLxKCA	119
1059	6	C5	COLxKCA	187
1060	6	C5	COLxKCA	65
1061	7	C5	COLxKCA	150
1062	7	C5	COLxKCA	129
1063	7	C5	COLxKCA	35
1064	7	C5	COLxKCA	44
1065	7	C5	blanca_de_juli	CK1
1066	7	C5	COLxKCA	147
1067	7	C5	COLxKCA	131
1068	7	C5	COLxKCA	165
1069	7	C5	COLxKCA	29
1070	7	C5	COLxKCA	132
1071	8	C5	COLxKCA	106
1072	8	C5	COLxKCA	67
1073	8	C5	COLxKCA	124
1074	8	C5	COLxKCA	153
1075	8	C5	COLxKCA	86
1076	8	C5	chulpi	CK3
1077	8	C5	COL	P6
1078	8	C5	COLxKCA	43
1079	8	C5	COLxKCA	45
1080	8	C5	COLxKCA	24
1081	9	C5	COLxKCA	114
1082	9	C5	KCA	P5
1083	9	C5	COLxKCA	47
1084	9	C5	COLxKCA	143
1085	9	C5	COLxKCA	137
1086	9	C5	COLxKCA	189
1087	9	C5	COLxKCA	195
1088	9	C5	COLxKCA	99
1089	9	C5	COLxKCA	60
1090	9	C5	COLxKCA	16
1091	10	C5	HUA	P1
1092	10	C5	COLxKCA	162
1093	10	C5	COLxKCA	85
1094	10	C5	COLxKCA	144
1095	10	C5	COLxKCA	3
1096	10	C5	COLxKCA	164
1097	10	C5	COLxKCA	63
1098	10	C5	COLxKCA	180
1099	10	C5	COLxKCA	149
1100	10	C5	COLxKCA	9



Anexo 6. Tratamientos utilizados en la cruz 6 Salcedo INIA x Negra collana

Nro. DE SURCO	BLOQUE	Nro. DE CRUZA	CRUZA	LÍNEA
1001	1	C6	SALxCOL	149
1002	1	C6	SALxCOL	69
1003	1	C6	SALxCOL	53
1004	1	C6	SALxCOL	108
1005	1	C6	SALxCOL	35
1006	1	C6	SALxCOL	88
1007	1	C6	SALxCOL	117
1008	1	C6	SALxCOL	11
1009	1	C6	SALxCOL	52
1010	1	C6	SALxCOL	187
1011	2	C6	SALxCOL	13
1012	2	C6	chulpi	CK3
1013	2	C6	SALxCOL	27
1014	2	C6	SALxCOL	47
1015	2	C6	SALxCOL	78
1016	2	C6	SALxCOL	30
1017	2	C6	SALxCOL	81
1018	2	C6	SALxCOL	55
1019	2	C6	blanca_de_juli	CK1
1020	2	C6	SALxCOL	56
1021	3	C6	SALxCOL	93
1022	3	C6	SALxCOL	7
1023	3	C6	SALxCOL	4
1024	3	C6	SALxCOL	97
1025	3	C6	SALxCOL	51
1026	3	C6	SALxCOL	19
1027	3	C6	SALxCOL	184
1028	3	C6	SALxCOL	194
1029	3	C6	SALxCOL	175
1030	3	C6	SALxCOL	9
1031	4	C6	SALxCOL	80
1032	4	C6	SALxCOL	28
1033	4	C6	SALxCOL	98
1034	4	C6	SALxCOL	44
1035	4	C6	SALxCOL	180
1036	4	C6	SALxCOL	109
1037	4	C6	SALxCOL	174
1038	4	C6	SALxCOL	8
1039	4	C6	SALxCOL	49
1040	4	C6	ayrampo	CK4
1041	5	C6	SALxCOL	156
1042	5	C6	SALxCOL	119
1043	5	C6	SALxCOL	154
1044	5	C6	SALxCOL	169
1045	5	C6	SALxCOL	24
1046	5	C6	SALxCOL	36
1047	5	C6	PAS	P3
1048	5	C6	SALxCOL	75
1049	5	C6	SALxCOL	57
1050	5	C6	SALxCOL	181
1051	6	C6	COL	P6



1052	6	C6	SALxCOL	26
1053	6	C6	SALxCOL	31
1054	6	C6	SALxCOL	115
1055	6	C6	SALxCOL	92
1056	6	C6	SALxCOL	182
1057	6	C6	HUA	P1
1058	6	C6	SALxCOL	159
1059	6	C6	SALxCOL	21
1060	6	C6	SALxCOL	87
1061	7	C6	SALxCOL	79
1062	7	C6	SALxCOL	5
1063	7	C6	SALxCOL	188
1064	7	C6	SALxCOL	48
1065	7	C6	KCA	P5
1066	7	C6	SALxCOL	86
1067	7	C6	SALxCOL	37
1068	7	C6	SALxCOL	185
1069	7	C6	SALxCOL	179
1070	7	C6	SALxCOL	85
1071	8	C6	SALxCOL	163
1072	8	C6	SALxCOL	157
1073	8	C6	SALxCOL	177
1074	8	C6	SALxCOL	145
1075	8	C6	SALxCOL	62
1076	8	C6	SALxCOL	160
1077	8	C6	SALxCOL	183
1078	8	C6	SALxCOL	121
1079	8	C6	SALxCOL	146
1080	8	C6	SALxCOL	178
1081	9	C6	PAN	P4
1082	9	C6	SALxCOL	134
1083	9	C6	SALxCOL	61
1084	9	C6	SALxCOL	46
1085	9	C6	SALxCOL	152
1086	9	C6	SALxCOL	23
1087	9	C6	choclito	CK2
1088	9	C6	SALxCOL	141
1089	9	C6	SALxCOL	10
1090	9	C6	SALxCOL	63
1091	10	C6	SALxCOL	153
1092	10	C6	SALxCOL	34
1093	10	C6	SAL	P2
1094	10	C6	SALxCOL	135
1095	10	C6	SALxCOL	151
1096	10	C6	SALxCOL	32
1097	10	C6	SALxCOL	89
1098	10	C6	SALxCOL	130
1099	10	C6	SALxCOL	144
1100	10	C6	SALxCOL	96

Anexo 7. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruz
Huariponcho x Kcancolla

FLORACION (FLO) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	49.01	49.01	102.29	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	24.69	1.37	2.86	2.70	2.00	0.0007	**
Tratamiento	99	931.30	9.41	19.64	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	38.81	0.48					
Total	199	1214.36						
CV	0.80							
Promedio General	86.64							

Anexo 8. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la
cruza Huariponcho x Kcancolla

MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	111.01	111.01	104.30	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	55.29	3.07	2.89	2.70	2.00	0.0006	**
Tratamiento	99	2861.90	28.91	27.16	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	86.21	1.06					
Total	199	3663.20						
CV	0.62							
Promedio General	165.66							

Anexo 9. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruz
Huariponcho x Kcancolla

LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	99.97	99.97	13.75	6.96	3.96	0.0004	**
Bloques	18	484.97	26.94	3.71	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	1009.13	10.19	1.40	1.63	1.41	0.0581	N.S.
Error	81	588.87	7.27					
Total	199	2653.60						
CV	7.75							
Promedio General	34.80							

Anexo 10. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruz Huariponcho x Kcancolla

DIAMETRO DE PANOJA (DP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.08	0.08	0.23	6.96	3.96	0.6324	N.S.
Bloques	18	22.63	1.26	3.81	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	63.16	0.64	1.93	1.63	1.41	0.0012	**
Error	81	26.71	0.33					
Total	199	120.55						
CV	14.39							
Promedio General	3.99							

Anexo 11. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruz Huariponcho x Kcancolla

ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	1791.01	1791.01	37.08	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	2991.48	166.19	3.44	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	8681.73	87.69	1.82	1.63	1.41	0.0029	**
Error	81	3911.96	48.30					
Total	199	19967.69						
CV	7.63							
Prom. Total	91.13							

Anexo 12. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruz Huariponcho x Kcancolla

RENDIMIENTO (RDTT) (g)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	252.32	252.32	43.80	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	405.21	22.51	3.91	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	694.47	7.01	1.22	1.63	1.41	0.1796	N.S.
Error	81	466.56	5.76					
Total	199	2030.37						
CV	16.30							
Promedio General	14.72							



Anexo 13. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

FLORACION (FLO) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.32	0.32	1.36	6.96	3.96	0.2477	N.S
Bloques	18	4.56	0.25	1.07	2.70	2.00	0.3934	N.S.
Tratamiento	99	376.48	3.80	16.11	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	19.12	0.24					
Total	199	435.68						
CV	0.53							
Promedio General	90.96							

Anexo 14. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.05	0.05	0.16	6.96	3.96	0.6906	N.S.
Bloques	18	3.61	0.20	0.71	2.70	2.00	0.7903	N.S.
Tratamiento	99	1289.86	13.03	46.20	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	22.85	0.28					
Total	199	1473.20						
CV	0.31							
Promedio General	171.35							

Anexo 15. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	80.26	80.26	8.85	6.96	3.96	0.0039	**
Bloques	18	507.32	28.18	3.11	2.70	2.00	0.0003	**
Tratamiento	99	1481.87	14.97	1.65	1.63	1.41	0.0101	**
Error	81	734.24	9.06					
Total	199	2821.92						
CV	8.38							
Promedio General	35.93							

Anexo 16. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

DIAMETRO DE PANOJA (DP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	1.04	1.04	2.05	6.96	3.96	0.1562	N.S.
Bloques	18	21.37	1.19	2.35	2.70	2.00	0.005	*
Tratamiento	99	59.99	0.61	1.20	1.63	1.41	0.2013	N.S.
Error	81	40.99	0.51					
Total	199	147.05						
CV	17.71							
Promedio General	4.02							

Anexo 17. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	1336.45	1336.45	20.62	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	2499.62	138.87	2.14	2.70	2.00	0.0109	*
Tratamiento	99	5930.61	59.91	0.92	1.63	1.41	0.6477	N.S.
Error	81	5250.99	64.83					
Total	199	17376.72						
CV	8.23							
Promedio General	97.80							

Anexo 18. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruz Salcedo INIA x Huariponcho

RENDIMIENTO (RDTT) (g)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	14.69	14.69	2.79	6.96	3.96	0.0985	N.S.
Bloques	18	181.78	10.10	1.92	2.70	2.00	0.0252	N.S.
Tratamiento	99	699.61	7.07	1.34	1.63	1.41	0.0844	N.S.
Error	81	425.79	5.26					
Total	199	1622.46						
CV	15.23							
Promedio General	15.05							

Anexo 19. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruz Pasankalla x Kcancolla

FLORACION (FLO) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	6.48	6.48	3.66	6.96	3.96	0.0592	N.S.
Bloques	18	48.24	2.68	1.52	2.70	2.00	0.1062	N.S.
Tratamiento	99	678.52	6.85	3.87	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	143.28	1.77					
Total	199	940.08						
CV	1.40							
Promedio General	95.14							

Anexo 20. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruz Pasankalla x Kcancolla

MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	2.42	2.42	3.06	6.96	3.96	0.0839	N.S.
Bloques	18	23.56	1.31	1.66	2.70	2.00	0.0655	N.S.
Tratamiento	99	1419.98	14.34	18.15	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	64.02	0.79					
Total	199	1627.50						
CV	0.49							
Promedio General	180.45							

Anexo 21. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruz Pasankalla x Kcancolla

LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	58.32	58.32	3.99	6.96	3.96	0.0493	*
Bloques	18	390.38	21.69	1.48	2.70	2.00	0.1185	N.S.
Tratamiento	99	1869.59	18.88	1.29	1.63	1.41	0.1178	N.S.
Error	81	1185.40	14.63					
Total	199	3982.34						
CV	11.84							
Promedio General	32.32							

Anexo 22. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruz Pasankalla x Kcancolla

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	14.42	14.42	37.20	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	15.55	0.86	2.23	2.70	2.00	0.0079	*
Tratamiento	99	60.38	0.61	1.57	1.63	1.41	0.0178	*
Error	81	31.40	0.39					
Total	199	141.92						
CV	14.25							
Promedio General	4.37							

Anexo 23. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruz Pasankalla x Kcancolla

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.51	0.51	0.01	6.96	3.96	0.9408	N.S.
Bloques	18	2724.52	151.36	1.65	2.70	2.00	0.067	N.S.
Tratamiento	99	12477.66	126.04	1.37	1.63	1.41	0.07	N.S.
Error	81	7432.28	91.76					
Total	199	24886.12						
CV	9.44							
Promedio General	101.46							

Anexo 24. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruz Pasankalla x Kcancolla

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	29.46	29.46	4.71	6.96	3.96	0.0329	*
Bloques	18	245.49	13.64	2.18	2.70	2.00	0.0094	*
Tratamiento	99	799.91	8.08	1.29	1.63	1.41	0.1161	N.S.
Error	81	506.23	6.25					
Total	199	1665.78						
CV	21.20							
Promedio General	11.79							

Anexo 25. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruz Salcedo INIA x Pandela

FLORACION (FLO) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.02	0.02	0.24	6.95	3.96	0.6237	N.S.
Bloques	18	11.13	0.62	7.50	2.16	1.73	<.0001	**
Tratamiento	97	327.55	3.38	40.94	1.65	1.42	<.0001	**
Error	83	6.85	0.08					
Total	199	378.48						
CV	0.31							
Promedio General	92.26							

Anexo 26. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruz Salcedo INIA x Pandela

MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.18	0.18	0.24	6.95	3.96	0.6237	N.S.
Bloques	18	100.21	5.57	16.81	2.16	1.73	<.0001	**
Tratamiento	97	997.59	10.28	13.85	1.65	1.42	<.0001	**
Error	83	61.61	0.74					
Total	199	1284.00						
CV	0.49							
Promedio General	175.80							

Anexo 27. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruz Salcedo INIA x Pandela

LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	44.27	44.27	5.20	6.95	3.96	0.0252	*
Bloques	18	527.16	29.29	3.44	2.16	1.73	<.0001	**
Tratamiento	97	1099.30	11.33	1.33	1.65	1.42	0.0908	N.S.
Error	83	706.71	8.51					
Total	199	2937.15						
CV	8.49							
Promedio General	34.36							

Anexo 28. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruz Salcedo INIA x Pandela

DIAMETRO DE PANOJA (DP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	10.53	10.53	12.13	6.95	3.96	0.0008	**
Bloques	18	55.95	3.11	3.58	2.16	1.73	<.0001	**
Tratamiento	97	55.95	1.02	1.17	1.65	1.42	0.2327	N.S.
Error	83	72.09	0.87					
Total	199	246.92						
CV	17.74							
Promedio General	5.25							

Anexo 29. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruz Salcedo INIA x Pandela

ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	1027.86	1027.86	14.02	6.95	3.96	0.0003	**
Bloques	18	5532.91	307.38	4.19	2.16	1.73	<.0001	**
Tratamiento	97	8598.40	88.64	1.21	1.65	1.42	0.1879	N.S.
Error	83	6086.95	73.34					
Total	199	23254.12						
CV	8.14							
Promedio General	105.24							

Anexo 30. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruz Salcedo INIA x Pandela

RENDIMIENTO (RDTT) (g)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	110.06	110.06	22.94	6.95	3.96	<.0001	**
Bloques	18	491.61	27.31	5.69	2.16	1.73	<.0001	**
Tratamiento	97	531.41	5.48	1.14	1.65	1.42	0.2678	N.S.
Error	83	398.17	4.80					
Total	199	1742.23						
CV	15.21							
Promedio General	14.40							

Anexo 31. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruz Negra Collana x Kcancolla

FLORACION (FLO) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	1.62	1.62	3.81	6.96	3.96	0.0543	N.S.
Bloques	18	25.96	1.44	3.39	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	1997.58	20.18	47.48	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	34.42	0.42					
Total	199	2228.62						
CV	0.78							
Promedio General	83.37							

Anexo 32. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruz Negra Collana x Kcancolla

MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.41	0.41	0.75	6.96	3.96	0.3883	N.S.
Bloques	18	30.49	1.69	3.15	2.70	2.00	0.0002	**
Tratamiento	99	3605.10	36.42	67.64	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	43.61	0.54					
Total	199	3948.56						
CV	0.45							
Promedio General	164.59							

Anexo 33. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruz Negra Collana x Kcancolla

LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	2746.15	2746.15	257.54	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	727.64	40.42	3.79	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	1834.41	18.53	1.74	1.63	1.41	0.0053	**
Error	81	863.69	10.66					
Total	199	7016.51						
CV	8.82							
Promedio General	37.03							



Anexo 34. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruz Negra Collana x Kcancolla

DIAMETRO DE PANOJA (DP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	15.07	15.07	30.02	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	65.49	3.64	7.25	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	98.23	0.99	1.98	1.63	1.41	0.0009	**
Error	81	40.67	0.50					
Total	199	233.63						
CV	15.53							
Promedio General	4.56							

Anexo 35. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruz Negra Collana x Kcancolla

ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	2133.35	2133.35	46.51	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	4810.06	267.23	5.83	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	8978.63	90.69	1.98	1.63	1.41	0.0009	**
Error	81	3715.64	45.87					
Total	199	26001.18						
CV	6.96							
Promedio General	97.33							

Anexo 36. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruz Negra Collana x Kcancolla

RENDIMIENTO (RDTT) (g)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	190.94	190.94	31.14	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	319.11	17.73	2.89	2.70	2.00	0.0006	**
Tratamiento	99	674.84	6.82	1.11	1.63	1.41	0.312	N.S.
Error	81	496.67	6.13					
Total	199	1803.22						
CV	15.96							
Promedio General	15.52							

Anexo 37. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para los días de floración de la cruz Salcedo INIA x Negra Collana

FLORACION (FLO) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	32.00	32.00	61.42	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	50.80	2.82	5.42	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	399.20	4.03	7.74	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	42.20	0.52					
Total	199	564.00						
CV	0.78							
Promedio General	92.10							

Anexo 38. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la madurez fisiológica de la cruz Salcedo INIA x Negra Collana

MADUREZ FISIOLÓGICA (MF) (días)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	397.62	397.62	95.74	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	255.96	14.22	3.42	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	1418.98	14.33	3.45	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	336.42	4.15					
Total	199	2637.42						
CV	1.17							
Promedio General	173.73							

Anexo 39. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la longitud de panoja de la cruz Salcedo INIA x Negra Collana

LONGITUD DE PANOJA (LP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	70.09	70.09	7.50	6.96	3.96	0.0076	**
Bloques	18	130.29	7.24	0.77	2.70	2.00	0.7225	N.S.
Tratamiento	99	1647.66	16.64	1.78	1.63	1.41	0.0038	**
Error	81	756.54	9.34					
Total	199	2707.28						
CV	9.95							
Promedio General	30.71							

Anexo 40. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el diámetro de panoja de la cruz Salcedo INIA x Negra Collana

DIAMETRO DE PANOJA (DP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	0.05	0.05	0.18	6.96	3.96	0.6747	N.S.
Bloques	18	21.56	1.20	3.90	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	51.63	0.52	1.70	1.63	1.41	0.0071	**
Error	81	24.85	0.31					
Total	199	108.70						
CV	12.33							
Promedio General	4.49							

Anexo 41. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para la altura de planta de la cruz Salcedo INIA x Negra Collana

ALTURA DE PLANTA (AP) (cm)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	198.20	198.20	5.03	6.96	3.96	0.0277	*
Bloques	18	3242.73	180.15	4.57	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	9603.92	97.01	2.46	1.63	1.41	<.0001	**
Error	81	3193.91	39.43					
Total	199	19656.24						
CV	7.21							
Promedio General	87.05							

Anexo 42. ANDEVA para lattice simple de 10 x 10 para el rendimiento de la cruz Salcedo INIA x Negra Collana

RENDIMIENTO (RDTT) (g)								
Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabular		Pr>F	Sig.
					0.01	0.05		
Repetición	1	408.31	408.31	72.09	6.96	3.96	<.0001	**
Bloques	18	470.78	26.15	4.62	2.70	2.00	<.0001	**
Tratamiento	99	656.42	6.63	1.17	1.63	1.41	0.232	N.S.
Error	81	458.76	5.66					
Total	199	2212.91						
CV	15.84							
Promedio General	15.02							



Anexo 44. Datos de la estación meteorológica rincón de la cruz Acora

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU

"SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"

ESTACION: CO. 110820 CO. 115052 LATITUD 15°59'26,1" DEPARTAMENTO PUNO
RINCON DE LA CRUZ - ACORA LONGITUD 69°48'39" PROVINCIA PUNO
ALTITUD 3935 M.S.N.M. DISTRITO ACORA

PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C.

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2017					14.6	14.6	14.4	15.8	15.1	16.7	18.1	16.7
2018	15.3	14.8	14.8	15.0								

PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2017					-0.6	-1.3	-0.7	1.9	3.5	5.5	5.5	5.1
2018	5.0	5.3	5.4	3.0								

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN MM.

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2017					61.8	3.8	6.3	0.0	61.7	40.9	28.6	115.3
2018	166.3	178.0	106.4	74.2								

PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA EN %

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2017					68	70	70	62	78	67	66	75
2018	72	76	70	68								

RCC.

INFORMACION PROCESADA PARA : EDITH MARITZA SALAZAR CANAZA
(TESISTA)

Puno 31 Julio del 2018

Anexo 45. Resultados del análisis físico químico solicitados por el encargado del proyecto mejoramiento genético de quinua del CIP- Camacani



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Departamento : PUNO
Distrito : CAMACANI
Referencia : H.R. 62785-028C-18

Provincia : PUNO
Predio :
Fecha : 23/03/18

Fact.: 2514

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases			
								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺			Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	
1901	Edith Maritza Salazar Canaza	5.25	0.28	0.00	1.69	22.7	157	54	26	20	Fr.Ar.A.	14.08	7.42	2.87	0.25	0.15	0.15	10.84	10.69	76

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Sady Garcia Bendezú
Jefe del Laboratorio

PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 1. Preparación del terreno para la instalación del experimento de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas de quinua



Imagen 2. Demarcación y reparto de sobres de quinua de 5g de semilla de las progenies, genitores y testigos de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas



Imagen 3. Siembra a chorro continuo de las 6 cruzas simples genéticamente distantes y cercanas de quinua en un diseño de lattice simple de 10 x 10



Imagen 4. (A) Etiqueta de la cruza SAL x HUA (B) Emergencia de las plántulas de quinua de cruza simple

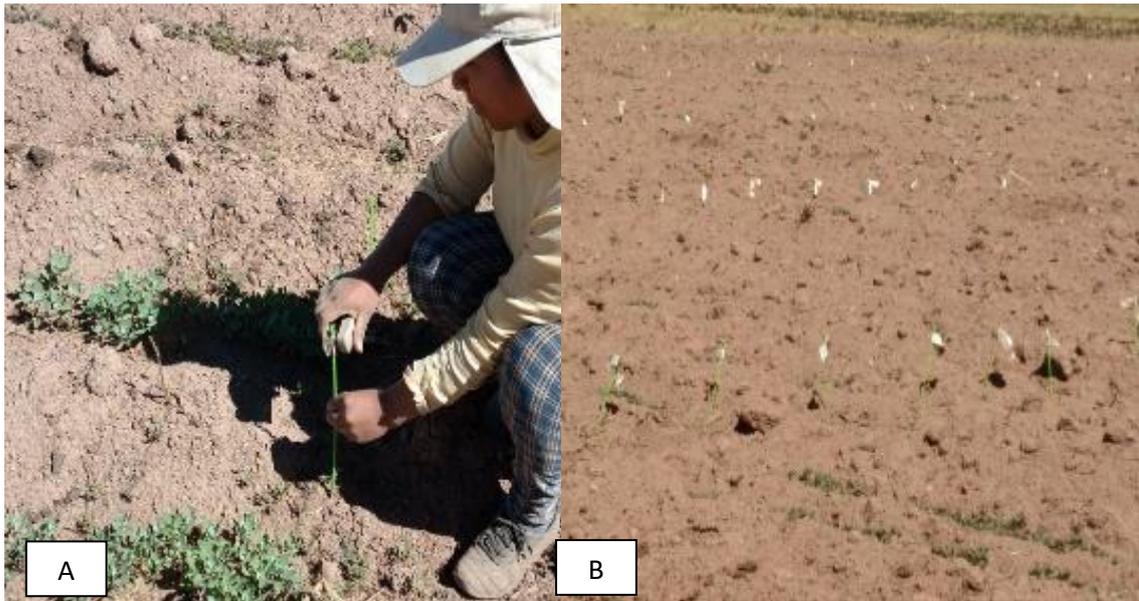


Imagen 5. (A) Etiquetado de las progenies, genitores y testigos de quinua, (B) Campo experimental etiquetado.



Imagen 6. (A) Roguing y desahije de las cruces simples genéticamente distantes y cercanas de quinua, (B) Distanciamiento de 15cm entre plantas después del roguing y desahije.

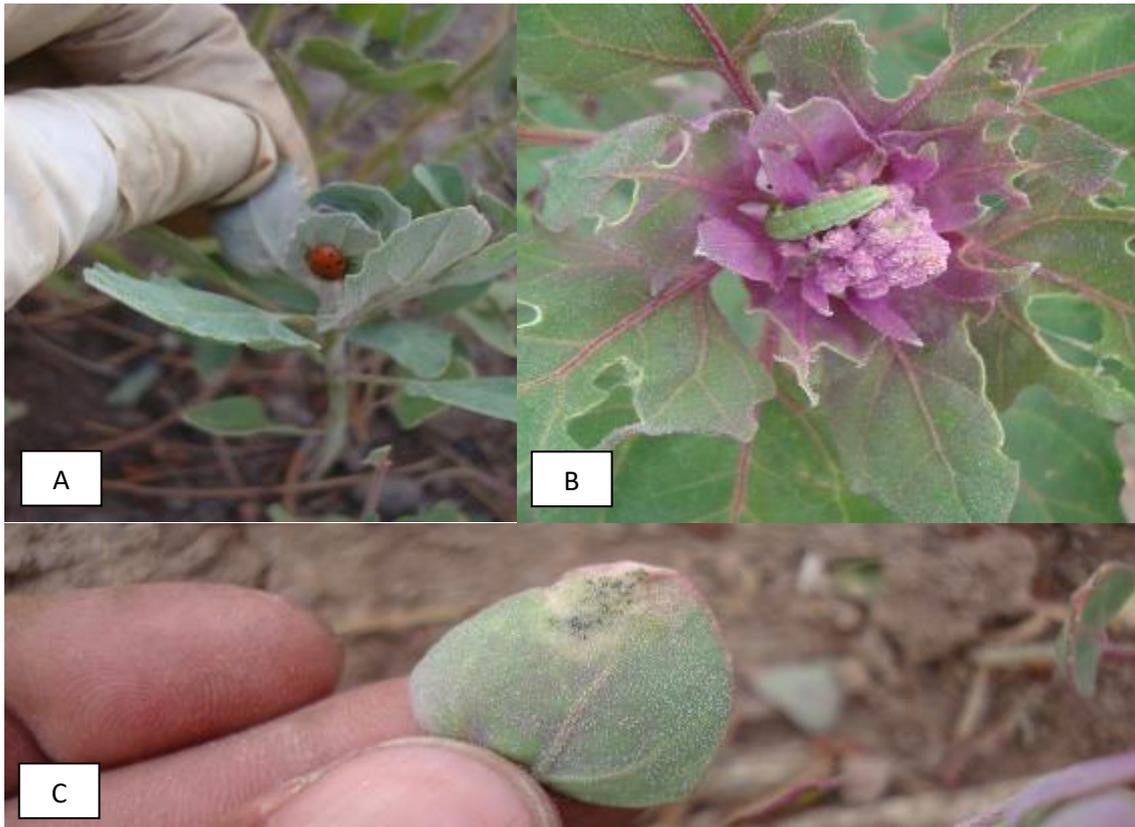


Imagen 7. (A) controlador biológico, (B) Plaga clave del cultivo de quinua K'ona K'ona (*Eurysaca quinoae povolny*), (C) enfermedad de mildiu (*Peronospora variabilis*)



Imagen 8. (A) campo experimental sin desmalezar, (B) Apoque del campo experimental y (C) Desmalezado y aporque del campo experimental de quinua



Imagen 9. (A) Embolsado de panojas de las plantas seleccionadas para su autopolinización y (B) planta seleccionada con bolsa de autopolinización.



Imagen 10. (A) y (B) Daño causado por aves (plantas caídas), (C) control de aves con Espantapájaros y (D) control de aves con banderines

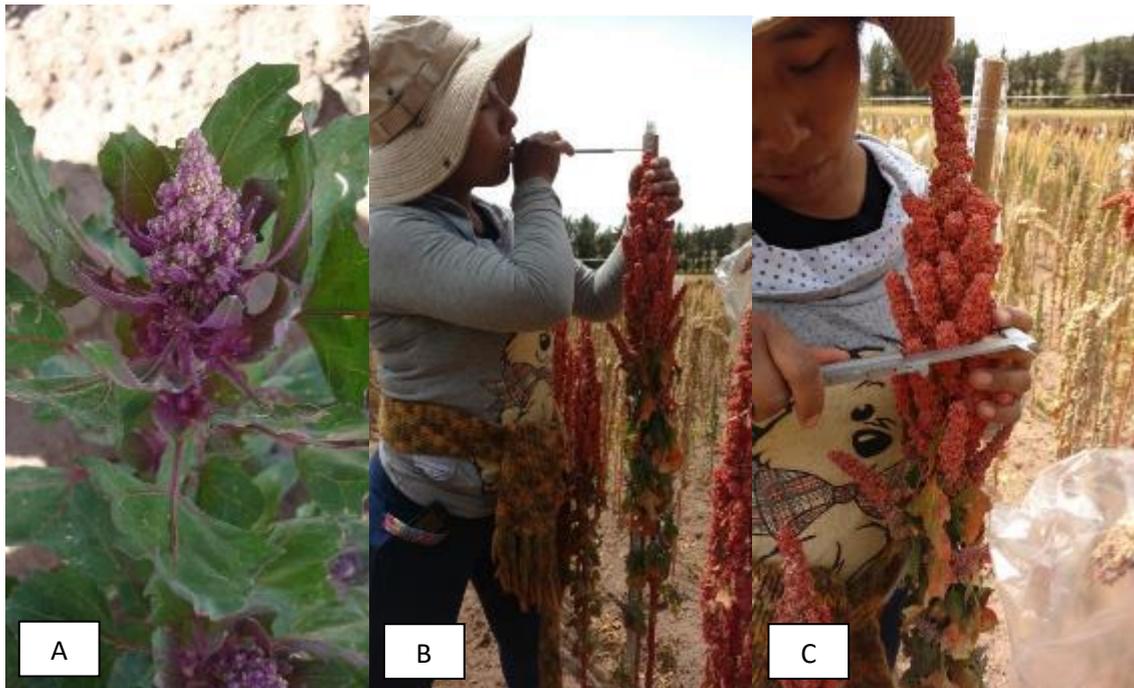


Imagen 11. (A) inicio de floración, (B) Evaluación de altura de planta y (C) evaluación de diámetro de panoja.

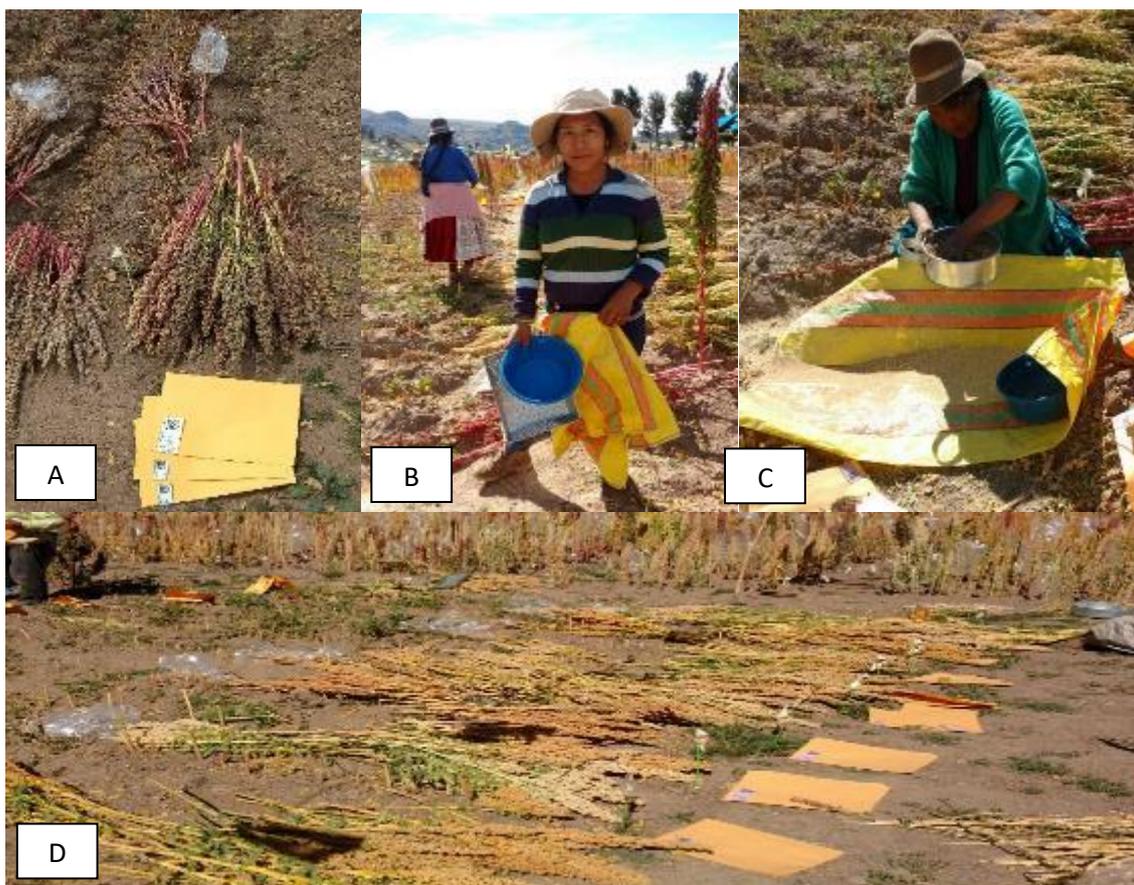


Imagen 12. (A) Cosecha de plantas evaluadas, (B) materiales para la cosecha de quinua, (C) venteo de la quinua y (D) plantas seleccionadas (planta autopolinizada, plantas evaluadas y plantas del resto del surco)



Imagen 13. Determinación del color de grano de quinua