



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



**RENDIMIENTO Y EVALUACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE 18
PROGENIES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
PROCEDENTES DE CRUZAS SIMPLES DISTANTES Y
CERCANAS EN EL CIP. CAMACANI E ILLPA.**

TESIS

PRESENTADA POR:

EDWIN WILY BARRIENTOS ARPASI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por haberme dado la capacidad, valentía y fortaleza. Con todo mi amor a mis padres Octavio y Adela, regalo maravillo que Dios me ha dado, agradezco infinitamente por su apoyo, esfuerzo y sacrificio a lo largo de todos estos años de estudio. A mi mamá Eloteria con mucha admiración por concederme ese inmenso cariño, y por su incesante apoyo y aliento. A mi tía María que es una madre maravillosa que me brinda su apoyo en todo momento.

A mis hermanos Wilver, Norma y Lander quienes con sus palabras de aliento para que siguiera adelante, que siempre sea perseverante y cumpla con mis metas, con quienes siempre comparto momentos gratos, felices e inolvidables.

A mis queridos tíos: Victoria, Héctor, Juan Carlos, Nemesio, Nancy y Mari luz con mucho cariño, por estar siempre dispuesto a ayudarme en todo momento.

Edwin W. Barrientos Arpasi.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, a sus docentes y personal administrativo por haberme formado y brindado conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Ph. D. Ángel Mujica Sánchez por sus valiosos consejos, asesoramiento y orientación en el proceso y culminación del trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Juan Larico Vera por ser un amigo más que un docente por sus consejos y apoyo de una manera desinteresada a lo largo de mi formación profesional.

Al Dr. Pablo Antonio Beltran Barriga, quien con su aporte y enseñanza dieron valiosos conocimientos en el trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Julio Mayta Quispe, por su apoyo y sugerencias que influyeron en la culminación del trabajo.

Con eterna gratitud al M.Sc. Flavio Lozano Isla y al M.Sc. José David Apaza Calcina por su apoyo brindado, orientación, persistencia y motivación en esta labor científica.

A mis compañeros y amigos que siempre formaran parte de mis mejores recuerdos, en especial a Beatriz y Denis, espero que siempre sean mis amigos.

Gracias.



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 21

ABSTRACT 22

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS..... 25

1.1.1. Objetivo general 25

1.1.2. Objetivos específicos 25

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO 26

2.1.1. Cultivo de quinua 26

2.1.2. Taxonomía 27

2.1.3. Origen..... 27

2.1.4. Domesticación 28

2.1.5. Importancia 28

2.1.6. Descripción botánica de la planta..... 29

2.1.7. Fenología de la quinua 31

2.1.8. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo..... 35

2.1.9. Practicas agronómicas..... 37

2.1.10. Plagas y enfermedades 39

2.1.11. Ataque ornitológico..... 40

2.1.12. Parámetros biométricos de la semilla..... 40

2.1.13. Valor nutritivo 41



| | | |
|---------|---|----|
| 2.1.14. | Saponina..... | 41 |
| 2.1.15. | Mejoramiento genético | 41 |
| 2.1.16. | Genética de la quinua..... | 42 |
| 2.1.17. | Mejoramiento y herencia de caracteres..... | 43 |
| 2.1.18. | Conservación de la diversidad genética..... | 44 |
| 2.1.19. | Métodos de mejoramiento en la quinua | 44 |
| 2.1.20. | Selección de líneas promisorias..... | 46 |
| 2.1.21. | Rendimiento..... | 47 |
| 2.2. | MARCO CONCEPTUAL | 47 |
| 2.2.1. | Autofecundación | 47 |
| 2.2.2. | Autógama..... | 47 |
| 2.2.3. | Cruzamiento simple..... | 47 |
| 2.2.4. | Cotiledón..... | 47 |
| 2.2.5. | Oxalato de calcio..... | 48 |
| 2.2.6. | Fenología agrícola..... | 48 |
| 2.2.7. | Fenotipo | 48 |
| 2.2.8. | Genotipo..... | 48 |
| 2.2.9. | Glomérulo | 48 |
| 2.2.10. | Gluten..... | 48 |
| 2.2.11. | Hermafrodita..... | 49 |
| 2.2.12. | Híbrido | 49 |
| 2.2.13. | Proteína | 49 |
| 2.3. | ANTECEDENTES | 49 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1. | ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN | 52 |
| 3.1.1. | CIP-Camacani..... | 52 |
| 3.1.2. | CIP-Illpa..... | 53 |
| 3.2. | ANTECEDENTES DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES | 53 |
| 3.3. | CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS | 53 |
| 3.3.1. | Camacani..... | 54 |
| 3.3.2. | Illpa..... | 54 |



| | | |
|---------|--|----|
| 3.4. | CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS..... | 55 |
| 3.4.1. | Condiciones meteorológicas de Camacani | 55 |
| 3.4.2. | Condiciones meteorológicas de Illpa | 56 |
| 3.4.3. | Humedad relativa | 58 |
| 3.5. | MATERIAL EXPERIMENTAL | 58 |
| 3.5.1. | Material genético..... | 58 |
| 3.5.2. | Materiales de campo | 59 |
| 3.6. | CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL..... | 61 |
| 3.7. | CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO | 61 |
| 3.7.1. | Medición del área de trabajo..... | 61 |
| 3.7.2. | Preparación del terreno | 61 |
| 3.7.3. | Siembra | 61 |
| 3.7.4. | Fertilización | 62 |
| 3.7.5. | Control de malezas | 62 |
| 3.7.6. | Desahíje..... | 62 |
| 3.7.7. | Rouguing..... | 62 |
| 3.7.8. | Aporque..... | 63 |
| 3.7.9. | Control fitosanitario | 63 |
| 3.7.10. | Cosecha y trillado..... | 63 |
| 3.8. | ANÁLISIS DE SEMILLAS | 64 |
| 3.8.1. | Calidad física | 64 |
| 3.8.2. | Calidad fisiológica..... | 64 |
| 3.8.3. | Valor cultural | 65 |
| 3.9. | EVALUACIÓN DE VARIABLES | 65 |
| 3.10. | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 67 |
| 3.10.1. | Análisis estadístico | 67 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1. | EVALUACIÓN DE VARIABLES CUANTITATIVAS..... | 68 |
| 4.1.1. | Altura de planta | 68 |
| 4.1.2. | Diámetro de tallo principal | 72 |
| 4.1.3. | Longitud de panoja..... | 76 |



| | | |
|---------|--|-----|
| 4.1.4. | Diámetro de panoja | 79 |
| 4.1.5. | Floración | 82 |
| 4.1.6. | Madurez fisiológica..... | 85 |
| 4.1.7. | Rendimiento de semilla por planta..... | 88 |
| 4.1.8. | Rendimiento por hectárea | 92 |
| 4.1.9. | Peso de 1000 granos..... | 95 |
| 4.1.10. | Diámetro de grano..... | 99 |
| 4.1.11. | Espesor del grano | 102 |
| 4.1.12. | Índice de cosecha..... | 105 |
| 4.1.13. | Peso hectolitrico | 108 |
| 4.1.14. | Longitud del peciolo | 111 |
| 4.1.15. | Longitud máxima de la hoja | 114 |
| 4.1.16. | Ancho máximo de la hoja | 117 |
| 4.1.17. | Número de dientes de la hoja | 120 |
| 4.2. | CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA | 123 |
| 4.2.1. | Pureza física..... | 123 |
| 4.2.2. | Valor cultural..... | 125 |
| 4.2.3. | Porcentaje de germinación..... | 126 |
| 4.3. | EVALUACIÓN DE VARIABLES CUALITATIVAS | 129 |
| 4.3.1. | Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) | 129 |
| 4.3.2. | Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174) | 130 |
| 4.3.3. | Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) | 131 |
| 4.3.4. | Salcedo INIA x Huariponcho 6 (SALxHUA 6) | 132 |
| 4.3.5. | Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) | 133 |
| 4.3.6. | Salcedo INIA x Huariponcho 195 (SALxHUA 195)..... | 134 |
| 4.3.7. | Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1)..... | 135 |
| 4.3.8. | Pasankalla x Kcancolla 42 (PASxKCA 42)..... | 136 |
| 4.3.9. | Pasankalla x Kcancolla 158 (PASxKCA 158) | 137 |
| 4.3.10. | Salcedo INIA x Pandela Rosada 58 (SALxPAN 58) | 138 |
| 4.3.11. | Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165)..... | 139 |
| 4.3.12. | Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171)..... | 140 |
| 4.3.13. | Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14)..... | 141 |



| | | |
|---------------------|--|------------|
| 4.3.14. | Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29)..... | 142 |
| 4.3.15. | Negra Collana x Kcancolla 114 (COLxKCA 114) | 143 |
| 4.3.16. | Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) | 144 |
| 4.3.17. | Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) | 145 |
| 4.3.18. | Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) | 146 |
| 4.4. | GENITORES..... | 147 |
| 4.4.1. | Salcedo INIA (SAL) | 147 |
| 4.4.2. | Huariponcho (HUA)..... | 148 |
| 4.4.3. | Kcancolla (KCA)..... | 149 |
| 4.4.4. | Pasankalla (PAS)..... | 150 |
| 4.4.5. | Negra Collana (COL)..... | 151 |
| 4.4.6. | Pandela Rosada (PAN)..... | 152 |
| 4.5. | TESTIGO | 153 |
| 4.5.1 | Altiplano (ATP)..... | 153 |
| 4.6. | ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS | 154 |
| 4.7. | RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS | 155 |
| 4.8. | RESISTENCIA A LA SEQUIA | 157 |
| 4.9. | ANÁLISIS MULTIVARIADO | 158 |
| 4.9.1. | Análisis de componentes principales | 158 |
| 4.10. | ÍNDICE DE SELECCIÓN | 160 |
| V. | CONCLUSIONES | 163 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 164 |
| VII. | REFERENCIAS | 165 |
| ANEXOS | | 176 |

ÁREA : Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 DE ENERO DE 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Localización del campo experimental en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Camacani. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 52 |
| Figura 2. Localización del campo experimental en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 53 |
| Figura 3. Climograma de la localidad de Camacani. (Campaña agrícola 2018-2019).. | 56 |
| Figura 4. Climograma de la localidad de Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 57 |
| Figura 5. Comportamiento de humedad relativa en las localidades de Camacani e Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 58 |
| Figura 6. Comportamiento de altura de planta en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 70 |
| Figura 7. Comportamiento del diámetro de tallo en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 74 |
| Figura 8. Comportamiento de longitud de panoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 77 |
| Figura 9. Comportamiento del diámetro de panoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 80 |
| Figura 10. Comportamiento del número de días a la floración de las progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 83 |
| Figura 11. Comportamiento del número de días hasta la madurez fisiológica de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 86 |
| Figura 12. Comportamiento del rendimiento de semilla por planta en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 90 |



| | |
|--|-----|
| Figura 13. Comportamiento del rendimiento por hectárea en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 93 |
| Figura 14. Comportamiento del peso de mil granos en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 97 |
| Figura 15. Comportamiento del diámetro de grano en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 100 |
| Figura 16. Comportamiento del espesor de grano en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 103 |
| Figura 17. Comportamiento del índice de cosecha en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 106 |
| Figura 18. Comportamiento del peso hectolitrico en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 109 |
| Figura 19. Comportamiento de longitud del peciolo en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 112 |
| Figura 20. Comportamiento de longitud máxima de la hoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 115 |
| Figura 21. Comportamiento del ancho máximo de la hoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 118 |
| Figura 22. Número de dientes de la hoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 121 |
| Figura 23. HUA x KCA 53, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 129 |



| | |
|---|-----|
| Figura 24. HUA x KCA 174, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 130 |
| Figura 25. HUA x KCA 194, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 131 |
| Figura 26. SAL x HUA 6, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 132 |
| Figura 27. SAL x HUA 33, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 133 |
| Figura 28. SAL x HUA 195, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 134 |
| Figura 29. PAS x KCA 1, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 135 |
| Figura 30. PAS x KCA 42, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 136 |
| Figura 31. PAS x KCA 158, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 137 |



| | |
|---|-----|
| Figura 32. SAL x PAN 58, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 138 |
| Figura 33. SAL x PAN 165, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 139 |
| Figura 34. SAL x PAN 171, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 140 |
| Figura 35. COL x KCA 14, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 141 |
| Figura 36. COL x KCA 29, (generación F10), Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 142 |
| Figura 37. COL x KCA 114, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 143 |
| Figura 38. SAL x COL 30, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 144 |
| Figura 39. SAL x COL 37, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 145 |



| | |
|--|-----|
| Figura 40. SAL x COL 46, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F). | 146 |
| Figura 41. SAL. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 147 |
| Figura 42. HUA. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 148 |
| Figura 43. KCA. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 149 |
| Figura 44. PAS. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 150 |
| Figura 45. COL. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 151 |
| Figura 46. PAN. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 152 |
| Figura 47. ATP. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F). | 153 |
| Figura 48. Resistencia a bajas temperaturas de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2029). | 156 |
| Figura 49. Resistencia a sequias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 157 |
| Figura 50. Plano factorial de análisis de componentes principales. | 159 |
| Figura 51. Circulo de correlación para variables del experimento. | 159 |
| Figura 52. Croquis del experimento en el CIP. Camacani. | 191 |
| Figura 53. Croquis del experimento en el CIP. Illpa. | 192 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Historial del campo experimental. (Campaña agrícola 2018- 2019)..... | 53 |
| Tabla 2. Análisis físico-químico de los suelos experimentales de las localidades Camacani e Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019). | 54 |
| Tabla 3. Temperatura de la localidad de Camacani. (Campaña agrícola 2018 - 2019). 55 | |
| Tabla 4. Precipitación pluvial (mm) y humedad relativa (%) de la localidad de Camacani. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 56 |
| Tabla 5. Temperatura de la localidad de Illpa. (Campaña agrícola 2018 - 2019). | 57 |
| Tabla 6. Precipitación pluvial (mm) y humedad relativa (%) en la localidad de Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 57 |
| Tabla 7. Progenies de quinua procedentes de cruzas simples genéticamente distantes y cercanas. (Campaña agrícola 2018-2019). | 59 |
| Tabla 8. Dimensiones del campo experimental. (Campaña agrícola 2018-2019). | 61 |
| Tabla 9. Variables cualitativas y cuantitativas evaluadas en las localidades de Camacani e Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019). | 66 |
| Tabla 10. Prueba de Scott-Knott al 5 % para altura de planta y medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 71 |
| Tabla 11. Prueba de Scott-Knott al 5% para el diámetro de tallo principal y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 75 |
| Tabla 12. Prueba de Scott-Knott al 5 % para longitud de panoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 78 |
| Tabla 13. Prueba de Scott-Knott al 5 % para diámetro de panoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 81 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 14. Prueba de Scott-Knott al 5 % para el número de días hasta el 50% de floración y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 84 |
| Tabla 15. Prueba de Scott-Knott al 5 % para madurez fisiológica y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 87 |
| Tabla 16. Prueba de Scott-Knott al 5 % para rendimiento de semilla por planta y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 91 |
| Tabla 17. Prueba de Scott-Knott al 5 % para rendimiento por hectárea y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 94 |
| Tabla 18. Prueba de Scott-Knott al 5 %, para peso de mil granos y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 98 |
| Tabla 19. Prueba de Scott-Knott al 5 % para diámetro de grano y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019). | 101 |
| Tabla 20. Prueba de Scott-Knott al 5 % para espesor de grano y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 104 |
| Tabla 21. Prueba de Scott-Knott al 5 % para índice de cosecha y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 107 |
| Tabla 22. Prueba de Scott-Knott al 5 % para peso hectolitrico y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 110 |
| Tabla 23. Prueba de Scott-Knott al 5 % para longitud de peciolo y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 113 |
| Tabla 24. Prueba de Scott-Knott al 5 % para longitud máxima de la hoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 116 |
| Tabla 25. Prueba de Scott-Knott al 5 % para ancho máximo de la hoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 119 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 26. Prueba de Scott-Knott al 5 % para número de dientes de la hoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 122 |
| Tabla 27. Prueba de Scott-Knott al 5 % para pureza de semilla y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 124 |
| Tabla 28. Prueba de Scott-Knott al 5 % para valor cultural y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 126 |
| Tabla 29. Prueba de Scott-Knott al 5 % para porcentaje de germinación y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)..... | 127 |
| Tabla 30. Índice de selección de progenies promisorias de quinua. (Campaña agrícola 2018 – 2019)..... | 161 |
| Tabla 31. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta en Camacani. | 176 |
| Tabla 32. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta en Illpa. | 176 |
| Tabla 33. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de tallo principal en Camacani. | 176 |
| Tabla 34. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de tallo principal en Illpa... .. | 176 |
| Tabla 35. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de panoja en Camacani. | 176 |
| Tabla 36. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de panoja en Illpa. | 177 |
| Tabla 37. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de panoja en Camacani. | 177 |
| Tabla 38. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de panoja Illpa..... | 177 |
| Tabla 39. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta la formación del botón floral en Camacani..... | 177 |
| Tabla 40. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta la formación del botón floral en Illpa..... | 177 |
| Tabla 41. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el inicio de floración en Camacani. | 178 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 42. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el inicio de floración en Illpa. | 178 |
| Tabla 43. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el 50% de floración en Camacani. | 178 |
| Tabla 44. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el 50% de floración en Illpa. | 178 |
| Tabla 45. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el grano lechoso en Camacani. | 179 |
| Tabla 46. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el grano lechoso en Illpa. | 179 |
| Tabla 47. Análisis de varianza (ANOVA) para días hasta el grano pastoso en Camacani. | 179 |
| Tabla 48. Análisis de varianza (ANOVA) para días hasta el grano pastoso en Illpa. . | 179 |
| Tabla 49. Análisis de varianza (ANOVA) para madurez fisiológica en Camacani. | 179 |
| Tabla 50. Análisis de varianza (ANOVA) para madurez fisiológica en Illpa. | 180 |
| Tabla 51. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento de semilla por planta en | 180 |
| Tabla 52. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento de semilla por planta en Illpa. | 180 |
| Tabla 53. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento por hectárea en Camacani. | 180 |
| Tabla 54. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento por hectárea en Illpa. | 180 |
| Tabla 55. Análisis de varianza (ANOVA) para peso de 1000 granos en Camacani. | 181 |
| Tabla 56. Análisis de varianza (ANOVA) para peso de 1000 granos en Illpa. | 181 |
| Tabla 57. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de grano en Camacani. | 181 |
| Tabla 58. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de grano en Illpa. | 181 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 59. Análisis de varianza (ANOVA) para espesor de grano en camacani..... | 181 |
| Tabla 60. Análisis de varianza (ANOVA) para espesor de grano en Illpa..... | 182 |
| Tabla 61. Análisis de varianza (ANOVA) para índice de cosecha en Camacani. | 182 |
| Tabla 62. Análisis de varianza (ANOVA) para índice de cosecha en Illpa. | 182 |
| Tabla 63. Análisis de varianza (ANOVA) para peso hectolitrico en Camacani. | 182 |
| Tabla 64. Análisis de varianza (ANOVA) para peso hectolitrico en Illpa. | 182 |
| Tabla 65. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud del peciolo en Camacani. ... | 183 |
| Tabla 66. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud del peciolo en Illpa. | 183 |
| Tabla 67. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud máxima de la hoja en Camacani. | 183 |
| Tabla 68. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud máxima de la hoja en Illpa. | 183 |
| Tabla 69. Análisis de varianza (ANOVA) para ancho máximo de la hoja en Camacani. | 183 |
| Tabla 70. Análisis de varianza (ANOVA) para ancho máximo de la hoja en Illpa. | 184 |
| Tabla 71. Análisis de varianza (ANOVA) para número de dientes de la hoja en Camacani. | 184 |
| Tabla 72. Análisis de varianza (ANOVA) para número de dientes de la hoja en Illpa. | 184 |
| Tabla 73. Análisis de varianza (ANOVA) para pureza de semilla en Camacani..... | 184 |
| Tabla 74. Análisis de varianza (ANOVA) para pureza de semilla en Illpa..... | 184 |
| Tabla 75. Análisis de varianza (ANOVA) para poder germinativo en Camacani. | 185 |
| Tabla 76. Análisis de varianza (ANOVA) para poder germinativo en Illpa. | 185 |
| Tabla 77. Análisis de varianza (ANOVA) para valor cultural en Camacani. | 185 |
| Tabla 78. Análisis de varianza (ANOVA) para valor cultural en Illpa. | 185 |
| Tabla 79. Registro de fases fenológicas en Camacani e Illpa | 186 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 80. Resultados de las evaluaciones de campo, altura de planta (cm). | 187 |
| Tabla 81. Resultados de las evaluaciones de campo, rendimiento por hectárea (kg).. | 187 |
| Tabla 82. Resistencia a factores bióticos y abióticos de progenies de quinua. | 188 |
| Tabla 83. Características del tallo principal en progenies de quinua..... | 188 |
| Tabla 84. Características de la hoja en progenies de quinua y efusión de saponina... | 189 |
| Tabla 85. Características de la panoja en progenies de quinua. | 189 |
| Tabla 86. Características de la semilla en progenies de quinua. | 190 |
| Tabla 87. Características del grano y el hábito de crecimiento..... | 190 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|--|
| HUAxKCA: | Huariponcho x Kcancolla. |
| SALxHUA: | Salcedo INIA x Huariponcho. |
| PASxKCA: | Pasankalla x Kcancolla. |
| SALxPAN: | Salcedo INIA x Pandela Rosada. |
| COLxKCA: | Negra Collana x Kcancolla. |
| SALxCOL: | Salcedo INIA x Negra Collana. |
| HUA: | Huariponcho. |
| KCA: | Kcancolla. |
| PAS: | Pasankalla. |
| COL: | Negra Collana. |
| PAN: | Pandela Rosada. |
| SAL: | Salcedo INIA. |
| ATP: | Altiplano. |
| Kg. ha: | Kilogramos por hectárea. |
| g | Gramos. |
| CV: | Coefficiente de varianza. |
| CM: | Cuadrado Medio. |
| FV: | Fuente de Variabilidad. |
| SC: | Suma de Cuadrados. |
| ANOVA: | Análisis de varianza. |
| IC: | Índice de cosecha. |
| %: | Porcentaje. |
| CIP: | Centro de Investigación y Producción. |
| RAS: | Reglas para el Análisis de Semilla. |
| ISTA: | International Seed Testing Association. |
| FAO: | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. |



RESUMEN

En la actualidad la quinua es un cultivo de importancia mundial por su alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, sin embargo, a pesar de su importancia, los rendimientos en el altiplano están limitadas a falta de cultivares mejoradas, razón por la cual se efectuó la investigación que se llevó a cabo en dos localidades, Centro de Investigación y Producción Camacani e Illpa de la UNA-Puno, durante la campaña agrícola 2018 – 2019, con el objetivo de comparar el rendimiento y evaluar agromorfológicamente 18 progenies de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de cruzas simples. El estudio fue conducido bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 25 tratamientos (18 progenies, seis genitores más un testigo), con cuatro repeticiones y un total de 100 unidades experimentales en cada localidad, que a través del cual se evaluaron 24 variables cualitativas y 22 variables cuantitativas. Concluido el estudio se alcanzó a los siguientes resultados: la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), obtuvo el mejor rendimiento con un promedio de 10694.5 kg/ha, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con promedios de 7888.9 y 7861 kg/ha. En cuanto a la fenología las progenies Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29), Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) y Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) presentaron un periodo vegetativo menor a los 172 días, así mismo, las progenies Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30), Salcedo INIA Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) fueron las más promisorias agromorfológicamente que presentaron las características deseadas por los productores.

Palabras clave: Comportamiento, cruzas, *Chenopodium*, progenie y rendimiento.



ABSTRACT

Currently, quinoa is a crop of world importance due to its high content of proteins and essential amino acids, however, despite its importance, the yields in the highlands are limited due to the lack of improved cultivars, which is why the Research that was carried out in two locations, Centro de Investigación y Producción Camacani and Illpa de la UNA-Puno, during the 2018-2019 agricultural season, with the aim of comparing the yield and agromorphologically evaluating 18 progenies of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from simple crosses. The study was conducted under the Random Complete Block Design (DBCA) with 25 treatments (18 progeny, six parents plus a control), with four replications and a total of 100 experimental units in each location, which were evaluated through which 24 qualitative variables and 22 quantitative variables. Once the study was concluded, the following results were achieved: the Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) progeny obtained the best yield with an average of 10694.5 kg / ha, followed by the Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) progeny and Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) with averages of 7888.9 and 7861 kg / ha. Regarding the phenology, the progenies Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29), Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAXKCA 53) and Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAXKCA 194) presented a vegetative period less than 172 days, likewise, the Salcedo progenies INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30), Salcedo INIA Negra Collana 46 (SALxCOL 46) and Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAXKCA 53) they were the most promising agromorphologically that presented the characteristics desired by the producers.

Keywords: Behavior, crosses, *Chenopodium*, progeny and performance.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo de origen andino que se cultiva cada vez en más países y es considerada como uno de los alimentos de mayor valor nutricional de origen vegetal. Es quizá uno de los cultivos de mayor grado de adaptación a condiciones adversas y esto en gran parte se debe a la gran cantidad de ecotipos y variedades existentes alrededor de los países andinos (Bonifacio, 2006).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivo de secano de la zona andina de Sudamérica, es importante por ser un producto alimenticio básico con elevado contenido de proteína en la semilla, además tiene un balance adecuado de aminoácidos esenciales principalmente lisina, metionina y triptófano. Estos aspectos, aunados a su tolerancia a condiciones de humedad escasa y su resistencia tanto al frío como a la salinidad, demuestran que se trata de un cultivo de gran importancia actual y potencial, por lo cual debe evaluarse y estudiarse genéticamente (Mujica y Jacobsen, 1988).

Se ha estimado que la necesidad de alimentos se duplicará en los próximos 30 años, el Perú como muchos países de América Latina enfrentan graves problemas nutricionales como consecuencia del incremento de la población en forma permanente; este crecimiento demográfico, exige un incremento de la producción de alimentos para poder satisfacer las necesidades mínimas de nutrición. La población aprecia este cultivo, cada día aumenta la demanda y exige una mayor producción de quinua, pero las condiciones medioambientales de las zonas agroecológicas del altiplano se caracterizan por su gran variabilidad climática espacial y temporal, la presencia de factores abióticos como precipitaciones y variación de temperaturas, etc. que influye en el crecimiento y



desarrollo de las plantas, los niveles de producción y productividad de la quinua son variables dentro y entre las campañas agrícolas (Mujica *et al.*, 2013).

En este contexto, el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se presenta como una alternativa debido a su amplia variabilidad genética, la cual le permite adaptarse a múltiples pisos agroecológicos, desarrollarse en diversos climas bajo condiciones extremas de sequía, salinidad y diferentes tipos de suelo. Sin embargo, su baja tolerancia al calor, ha sido reportada en las siembras de costa y en otras partes del mundo donde su cultivo se ha introducido (Bazile *et al.*, 2016).

La demanda de alimentos va en aumento en el Perú, por lo que se requiere con urgencia producir alimentos de alto valor nutritivo y saludable como es la quinua, actualmente la quinua en sus diferentes variedades viene recibiendo especial atención en el campo de la investigación a fin de obtener los máximos rendimientos para compensar la alimentación humana, además por su elevada tolerancia a factores abióticos adversos y su adaptación a diferentes condiciones agroecológicas, por eso es uno de los recursos genéticos más valiosos. Se sabe que, la preocupación de los agricultores es la mejora del rendimiento de sus cultivos en cantidad y calidad, sin aumentar los costos de producción (Rojas, 2015).

Los estudios de adaptabilidad fenotípica para fines de mejoramiento, se refieren a la evaluación de la respuesta diferencial de los genotipos a la variación de las condiciones del ambiente, estas diferencias están dadas fenotípicamente en rasgos distintivos en variación con otros ambientes; como tamaño de plantas, tamaño de hojas, espesor de tallos, etc., los cuales tienden a influenciar en el rendimiento de las plantas. La evaluación de los cultivares se debe realizar en localidades representativas de la región y en varios años, para que se tenga más seguridad en una recomendación (Fan *et al.*, 2007).



La investigación mediante la evaluación de adaptabilidad de progenies de quinua en dos diferentes lugares, pretende obtener una selección de las mejores progenies, materiales promisorios que en un futuro puedan ser variedades de alto rendimiento de grano, con panojas de tamaño considerable, granos de tamaño grande, que sean precoces bajo las condiciones altiplánicas, resistentes al mildiú y de buena adaptación, sabiendo que el cultivo de quinua en este momento es una alternativa para mejorar tanto el medio ambiente como la economía de los agricultores, lo que conlleva a un comienzo para emprender estrategias de incremento de producción que las cuales presentan las mejores opciones para la incorporación de nuevas variedades y/o líneas al mercado consumidor.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Comparar el rendimiento y evaluar agromorfológicamente 18 progenies de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de cruzas simples, en los CIPs de Camacani e Illpa de la Universidad Nacional Altiplano – Puno, Perú.

1.1.2. Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento de 18 progenies de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de cruzas simples e identificar las que mejor se adapten a las condiciones edafoclimáticas.
- Evaluar las características agromorfológicas de 18 progenies de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de cruzas simples en condiciones medio ambientales de la zona.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Cultivo de quinua

La quinua es una planta herbácea anual de amplia dispersión geográfica que presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva, fue utilizada como alimento desde tiempos inmemoriales. Se calcula que su domesticación ocurrió hace más de 7 000 años antes de Cristo, presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm, desde zonas áridas hasta zonas húmedas y tropicales, desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante a los factores abióticos adversos como sequías, heladas, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas (Mujica *et al.*, 2013).

La quinua es una planta herbácea anual de 0.5 m a más de 3 m de altura; depende de la variedad, densidad de siembra, nutrición y del medio ambiente, generalmente las variedades de los ecotipos de valle son más altas que las del Altiplano (Gómez y Aguilar, 2016). Así mismo, Mujica *et al.* (2013), manifiestan que su período vegetativo varía desde los 90 hasta los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2 600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0, sus semillas germinan hasta con 56 dS m⁻¹ de concentración salina.

La creciente popularidad de la quinua ha provocado una cría intensiva, una investigación agronómica y de ciencias de los alimentos para promover su producción y satisfacer la creciente demanda del mercado, incluidas las investigaciones de las



características de procesamiento y las oportunidades de clase de mercado (Aluwi *et al.*, 2016).

2.1.2. Taxonomía

Según ITIS (2019), la quinua tiene la siguiente clasificación taxonómica.

| | |
|----------------|----------------------------------|
| Reino: | Plantae |
| Sub reino: | Viridiplantae |
| Superdivisión: | Streptophyta |
| División: | Tracheophyta |
| Subdivisión: | Spermatophytina |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Superorden: | Caryophyllales |
| Orden: | Caryophyllales |
| Familia: | Amaranthaceae |
| Género: | <i>Chenopodium</i> |
| Especie: | <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. |

2.1.3. Origen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo nativo de la región andina; la mayoría de los investigadores coinciden en que la quinua es originaria del altiplano que comparten Perú y Bolivia, ya que en dichas áreas se encuentra la mayor diversidad de plantas cultivadas y parientes silvestres (Gabriel *et al.*, 2012). Así mismo, Christensen *et al.* (2007), corroboran la hipótesis de que el centro de diversidad de la quinua se encuentra en Perú y Bolivia.

La zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más



sostenibles y con mayor diversidad genética en el mundo. La quinua es una planta andina que muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores 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.*, 2013).

2.1.4. Domesticación

Durante la domesticación de la quinua y como producto de la actividad humana, ha ocurrido un amplio rango de modificaciones morfológicas. Entre ellas, condensación de la inflorescencia en el extremo terminal de la planta, incremento del tamaño de la planta y la semilla, reducción de la testa, pérdida de la dormancia para la germinación, pérdida de los mecanismos de dispersión de la semilla, y altos niveles de pigmentación, consiguiéndose la actual planta de quinua de alta producción de semillas de colores claros, lo que demuestra el enorme tiempo utilizado por el hombre en la selección y cultivo de esta especie. Los parientes más cercanos y también los posibles progenitores, muestran aun estas características silvestres y no así el escape de cultivo *C. quinoa* var. *melanospermun*, que sólo tiene la semilla de color oscuro (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.5. Importancia

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino tradicional que está tomando cada vez más atención mundial, debido a su alto valor nutricional y su robusta adaptabilidad a diferentes ambientes (Razzaghi *et al.*, 2015). Debido a una amplia diversificación en términos de sus hábitats nativos, la quinua se caracteriza por una extraordinaria resistencia al estrés ambiental abiótico y biótico (Hussin *et al.*, 2017). Las semillas de quinua son ricas en una amplia gama de minerales importantes (Ca, P, Mg, Fe y Zn), vitaminas (B1, B9, C y E), aceite (que contiene grandes cantidades de linoleato, linolenato y antioxidantes naturales) y proteínas (que contiene amplias cantidades de aminoácidos esenciales como lisina y metionina) (Bastidas *et al.*, 2016). Su potencial



como cultivo nutritivo y resistente fue reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que declaró el año 2013 como el Año Internacional de la Quinua (Bazile *et al.*, 2015). Debido a su riqueza nutricional y el alto nivel de adaptabilidad en ambientes marginales, la quinua fue introducida en varias áreas fuera de su origen como cultivo comercial no convencional, con informes demostrando una adaptación aceptable en Estados Unidos, Canadá, Italia, Marruecos, India y Egipto (Eisa *et al.*, 2017).

2.1.6. Descripción botánica de la planta

2.1.6.1. 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 (Apaza *et al.*, 2013).

2.1.6.2. Raíz

Es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, que confiere una apariencia de una gran cabellera variando con el tipo de suelo donde crece (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.6.3. Tallo

Es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso, la corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados, en los tallos jóvenes la médula es suave y cuando madura la médula es esponjosa y seca (Gómez y Aguilar, 2016).



2.1.6.4. Hoja

La lámina de la hoja tiene tres venas principales que se originan del peciolo, son más grandes en el follaje, más pequeñas en la inflorescencia y son polimórficas en la misma planta. Las hojas y las partes tiernas de la planta están generalmente cubiertas con una pubescencia vesicular, granular blanca, rosada o púrpura. Esta pubescencia granular contiene oxalato de calcio capaz de absorber agua del medio ambiente e incrementar la humedad relativa de la atmósfera, influenciando el comportamiento de las células guarda de las estomas; por lo tanto, en la transpiración (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.6.5. Inflorescencia

Es una panoja típica, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos así como por la disposición de las flores y por qué el eje principal está más desarrollado que los secundarios, ésta puede ser laxa (Amarantiforme) o compacta (glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas, la longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.6.6. Flores

Es una especie ginomonoica, es decir, tiene flores hermafroditas y pistiladas en la misma inflorescencia, las cuales puede ser sésiles o pistiladas y están agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo en la inflorescencia y la posición de las flores dentro del glomérulo, determinan el tamaño y el número de los granos o frutos (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.6.7. Fruto

Es un aquenio, tiene forma cilíndrica-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro. Está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, y contiene una sola semilla, de coloración variable (Apaza *et al.*, 2013).



2.1.6.8. Semilla

Presenta tres partes bien definidas que son: epispermo, embrión y perispermo. El epispermo, es la capa que cubre la semilla y está adherida al pericarpio. El embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula que constituye aproximadamente, el 30% del volumen total de la semilla y envuelve al perispermo como un anillo (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.7. Fenología de la quinua

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 muy importante para agrónomos 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; así mismo le permite evaluar la marcha de la campaña agrícola y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos de sus cultivos (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.1. Emergencia

En esta fase los cotiledones aun unidos, emergen del suelo a manera de una cabeza de fósforo y es distinguible solo cuando uno se pone al nivel del suelo, en esta etapa es muy susceptible de ser consumido por las aves por su succulencia y exposición de la semilla encima del talluelo, ello ocurre de los seis días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.2. Dos hojas verdaderas

En esta fase, fuera de las dos hojas cotiledonales, se observan dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular, en esta fase puede ocurrir



el ataque de los gusanos cortadores de plantas tiernas (*Copitarsia turbata* H.S.) y (*Feltia experta* Walker) “Ticuchis” (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.3. Cuatro hojas verdaderas

En esta fase se observa dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase ya la planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío, porque ha extendido fuertemente sus raíces y muestra movimientos nictinásticos nocturnos cuando hace frío, dada la presencia de hojas tiernas, se inicia el ataque de insectos masticadores de hojas (*Epitrix subcrinita.* y *Diabrotica de color.*) ”Pulguilla saltona y Loritos” sobre todo cuando hay escasez de lluvias (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.4. Seis hojas verdaderas

En esta fase se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose de color amarillento las hojas cotiledonales y algo flácidas, se notan ya las hojas axilares, desde el estado de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones del ápice a la base de la plántula, esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota con mayor claridad la protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando se presentan bajas temperaturas, sequía y sobre todo al anochecer; durante el día en presencia de viento la plántula flamea (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.5. Ramificación

En esta fase se observa ocho hojas verdaderas extendidas y extensión de las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo, también se observa la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45



a 50 días de la siembra. En esta fase se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.6. Inicio de panojamiento

En esta fase la inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes, ocurre de los 55 a 60 días de la siembra (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.7. Panojamiento

La inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas, esta etapa ocurre de los 65 a 70 días de la siembra (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.8. Inicio de floración

En esta fase las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillento, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas, también ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.9. Floración

En esta fase se observa el 50% de las flores de la inflorescencia principal se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2 °C, debe observarse esta etapa al



medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas por ser heliófilas (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.10. Grano acuoso

En esta fase se observa el inicio de la formación de la semilla después de ser fecundada, en donde al ser presionada por las uñas de los dedos presenta una consistencia acuosa, de color transparente a partir de esta fase se inicia la formación del fruto (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.11. Grano lechoso

En esta fase los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.12. Grano pastoso

En esta fase los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurissacca quinoae* Povolny “Kcona-Kcona” causa daños considerables, así mismo el déficit de humedad afecta fuertemente a la producción (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.7.13. Madurez fisiológica

En esta fase la planta completa su madurez, se reconoce cuando el grano al ser presionados por las uñas presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días de la siembra, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 %; el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica, viene a constituir el período de llenado de grano (Mujica *et al.*, 2013).



2.1.7.14. Madurez de cosecha

En esta fase la planta cosechada es emparvada y los granos que se encuentran en las panojas han perdido suficiente humedad facilitando la trilla y el desprendimiento del grano contenido dentro del perigonio, el contenido de humedad del grano varía entre 12-13 %, ello ocurre a los 180 a los 190 días (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.8. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.1.8.1. Suelo

La quinua puede crecer en un rango amplio de diferentes tipos de suelos, siendo los óptimos los de buen drenaje francos, semi profundo con un alto contenido de materia orgánica. Se debe evitar suelos con problemas de anegamiento o inundación porque dificultan el establecimiento inicial del cultivo y luego a lo largo del ciclo propician la podredumbre radicular. Se puede encontrar variedades de quinua cultivadas en suelos con pH desde 4.5 (en los valles interandinos del norte del Perú) hasta 9.0 (Altiplano Peruano Boliviano y los salares de Bolivia) (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.8.2. pH

El pH del suelo debe ser neutro o ligeramente alcalino, aunque algunas variedades procedentes de los salares en Bolivia, pueden soportar hasta pH 8, demostrando su carácter halófito; asimismo se ha encontrado quinua de suelos ácidos (pH 4,5) en Michiquillay y Cajamarca, Perú (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.8.3. Clima

La quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando incluso hasta ceja de selva con mayor humedad relativa y sorprendentemente a la puna y zonas de grandes altitudes (Mujica *et al.*, 2013).



2.1.8.4. Precipitación

El periodo de precipitación en la Región Andina va desde setiembre - octubre a mayo - junio. La precipitación anual total varía del siguiente modo: de 600 - 800 mm en los Andes Ecuatorianos, de 400 - 500 mm en los Andes Peruanos, de 500 - 800 mm en el Altiplano alrededor del Lago Titicaca, de 200 a 300 mm en el Altiplano sur de Bolivia. La quinua se cultiva dentro de un rango de precipitación de 300 mm a 1000 mm, se considera que el rango de precipitación óptima es de 500 a 800 mm (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.8.5. Temperatura

La quinua, por su alta variabilidad genética, se adapta a diferentes climas, desde aquellos calurosos y secos como el clima de la costa desértica, a aquellos templados lluviosos o secos de los valles interandinos y aquellos fríos y lluviosos o secos de la sierra alta y el altiplano. Las temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo, dependiendo de las variedades, están en el rango de 15 a 25°C. Puede tolerar las heladas y temperaturas altas durante las fases de desarrollo vegetativo y la formación de la inflorescencia y no desde la floración hasta el estado de grano pastoso. Tanto las bajas como las altas temperaturas originan esterilidad de polen y afectan el desarrollo y crecimiento de la planta (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.8.6. Radiación

El cultivo de quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.8.7. Fotoperiodo

Las variedades del Altiplano de Perú y Bolivia y las quinuas del nivel del mar son las de menor sensibilidad al fotoperiodo y son las que tienen menor longitud del ciclo a



antes. La duración del ciclo a antesis también está influenciada por la altitud sobre el nivel del mar de la zona de origen de la quinua. En el proceso de la introducción de las variedades de quinua a nuevas áreas, es importante considerar la zona de origen de las variedades, es decir la latitud y la altitud de donde proceden (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.8.8. Altitud

Históricamente la quinua se ha cultivado desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2.500 a 3.800 msnm con una precipitación pluvial anual entre 250 y 500 mm (Mamani y Zanabria, 2017).

2.1.9. Practicas agronómicas

2.1.9.1. Preparación del suelo

Esta actividad consiste en roturar con arado de vertederas o de rígido, luego proceder a mullir con una rastra de discos flexibles y cuando se este próximo a la siembra se procederá a desmenuzar el terreno, para ello se debe pasar una rastra cruzada y finalmente una niveladora o tablón de tal manera que el suelo quede bien nivelado y los terrones desmenuzados (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.9.2. Siembra

La siembra debe ser realizada inmediatamente después de ser concluida la preparación del suelo. De esta manera las semillas dispondrán de humedad adecuada y se reducirá la competencia con malezas. Las semillas son pequeñas y deben ser sembradas cuidadosamente para lograr una buena germinación y establecimiento del cultivo (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.9.3. Abonamiento y fertilización

La quinua es una planta exigente en nutrientes, principalmente de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio por lo cual requiere un buen abonamiento y fertilización adecuada,



los niveles a utilizar dependerán de la riqueza y contenido de nutrientes del suelo donde se instalará la quinua. En general en la zona andina se recomienda la fórmula: 80-40-00 de NPK, en costa se recomienda una fórmula de fertilización de 200-200-80. En la zona andina se aplicará el nitrógeno fraccionado en dos partes, y en la costa en tres partes (siembra, deshierbo y floración respectivamente); mientras el fósforo y el potasio todo a la siembra, la aplicación de estiércol en las cantidades disponibles (Mujica *et al.*, 2001).

2.1.9.4. Desahije y deshierbo

Si la siembra fue directa y hecha con semilla de calidad, puede ser que algunos campos tengan una alta cantidad de plántulas, por lo que es necesario realizar un desahije o raleo que permitirá dar a las plántulas más espacio, nutrientes y aire para crecer (Gómez y Aguilar, 2016). Se recomienda realizar el primer deshierbo cuando la planta tenga 20 cm y el segundo antes de la floración o cuando hayan transcurrido 90 días después de la siembra (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.9.5. Aporque

Actividad necesaria para sostener a la planta sobre todo en los valles interandinos, evitando de este modo el tumbado de las plantas, así mismo le permite resistir los fuertes embates de los vientos, sobre todo en la zona de la costa, se recomienda un buen aporque antes de la floración y junto a la fertilización complementaria, lo que le permite un mayor enraizamiento y por lo tanto mayor estabilidad ante eventualidades como aniegos o fuertes vientos (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.9.6. Riego

La quinua en la zona andina es cultivada solamente con las precipitaciones pluviales y es en forma excepcional su uso, el cual constituye un elemento complementario con la finalidad de suministrar humedad en épocas de sequía prolongada o para adelantar la siembra (Mamani y Zanabria, 2017).



2.1.9.7. Cosecha

La quinua debe cosecharse cuando los granos hayan adquirido una consistencia tal que resistan a la presión de las uñas (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.10. Plagas y enfermedades

2.1.10.1. Plagas

Dentro de las principales plagas tenemos: Kcona-Kcona (*Eurissacca quinoae* Povolny), lepidóptera noctuidae (*Copitarsia turbata*) y Pulgones (*Myzus persicae*) (FAO, 2000).

- ***Eurissacca quinoae* Povolny**

El incremento de poblaciones de polilla de quinua “kcona-kcona” (*Eurissacca quinoae* Povolny), en parcelas que tienden a mayor infestación, repercuten como uno de los factores importantes de producción, en la disminución de rendimiento y directamente el agricultor afrontara pérdidas económicas, que según sea el grado de infestación podrán ser hasta más de tres veces que las pedidas que se pueden tener en parcelas que conservan su rotación tradicional (Campos *et al.*, 2012).

2.1.10.2. Enfermedades

De las enfermedades conocidas que afectan a la quinua tenemos: Mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) y mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*) (FAO, 2000).

- ***Peronospora variabilis* Gäum**

El mildiu es el patógeno más severo en la quinua y la afecta tanto en costa, en el altiplano como en valles interandinos. Los mayores daños de la enfermedad se presentan en las hojas, provocando la reducción del área fotosintética de la planta, y consecuentemente afecta negativamente en el desarrollo de la planta y en el rendimiento. La enfermedad provoca el enanismo (infección sistémica) y la defoliación prematura, los



cuales se traducen en la reducción del rendimiento entre el 10 y el 30 % (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.11. Ataque ornitológico

Las aves ocasionan daños en los últimos períodos vegetativos de la planta: estado lechoso, estado pastoso, y madurez fisiológica del grano. Al término que se alimentan de los granos de la misma panoja, producen la caída de un gran número de semillas o ruptura de los pedicelos de los glomérulos; el ataque es más notorio en las variedades dulces, donde las pérdidas pueden alcanzar hasta el 40 % de la producción (Mujica *et al.*, 2013).

2.1.12. Parámetros biométricos de la semilla

2.1.12.1. Análisis de pureza

La pureza es una característica que refleja la composición física de un lote de semilla. Mediante este análisis se procura identificar las diferentes especies de semillas y las proporciones de los diferentes materiales inertes presentes en una muestra representativa (Sánchez, 2013).

2.1.12.2. Prueba de germinación

Germinación se define como la emergencia y el desarrollo de estructuras esenciales del embrión, bajo condiciones ambientales favorables. El porcentaje de germinación será determinado a partir de las semillas físicamente puras, que representa la cantidad de plántulas que tienen condiciones de establecerse en el campo en ambientes favorables (Sánchez, 2013).

2.1.12.3. Valor cultural

Permite conocer la verdadera calidad de la semilla de una determinada variedad, debido a que en él se conjugan dos parámetros de la calidad, la pureza y el poder germinativo, que divididos por 100 expresan el porcentaje del valor cultural, conocidos también como el valor real o valor potencial de la semilla (Sánchez, 2013).



2.1.13. Valor nutritivo

El contenido de proteína de la quinua generalmente varía entre el 12 y el 17%, y está influenciado por factores como la variedad, fertilidad del suelo y medio ambiente (Rojas *et al.*, 2014). En particular, la quinua tiene un complemento bien equilibrado de todos los aminoácidos esenciales, lo que le da una calidad de proteína superior a la de otras especies de cultivos (Repo-Carrasco *et al.*, 2003). También carece de gluten y, por lo tanto, las personas con alergias al gluten o enfermedad celíaca pueden comerla de manera segura (Zevallos *et al.*, 2013).

2.1.14. Saponina

La quinua presenta una gran variabilidad genética y gran calidad nutritiva siendo muy valorada para la seguridad alimentaria, por lo que el interés en su producción y exportación ha aumentado en los últimos años (Ku, 2017). Sin embargo, todos los cultivos de quinua contienen sustancias glucosídicas que interfieren la utilización biológica de los nutrientes, denominadas saponinas y se encuentran en el tegumento que rodea el epispermo, debido a ello los granos que no han sido lavados son amargos y limita el consumo y comercialización (Lozano y Rubiano, 2007). Así mismo las saponinas son consideradas como un factor anti nutricional de las semillas de quinua, que están presentes fundamentalmente en la cáscara y son las responsables del sabor amargo; su presencia permite distinguir las variedades de quinua como dulces (< 0,11%) o amargas (> 0,11%) (Gómez *et al.*, 2014). Mientras que Bojanic (2011), afirma que el nivel máximo aceptable de saponina en la quinua para consumo humano oscila entre 0,06 y 0,12 por ciento.

2.1.15. Mejoramiento genético

En un sentido amplio, es el arte y la ciencia de alterar o modificar la herencia de las plantas para obtener cultivares (variedades o híbridos) mejorados genéticamente,



adaptados a condiciones específicas, de mayores rendimientos económicos y de mejor calidad que las variedades nativas o criollas. En otras palabras, el fitomejoramiento busca crear plantas cuyo patrimonio hereditario esté de acuerdo con las condiciones, necesidades y recursos de los productores rurales, de la industria y de los consumidores, o sea de todos aquellos que producen, transforman y consumen productos vegetales (Vallejo y Estrada, 2002). La quinua está ganando importancia mundial debido a su excelente calidad de proteínas y tolerancia al estrés abiótico. Los últimos 60 años han visto grandes avances en la expansión de la producción y experimentación de cultivos de quinua. La amplia diversidad genética de la quinua ha llevado a su versatilidad agronómica y su adaptación a diferentes tipos de suelo, particularmente suelos salinos, y ambientes con condiciones extremadamente variables en términos de humedad, altitud y temperatura (Murphy *et al.*, 2016).

2.1.16. Genética de la quinua

La diversidad genética de la quinua, se asocia con cinco ecotipos: Altiplano, en donde esta Perú y Bolivia; Valles Interandinos, comprendido por Colombia, Ecuador y Perú; Salares, tierras de Bolivia, Chile, Argentina y Yungas, ubicado en Bolivia, zonas costeras y tierras bajas de Chile (Jellen, 2014). Los valles inter andinos están en zonas entre los 2.200 y 3.500 msnm y las plantas se caracterizan por tener un hábito de crecimiento ramificado hasta el segundo tercio, con una altura mayor a 1.5 m; presenta abundante follaje y se desarrolla en franjas con altas precipitaciones y su ciclo vegetativo y maduración fisiológica es superior a 5 meses (Rojas *et al.*, 2014).

La diversidad genética vegetal está sometida a un proceso de selección y adaptación permanente a las condiciones ambientales cambiantes, constituye un amortiguador contra los cambios nocivos en el medio ambiente y materia prima necesaria para numerosas investigaciones científicas, industriales y su conservación es vista como



una cuestión de seguridad, de inversión y como un principio moral. Es nuestro recurso natural fundamental, limitado y perecedero que proporcionan la materia prima o genes que, debidamente utilizados o combinados por el hombre, permiten obtener nuevas y mejores variedades de plantas. Son fuente insustituible de características tales como adaptación, resistencia a enfermedades, plagas y productividad (Vallejo y Estrada, 2002).

2.1.17. Mejoramiento y herencia de caracteres

Según Mujica *et al.* (2013), uno de los objetivos de mejoramiento genético en quinua deber ser precisamente mejorar la arquitectura de planta con una alta eficiencia productiva con panojas grandes y anchas, tallos gruesos y plantas de alturas medianas. Así mismo, Zurita *et al.* (2014), manifiestan que en este contexto la resistencia genética de las plantas se constituye en la mejor opción para elevar los rendimientos, asegurar alimentación para la población, generar ingresos económicos y mejorar el nivel de vida del productor de quinua. En tanto, Bhargava *et al.* (2006), manifiesta que el mejoramiento genético de esta especie se ha realizado bajo técnicas convencionales, es decir, mediante cruzamientos. Sin embargo, esta técnica es muy complicada debido al alto porcentaje de autopolinización y a que el tamaño de las flores de quinua es muy pequeño, lo que hace que la emasculación e hibridación sea un trabajo muy tedioso.

Es de vital importancia considerar el uso de la biotecnología como una herramienta capaz de acelerar el alcance de objetivos en los programas de mejoramiento mediante el estudio de ADN y otras técnicas, estudios que pueden ir desde la determinación del nivel de diversidad en un proceso de selección, hasta el estudio de genes específicos que controlan importantes características, tales como la resistencia a enfermedades, control genético de la producción de saponinas en el grano y también la comprensión de características más complejas como la tolerancia a la sequía o la salinidad (Fuentes *et al.*, 2009).



2.1.18. Conservación de la diversidad genética

La conservación de la diversidad genética de quinua a través de estrategias de conservación *In situ* y *Ex situ*, ha permitido implementar los actuales programas de mejoramiento genético en la región andina. Pese a ello es importante considerar el comportamiento en campo de esta diversidad, para posteriormente determinar aquellas líneas promisorias sobresalientes en atributos de interés como el rendimiento, índice de cosecha, calidad de grano, resistencia a enfermedades, tolerancia a sequía y/o a salinidad, entre otras características productivas relevantes. Así mismo, resulta importante el conocimiento del sistema reproductivo de plantas de quinua, los cuales facilitarán en mayor o menor medida los procesos de fecundación natural o artificial entre plantas, dada la amplia variación en inflorescencias y tipos florales presentes en quinua (Bhargava *et al.*, 2006), por otra parte, el uso de herramientas biotecnológicas como los marcadores moleculares y los mapas genéticos son altamente útiles para los programas de fitomejoramiento y particularmente importantes para la conservación de bancos de germoplasma, incluyendo también el desarrollo de núcleos de colección e identificación de cultivares.

2.1.19. Métodos de mejoramiento en la quinua

Los métodos empleados en el mejoramiento de la quinua fueron diferentes en los países andinos, así en Bolivia se ha iniciado con la hibridación artificial y selección, mientras que en Perú y Ecuador se iniciaron con la selección en poblaciones o accesiones de germoplasma. En la última década los tres países han adoptado la hibridación y selección como método de mejoramiento, además de iniciar el empleo de herramientas de biología molecular en la caracterización del material genético y búsqueda de marcadores moleculares para algunos caracteres de interés (saponina, mildiú, sequía y



proteínas), también se ha incorporado la evaluación participativa de líneas y variedades (Bustincio, 2013).

2.1.19.1. Autofecundación

La autofecundación es el procedimiento imprescindible aplicado en la primera generación filial después del cruzamiento (F1) para obtener la población segregante F2. Por otra parte, la autofecundación es un procedimiento apropiado para la obtención de 45 líneas puras a partir de variedades y/o accesiones mezcladas y poblaciones segregantes (FAO, 2000) también líneas puras obtenidas por autofecundaciones sucesivas son útiles para la hibridación, puesto que los progenitores empleados en la cruce deben ser líneas puras o al menos altamente homocigóticas, lo cual permite la obtención de progenies heterocigóticas en F1, las mismas que a su vez facilitarán la recombinación de genes para generar mayor variabilidad en la F2.

2.1.19.2. Selección surco-panoja

Este método, consiste básicamente en seleccionar fenotipos, para evaluarlos posteriormente, por su genotipo, el procedimiento se inicia, con las colecciones de germoplasma, en el campo de los agricultores; estas colecciones son sembradas en bloques, de los cuales, se obtiene aproximadamente, 5000 plantas. En estos bloques de mejoramiento, las colecciones se autofecundan, generalmente, en número no menor a 100 plantas. En la campaña siguiente, se siembran las semillas provenientes de las plantas autofecundadas, cada panoja se siembra, en surcos de 5 metros de largo, en la cosecha, se puede recoger, todo o parte de los surcos más promisorios y uniformes. En la tercera campaña, se siembra la semilla proveniente, de las plantas seleccionadas con una repetición, a fin de evaluar, los caracteres agronómicos buscados. En la cuarta, campaña se debe realizar, las pruebas de rendimiento. En la quinta campaña, se realizan, las



pruebas regionales y finalmente en la sexta campaña, se puede iniciar la distribución de la semilla en forma comercial (Apaza, 1999).

2.1.19.3. Hibridación

La hibridación, es el punto de partida para la obtención de nuevas variedades de quinuas mejoradas genéticamente en un futuro, con características agronómicas requeridas por el productor. A través de las cruzas simples y dobles se obtendrán características sobresalientes de la quinua, de tal forma que se seleccionará las mejores. La selección de progenitores adecuados permitirá hibridar aquellos que tengan menor similitud o aquellos que sean más distantes genéticamente para obtener nuevas variedades mejoradas (Mujica *et al.*, 2013). Ofrece buenas perspectivas para lograr objetivos como alto rendimiento, tamaño de grano, resistencia a enfermedades y otros caracteres agronómicos importantes dichos caracteres se encuentran en diferentes razas o variedades. El análisis del comportamiento de estos factores, ligados a las diferentes razas de quinuas, muestra que las posibilidades de obtener por selección una nueva variedad con los caracteres deseados, son poco probables (Peterson *et al.*, 2015).

2.1.20. Selección de líneas promisorias

La selección de líneas en una especie de cultivo involucra varias características, el uso de un índice de selección debe ser tomado en cuenta, debido a que esta metodología incluye la combinación de distintas características, de tal forma que cada individuo tiene un valor índice sobre el que la selección es aplicada como si fuera una característica simple. La selección simultánea de múltiples características se puede utilizar para evitar la disminución de los niveles de aquellas que están asociadas de forma negativa con la característica a seleccionar, que resulta de la selección de caracteres individuales. Para realizarla, se puede diseñar y emplear varios índices de selección; la eficiencia de éstos será afectada por el número de características involucradas y sus asociaciones con otras,



la variabilidad y heredabilidad para cada característica, y la intensidad de selección utilizada para cada una de ellas (Andrade, 2012).

2.1.21. Rendimiento

El rendimiento del cultivo de quinua, depende de varios factores: como la variedad, característica del suelo, factores climáticos, y manejo agronómico. A nivel nacional, el rendimiento en grano limpio, fluctúa de 800 a 1400 kg/ha, en años buenos. Sin embargo, según el material genético, se puede obtener rendimientos, hasta de 3000 kg/ha (León, 2003).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Autofecundación

Fenómeno que ocurre en algunos vegetales, donde la fecundación se realiza sin la participación de ningún agente biótico o abiótico, y lo hace a través de su propio polen (Barioglio, 2006).

2.2.2. Autógama

Dícese cuando en una planta hay autofecundación que consiste en la polinización de una flor por medio de su propio polen (Barioglio, 2006).

2.2.3. Cruzamiento simple

Cruzamiento entre dos genotipos generalmente dos líneas consanguíneas en la mejora genética de las plantas (Barioglio, 2006).

2.2.4. Cotiledón

Dícese de la primera hoja (no foliar) o par de hojas del embrión y plántula (Barioglio, 2006).



2.2.5. Oxalato de calcio

Son una superficie de arenillas que se encuentre en la superficie de la hoja. Los oxalatos permiten que la planta absorba y retenga mejor la humedad del ambiente, a la vez protege de las heladas. Este fenómeno se conoce como capacidad higroscópica de la hoja (Barioglio, 2006).

2.2.6. Fenología agrícola

Disciplina que establece las distintas fases de desarrollo o fases fenológicas por las que atraviesan los cultivos y sus relaciones con los cambios morfológicos y fisiológicos (Barioglio, 2006).

2.2.7. Fenotipo

Resultado del genotipo de un individuo, manifestado según el medio ambiente en que actúa el individuo. Esto se expresa en el modelo lineal: $P = G + E$, donde P es el F, G la herencia recibida y E el efecto ambiental (Barioglio, 2006).

2.2.8. Genotipo

Dícese de la constitución genética de una célula individual u organismo en relación con un solo rasgo o conjunto de rasgos; suma total de todos los genes que presenta un individuo (Barioglio, 2006).

2.2.9. Glomérulo

Órganos agrupados en el extremo de un eje, su inflorescencia es en Cima con flores brevemente pediceladas y aglomerados sobre cortos ejes. Ejemplo ortiga (Barioglio, 2006).

2.2.10. Gluten

Nombre que recibe una mezcla de muchas proteínas donde predominan la gliadina, glutamina, globulina y albúmina. Su máximo porcentaje se encuentra en el trigo (12% aproximadamente) y en otros cereales asociadas con el almidón (Barioglio, 2006).



2.2.11. Hermafrodita

Dícese de los individuos que llevan tejidos gonadales masculinos y femeninos y producen gametos funcionales de ambas clases, bien sea al mismo tiempo (H simultáneo o sincrónico) o en periodos diferentes del ciclo vital (H conservador). Si la madurez de los gametos masculinos es anterior a la de los femeninos, se llama protandria y si al contrario protoginia (Barioglio, 2006).

2.2.12. Híbrido

Dícese de las plantas o animales resultantes de un cruce entre progenitores genéticamente distintos; con frecuencia se restringe el término a la descendencia de dos especies o variedades bien diferenciadas dentro de la especie. Los H pueden ser fecundos (capaces de dejar descendencia) o estériles; la esterilidad obedece a fallas en el apareamiento de los cromosomas en la meiosis (Barioglio, 2006).

2.2.13. Proteína

Son moléculas formadas por aminoácidos que están unidos por un tipo de enlaces conocidos como enlaces peptídicos (Barioglio, 2006).

2.3. ANTECEDENTES

Inguilán y Pantoja (2007), en su estudio con las cruza simples en el municipio de Córdoba (2800 msnm), quienes obtuvieron para las líneas de las cruza simples panojas con mayor longitud, y menor longitud; superando casi todos a sus genitores. Así mismo Benavides y Rodríguez (2007), quienes trabajaron con líneas de cruza simples de quinua en el municipio de Pasto (2450 msnm), encontraron líneas con mayor altura de planta respecto a sus genitores. Delgado *et al.* (2009), es interesante notar que todas las líneas evaluadas mostraron un ciclo de cultivo intermedio entre las cultivares testigos, pero las líneas élites se pueden considerar como precoces en vista a que su periodo vegetativo es menor a sus genitores.



Bustincio (2013), mediante el análisis multivariado se ha determinado la variabilidad en base a las características agromorfológicas, en donde se ha obtenido las cruzas más distantes a los siguientes progenies: Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) y Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) con 32,75; Salceso INIA x Pandela (SALxPAN) y Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) con 29,79; Negra collana x kcancolla (COLxKCA) y Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) con 29,39; y como las más cercanas: Salcedo INIA x Pandela (SALxPAN) y Negra collana x Kcancolla (COLxKCA) con 15,38; Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) y Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) con 15,50; Salcedo INIA x Negra collana (SALxCOL) y Salcedo INIA x Pandela (SALxPAN) con 16,32.

Pinto (2013), en su estudio con cruzas simples realizó la caracterización morfológica y agronómica de progenies F1, de 22 cruzas en dos componentes, cada craza se predispone en diferentes cuadrantes, la distancia o separación de cada craza se obtiene según la contribución de cada vector de este modo los caracteres referidos a hoja y altura representan el 54.78 % de variación total para el primer componente, para el segundo componente principal los caracteres referidos al fruto y panoja representa el 69.39 % de la variabilidad total. En cuanto a los caracteres de precocidad y rendimiento; la craza Chullpi rojo x Pasankalla consiguió mayor longitud de panoja con 92.83 cm, asimismo logró la mayor altura a madurez de cosecha con 1.99 cm, la craza Salcedo INIA x Pasankalla registró menor número de días a la madurez de cosecha con 138.75 días y la craza Salcedo INIA x Negra Collana, registró el mayor rendimiento con 53.10 g por planta.

Domínguez (2014), la estadística multivariado nos ha permitido conocer la variabilidad fenotípica en las seis progenies de quinua. Pasankalla x Kcancolla y Huariponcho x Kcancolla dista más del resto de las progenies debido a que el primero



presenta características fenológicas tardías y bajo índice de cosecha y el segundo porque es planta pequeña, gano pequeño y precoz, las progenies restantes presentan características fenológicas y arquitectura de planta similares. Mediante el análisis de conglomerados se ha estimado la variabilidad fenotípica entre progenies, donde los más distantes fueron: Pasankalla x Kcancolla y Huariponcho x Kcancolla con 0,696409 y las más cercanas fueron: Salcedo– INIA x Negra Collana y Salcedo–INIA x Huariponcho con 0,214359.

Choquechambi (2016), en su estudio con cruzas simples de quinua y mediante el análisis de componentes principales mostró que los tres primeros componentes explican más de los 63% de la variación total, en las seis cruzas y seis progenitores para las 40 variables explicativas. Con el análisis clúster observó que el progenitor femenino tiene mayor similitud o asociación con las cruzas en sus caracteres, menciono que las cruzas que tienen mayor asociación con el progenitor femenino, fueron: COLxKCA, HUAxKCA, SALxCOL, PASxKCA.

Apaza (2017), en su estudio presentó a la cruz a SALxHUA con mayor rendimiento de 4266.60 kg/ha, seguido por Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) y Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) con 4128.90 y 4060.20 kg/ha, respectivamente que son las cruzas simples genéticamente distantes y las cruzas simples genéticamente cercanas presentaron menor rendimiento Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) con 2545.80 kg/ha, seguido por Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) y Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) con 3319.20 y 3529.20 kg/ha respectivamente. Así mismo, Flores (2017), en su estudio presentó el mejor rendimiento de grano/hectárea con la cruz Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) con 5099.28 kg/ha seguido de la cruz Salcedo INIA xHuariponcho (SALxHUA) con 5064.71 kg/ha, Pasancalla x Kcncolla (PASxKCA) con 4514.24 kg/ha.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en dos localidades, Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani y Centro de Investigación y Producción (CIP) Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

3.1.1. CIP-Camacani

El ensayo se instaló en el Centro Poblado de Camacani del Distrito de Platería, Provincia de Puno, Departamento de Puno, a 25 km de la carretera panamericana sur Puno - Desaguadero. Geográficamente situado a $15^{\circ} 56' 57,85''$ de latitud sur, $69^{\circ} 50' 13,5''$ longitud oeste y una altitud de 3850 msnm como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Localización del campo experimental en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Camacani. (Campaña agrícola 2018-2019).

3.1.2. CIP-Illpa

El ensayo se instaló en el sector de Illpa, Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno, Departamento de Puno, a 19 km de la carretera Puno - Juliaca. Geográficamente situado a $15^{\circ} 42' 57,30''$ de latitud sur, $70^{\circ} 40' 50''$ longitud oeste y una altitud de 3827 msnm como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Localización del campo experimental en el Centro de Investigación y Producción (CIP.) Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019).

3.2. ANTECEDENTES DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES

Tabla 1. Historial del campo experimental. (Campaña agrícola 2018- 2019).

| Localidad | Cultivo | Periodo |
|-----------|---------|----------------------------|
| Camacani | Maíz | Setiembre 2017- mayo 2018 |
| Illpa | Avena | Setiembre 2017 - mayo 2018 |

3.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Para la caracterización físico-química de los suelos donde se llevaron a cabo los experimentos, se realizaron muestreos en zigzag a una profundidad de 30 cm. que fueron cuarteados para que se obtengan muestras representativas de 1 kg. Las muestras de suelo fueron analizadas en el laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional la Molina Lima.

3.3.1. Camacani

El suelo presenta una textura franca arcillo arenoso, con un pH fuertemente ácido; no salino en conductividad eléctrica; con un contenido de materia orgánica y nitrógeno calificado como bajo; con una concentración alta de fosforo disponible, contenido de potasio disponible medio y con referencia a capacidad de intercambio catiónico (CIC) calificado como medio. De acuerdo a los resultados del análisis de suelo es recomendable adicionar materia orgánica.

3.3.2. Illpa

El suelo presenta una textura franco arcilloso, con un pH ligeramente alcalino; no salino en conductividad eléctrica; con un contenido de materia orgánica y nitrógeno calificado como medio; con una concentración alta de fosforo disponible; contenido de potasio disponible alto y con referencia a capacidad de intercambio catiónico (CIC) calificado como alto.

Tabla 2. Análisis físico-químico de los suelos experimentales de las localidades Camacani e Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019).

| Análisis de suelo | Camacani | Illpa |
|--|----------|-------|
| Ph | 5.25 | 7.79 |
| C.E. ds/m | 0.28 | 0.24 |
| CaCO ₃ (%) | 0 | 0 |
| M.O. (%) | 1.69 | 2.15 |
| P(fosforo) ppm | 22.7 | 22.6 |
| K (potasio) ppm | 157 | 456 |
| Arena (%) | 54 | 34 |
| Limo (%) | 26 | 38 |
| Arcilla (%) | 20 | 28 |
| Clase textural | Fr.Ar.A | Fr.Ar |
| CIC meq/100g. suelo | 14.08 | 21.6 |
| Ca ⁺² meq/100g | 7.42 | 17.08 |
| Mg ⁺² meq/100g | 2.87 | 3.13 |
| K ⁺ meq/100g | 0.25 | 1.09 |
| Na ⁺ meq/100g | 0.15 | 0.3 |
| Al ⁺³ + H ⁺ meq/100g | 0.15 | 0 |

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.

3.4. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Para conocer las características ambientales (Campaña agrícola de setiembre del 2018 a mayo del 2019), los datos meteorológicos de temperatura, precipitación, y humedad relativa se obtuvieron mediante el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno-Perú.

3.4.1. Condiciones meteorológicas de Camacani

Se presenta la fluctuación de temperatura promedio mensual máxima de 17.7°C que se registró durante el mes de noviembre, así mismo se registró la temperatura promedio mensual mínima de 0.6 °C durante el mes de setiembre, con respecto a la precipitación pluvial se puede observar que en el mes de enero las precipitaciones superaron los 170 mm, y hubo una ausencia total de precipitación pluvial en el mes de setiembre, de igual manera se presenta la humedad relativa mensual, la misma que en el mes de febrero superó el 88% de humedad relativa, así mismo se presentó una humedad relativa mínima de 67.9% en el mes de setiembre. En la (Tabla 3) y (Tabla 4), se muestran los promedios de datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa de la localidad de Camacani.

Tabla 3. Temperatura de la localidad de Camacani. (Campaña agrícola 2018 - 2019).

| N° | Año | Mes | Temperatura (°C) | | |
|----|------|-----------|------------------|--------|-------|
| | | | Máxima | Mínima | Media |
| 1 | 2018 | Setiembre | 15.9 | 0.6 | 8.25 |
| 2 | 2018 | Octubre | 16.3 | 4.1 | 10.2 |
| 3 | 2018 | Noviembre | 17.7 | 4.8 | 11.25 |
| 4 | 2018 | Diciembre | 16.8 | 4.2 | 10.5 |
| 5 | 2019 | Enero | 15.7 | 5.5 | 10.6 |
| 6 | 2019 | Febrero | 15.3 | 5.5 | 10.4 |
| 7 | 2019 | Marzo | 15.6 | 4.8 | 10.2 |
| 8 | 2019 | Abril | 15.4 | 3.7 | 9.55 |
| 9 | 2019 | Mayo | 15.4 | 1.1 | 8.25 |

Fuente: SENAMHI 2018-2019.

Tabla 4. Precipitación pluvial (mm) y humedad relativa (%) de la localidad de Camacani. (Campaña agrícola 2018-2019).

| N° | Año | Mes | Precipitación pluvial (mm) | Humedad relativa (%) |
|----|------|-----------|----------------------------|----------------------|
| 1 | 2018 | Setiembre | 0.0 | 67.9 |
| 2 | 2018 | Octubre | 105.9 | 79.0 |
| 3 | 2018 | Noviembre | 16.7 | 71.1 |
| 4 | 2018 | Diciembre | 124.7 | 75.8 |
| 5 | 2019 | Enero | 172.9 | 85.5 |
| 6 | 2019 | Febrero | 127.8 | 88.5 |
| 7 | 2019 | Marzo | 71.4 | 87.2 |
| 8 | 2019 | Abril | 49.4 | 86.9 |
| 9 | 2019 | Mayo | 8.2 | 75.2 |

Fuente: SENAMHI 2018-2019.

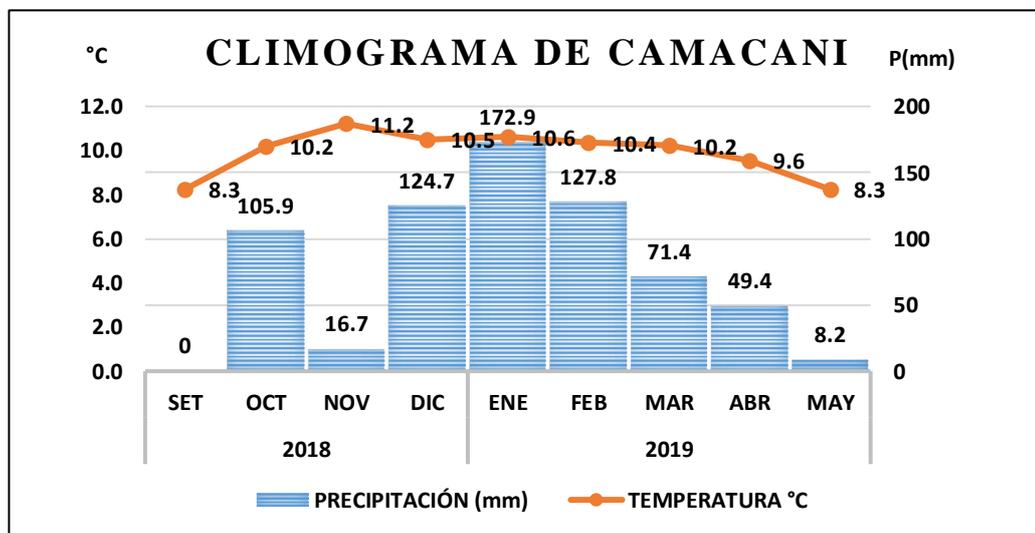


Figura 3. Climograma de la localidad de Camacani. (Campaña agrícola 2018-2019).

3.4.2. Condiciones meteorológicas de Illpa

Se presenta la fluctuación de temperatura promedio mensual máxima de 18.59 °C que se registró durante el mes de noviembre, así mismo, la temperatura promedio mensual mínima de -3.07 °C se registró durante el mes de setiembre, con respecto a la precipitación pluvial se puede observar que en el mes de febrero la precipitación superó 101 mm, de la misma manera hubo una precipitación mínima en el mes de setiembre con 2.9 mm, en cuanto a la humedad relativa mensual, la misma que en el mes de febrero superó los 80.3% de humedad relativa, mientras que la humedad relativa mínima de 40% se presentó en el mes de setiembre. En la (Tabla 5) y (Tabla 6), se muestran los promedios de datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa.

Tabla 5. Temperatura de la localidad de Illpa. (Campaña agrícola 2018 - 2019).

| N° | Año | Mes | Temperatura (°C) | | |
|----|------|-----------|------------------|--------|-------|
| | | | Máxima | Mínima | Media |
| 1 | 2018 | Setiembre | 16.9 | -3.1 | 6.9 |
| 2 | 2018 | Octubre | 16.8 | 2.6 | 9.7 |
| 3 | 2018 | Noviembre | 18.6 | 2.9 | 10.8 |
| 4 | 2018 | Diciembre | 17.3 | 3.1 | 10.2 |
| 5 | 2019 | Enero | 15.8 | 4.5 | 10.2 |
| 6 | 2019 | Febrero | 15.1 | 4.9 | 10.0 |
| 7 | 2019 | Marzo | 16.7 | 3.0 | 9.9 |
| 8 | 2019 | Abril | 14.9 | 1.5 | 8.2 |
| 9 | 2019 | Mayo | 16.4 | -1.7 | 7.4 |

Fuente: SENAMHI 2018-2019.

Tabla 6. Precipitación pluvial (mm) y humedad relativa (%) en la localidad de Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019).

| N° | Año | Mes | Precipitación pluvial (mm) | Humedad relativa (%) |
|----|------|-----------|----------------------------|----------------------|
| 1 | 2018 | Setiembre | 2.9 | 40.0 |
| 2 | 2018 | Octubre | 47.3 | 60.8 |
| 3 | 2018 | Noviembre | 35.6 | 51.6 |
| 4 | 2018 | Diciembre | 71.0 | 59.3 |
| 5 | 2019 | Enero | 99.0 | 74.4 |
| 6 | 2019 | Febrero | 101.5 | 80.3 |
| 7 | 2019 | Marzo | 55.7 | 77.7 |
| 8 | 2019 | Abril | 32.9 | 74.0 |
| 9 | 2019 | Mayo | 17.1 | 53.7 |

Fuente: SENAMHI 2018-2019.

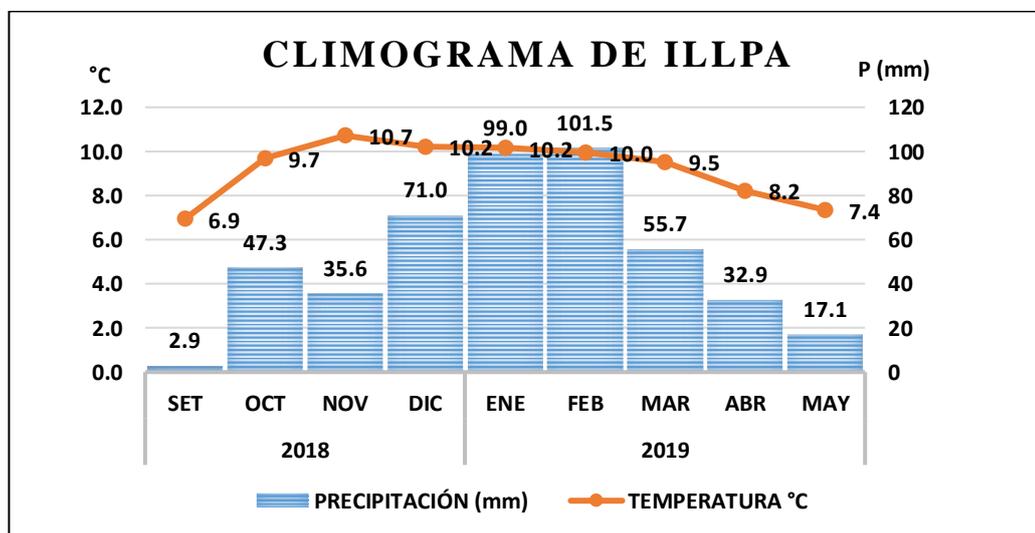


Figura 4. Climograma de la localidad de Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019).

3.4.3. Humedad relativa

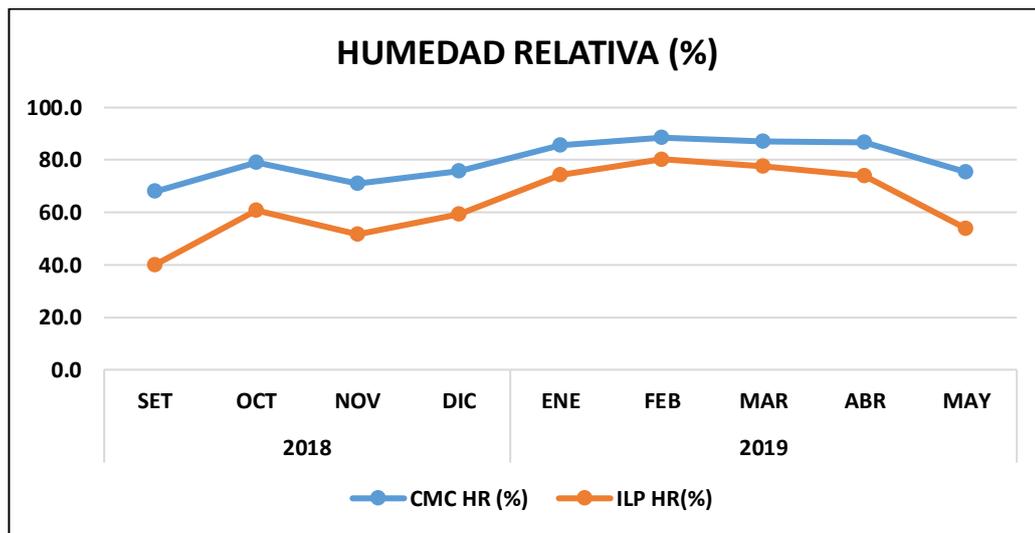


Figura 5. Comportamiento de humedad relativa en las localidades de Camacani e Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019).

3.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.5.1. Material genético

En el trabajo de investigación se utilizaron semillas de quinua que fueron obtenidos dentro del programa mejoramiento genético, estimando las distancias genéticas para la obtención como resultado de nuevas opciones de cultivares. Se trabajó con 18 progenies de quinuas procedentes de cruza simples distantes como: Huariponcho x Kcancolla, Salcedo INIA x Huariponcho, Pasankalla x Kancolla y cercanas: Salcedo INIA x Pandela, Negra Collana x Kcancolla y Salcedo INIA x Negra Collana y cada cruza estuvo conformado por 3 líneas. Se consideró 6 genitores: Salcedo INIA, Huariponcho, Kcancolla, Pasankalla, Negra Collana, Pandela Rosada y como testigo Altiplano en donde se evaluaron el comportamiento agromorfológico.

Tabla 7. Progenies de quinua procedentes de cruza simples genéticamente distantes y cercanas. (Campaña agrícola 2018-2019).

| Progenies | Genitor | |
|-------------|---------------|----------------|
| | Femenino | Masculino |
| HUAxKCA 53 | Huariponcho | Kcancolla |
| HUAxKCA 174 | Huariponcho | Kcancolla |
| HUAxKCA 194 | Huariponcho | Kcancolla |
| SALxHUA 6 | Salcedo INIA | Huariponcho |
| SALxHUA 33 | Salcedo INIA | Huariponcho |
| SALxHUA 195 | Salcedo INIA | Huariponcho |
| PASxKCA 1 | Pasankalla | Kcancolla |
| PASxKCA 42 | Pasankalla | Kcancolla |
| PASxKCA 158 | Pasankalla | Kcancolla |
| SALxPAN 58 | Salcedo INIA | Pandela Rosada |
| SALxPAN 165 | Salcedo INIA | Pandela Rosada |
| SALxPAN 171 | Salcedo INIA | Pandela Rosada |
| COLxKCA 14 | Negra Collana | Kcancolla |
| COLxKCA 29 | Negra Collana | Kcancolla |
| COLxKCA 114 | Negra Collana | Kcancolla |
| SALxCOL 30 | Salcedo INIA | Negra Collana |
| SALxCOL 37 | Salcedo INIA | Negra Collana |
| SALxCOL 46 | Salcedo INIA | Negra Collana |
| Testigo | Altiplano | |

3.5.2. Materiales de campo

3.5.2.1. *Maquinaria agrícola*

- Tractor agrícola con implementos de roturación, rastrado y surcado.

3.5.2.2. *Herramientas y materiales*

- Pico
- Pala
- Rastrillo
- Hoz
- Sacos
- Etiquetas
- Cinta métrica



- Rafia
- Tijeras de podar
- Vernier
- Libro de campo
- Sobres de manila

3.5.2.3. Equipos de campo

- Balanza analítica
- Cámara fotográfica
- Tablet

3.5.2.4. Equipos y materiales de laboratorio.

- Cámara de germinación
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Vaso precipitado
- Pipeta
- Gradillas

3.5.2.5. Insumos

- Urea
- Fosfato di amónico
- Estiércol de ovino

3.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Tabla 8. Dimensiones del campo experimental. (Campaña agrícola 2018-2019).

| DIMENSIONES DEL EXPERIMENTO | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| | CAMACANI | ILLPA |
| Número de repeticiones | 4 | 4 |
| Longitud de surcos | 10 m | 10 m |
| Ancho de surco | 0.60 m | 0.60 m |
| Área neta por parcela | 30 m ² | 30 m ² |
| Área neta del bloque | 750 m ² | 750 m ² |
| Área neta del experimento | 3000 m ² | 3000 m ² |
| Área total del experimento | 3596 m ² | 3596 m ² |

3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.7.1. Medición del área de trabajo

Con ayuda de una cinta métrica se procedió a medir el terreno donde se realizaron las investigaciones, el cual corresponde a un área total de 3596 m² en cada localidad.

3.7.2. Preparación del terreno

Esta labor se llevó a cabo en el mes setiembre del 2018, haciendo en primera instancia, la roturación del terreno y posteriormente se pasó al rastrado hasta que este quede en condiciones óptimas para realizar el surcado a una distancia de 0.60 m de acuerdo a las características del experimento.

3.7.3. Siembra

Consistió en elegir correctamente la época de siembra, cantidad de semilla y sistema de siembra para el cultivo. Para la siembra se prepararon sobres con 35 g de semilla para cada unidad experimental, debidamente identificados y etiquetados por progenies, se sembró a chorro continuo, previa aplicación de estiércol. La siembra se realizó el 25 y 26 de octubre en Camacani e Illpa respectivamente.



3.7.4. Fertilización

Para esta labor se utilizó una dosis de fertilización de 80N-40P-00K niveles recomendados para la zona andina. Las fuentes usadas fueron urea y fosfato di amónico. En el primer deshierbo se aplicó el fosfato di amónico, en cuanto a la urea, se fraccionó a 50% que se aplicó en el primer deshierbo y el otro 50% al momento del aporque.

3.7.5. Control de malezas

Esta actividad se realizó de forma manual, en forma simultánea con el desahije, aprovechando la humedad del suelo con el fin de evitar la competencia por los nutrientes, agua y luz entre la quinua y la maleza, que afectaría en el desarrollo normal de la planta; se realizó tres deshierbes, en las cuales se encontró las siguientes malezas: Amor seco (*Bidens pilosa*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochs), trébol blanco (*Trifolium repens*).

3.7.6. Desahije

Se eliminó las plantas débiles y pequeñas, dejando las vigorosas a una distancia de 15 cm entre planta para favorecer el mejor crecimiento y desarrollo. El desahije evita la competencia por nutrientes y permite el control de plagas y enfermedades garantizando una buena producción. Esta labor se realizó a los 65 días después de la siembra.

3.7.7. Rouging

Esta labor se realizó manualmente que consistió en eliminar plantas con apariencia similar a la quinua (ayaras), plantas de otras progenies que fueron trasladadas ya sean por el viento, lluvia u otras actividades, la cual fue muy importante retirarlos del campo para obtener semillas de calidad y uniformidad. Esta labor se realizó permanentemente.



3.7.8. Aporque

Se realizó manualmente a los 75 días después de la siembra, es una actividad que da mayor fijación a las plantas e impide el tumbado, facilita la aireación del suelo y la eliminación de malezas, permitiendo un rápido desarrollo.

3.7.9. Control fitosanitario

3.7.9.1. Camacani

En la localidad de Camacani, se reportó la presencia de algunas larvas de (*Eurysacca quinoae* Povolny) en la etapa del llenado de grano con incidencias mínimas y no se aplicó ningún tipo de control. En cuanto a enfermedades se presentó el mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) que es una enfermedad producida por los hongos Oomycetes los cuales se producen por una humedad elevada y temperaturas entre 10 y 20°C. Fue controlado con la aplicación del fungicida RIDOMIL 68WP (ingredientes activos: Metalaxil-M + Mancozeb), la dosis de aplicación fue de (150 g/200 l.)

3.7.9.2. Illpa

En la localidad de Illpa, se presentó la plaga (*Epicauta latitarsis*) en estado adulto durante la fase fenológica de 6 hojas verdaderas, el daño ocasionado fue a nivel foliar con incidencia alta y se controló manualmente recogiendo a los insectos adultos, también se observó en la fase de madurez la presencia de la plaga (*Eurysacca quinoae* Povolny) en estado larval, hospedándose en la panoja y causando daño en el grano, afectando en el rendimiento, para lo cual se tomó la acción de la cosecha oportuna.

3.7.10. Cosecha y trillado

Se realizó de forma escalonada a medida que las progenies, genitores y testigo alcanzaron la madures fisiológica. Se cosecharon 20 plantas de los tres surcos centrales de cada unidad experimental para luego proceder con la trilla por panoja. Finalmente se



procedió a separar los granos de la broza con el viento y se almacenó dentro de los sobres manila, previamente pesados y etiquetados.

3.8. ANÁLISIS DE SEMILLAS

Se tomó como referencia la metodología recomendada por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), a fin de proceder a homogenizar los procedimientos de evaluación de semillas. Considerándose además en la adopción de las Reglas para Análisis de Semillas (RAS) promovidas para el comercio nacional e internacional de semillas. El análisis de semilla se realizó en el Laboratorio de Semillas y Propagación de Plantas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.8.1. Calidad física

Para evaluar este componente se realizó en el Laboratorio de Semillas y Propagación de Plantas de la Facultad de Ciencias Agrarias. Se consideró la pureza de la semilla misma, ósea que esta, tenga la menor cantidad de impurezas; se consideró impurezas, a la materia inerte, presencia de otras especies. Se procedió a pesar 12 g de muestra, esta se seleccionó en semilla pura e impurezas. Luego se pesó cada una de estas sub muestras determinando así el peso de la muestra (PM), peso de impurezas (PI), y obteniendo un peso total (PT).

$$\% \text{ de pureza} = \text{PM} - \text{PI} = \text{PT}$$

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{Peso de semilla pura}}{\text{Peso Muestra total}} \times 100$$

3.8.2. Calidad fisiológica

Cada prueba realizada tuvo como duración 72 horas es decir 3 días en los que se considera la precocidad y la efectividad germinativa para lo cual se tomaron 100 granos considerando la homogeneidad y sanidad en cada una de las progenies, genitores y testigo.



Para el inicio de la germinación se colocaron todas las semillas en pequeñas placas Petri con papel toalla húmeda, se utilizó 10 ml de agua destilada, con 4 repeticiones por localidad, obteniendo en total 800 repeticiones usando 3200 semillas para cada progenie, genitor y testigo, en total se utilizaron 80000 semillas.

3.8.3. Valor cultural

El valor cultural nos permite obtener la verdadera calidad de la semilla de quinua, el cual viene a ser el producto de la pureza (% de pureza) por el poder germinativo (% de poder germinativo) dividido todo entre 100.

$$\text{Valor cultural} = \frac{\% \text{ de pureza} \times \% \text{ de poder germinativo}}{100}$$

3.9. EVALUACIÓN DE VARIABLES

Se realizó la evaluación de acuerdo a los descriptores para la quinua y sus parientes silvestres propuestos por Bioersivity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA (2013), se tomaron 10 plantas al azar de cada progenie en donde se evaluaron desde el inicio hasta el final del experimento. La recolección de datos fue de manera directa y el tipo de investigación corresponde a la investigación experimental.

Tabla 9. Variables cualitativas y cuantitativas evaluadas en las localidades de Camacani e Illpa. (Campaña agrícola 2018-2019).

| Características | Variables Cuantitativas | Características | Variables cualitativas |
|-----------------|--|-----------------|---|
| | ADP: Altura de planta (cm) | | FTP: Forma de tallo principal. |
| | DTP: Diámetro de tallo principal (mm) | | CTP: Color del tallo principal. |
| | DPA: Diámetro de la panoja (cm) | | PAP: Presencia de axilas pigmentadas. |
| | LPA: Longitud de la panoja (cm) | | CDE: Color de las estrías. |
| | DDG: Diámetro del grano (mm) | | CPE: Color del peciolo. |
| | EDG: Espesor de grano (mm) | | CLF: Color de lámina foliar |
| | PMG: Peso de 1000 granos (g) | | FDH: Forma de la hoja |
| | PH: Peso hectolítrico (kg/hl) | | CPF: Color de panoja en floración |
| | RSP: Rendimiento de semilla por plantas (g). | | CPMF: Color de panoja en madurez fisiológica. |
| | RSH: Rendimiento (Kg. ha) | | FDP: Forma de la panoja. |
| | NDDF: Días hasta la formación del botón floral (d) | | DEP: Densidad de la panoja. |
| | NDIF: N° de días hasta el inicio de floración (d) | | GDD: Grado de dehiscencia. |
| | NDCF: N° de días hasta el 50% de floración (d) | | APE: Aspecto del perigonio. |
| | NDGL: N° de días hasta grano lechoso (d) | | CDP: Color del perigonio. |
| | NDGP: N° de días hasta grano pastoso (d) | | CP: Color de pericarpio. |
| | NDMF: Días hasta el 50% de madurez fisiológica (d) | | ADE: Apariencia de la episperma. |
| | IC: Índice de cosecha (%) | | CDE: Color de episperma. |
| | CP: Contenido de proteína (%) | | FDG: Forma del grano |
| | LDP: Longitud del peciolo (cm) | | ES: Efusión de saponina |
| | LMH: Longitud máxima de la hoja (cm) | | RPL: Resistencia a Plagas. |
| | AMH: Ancho máximo de la hoja (cm) | | REN: Resistencia a enfermedades |
| | NDH: Número de dientes de la hoja | | DPA: Daño provocado por aves |
| | | | RH: Resistencia a heladas |
| | | | RS: Resistencia a la sequía |

Agromórficas

Morfológicas

Morfológicas

Agromórficas

3.10. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 25 tratamientos (18 progenies, 6 genitores y 1 testigo) de quinua y cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, obteniendo un total de 100 unidades experimentales en cada localidad (CIP. Camacani e Illpa). Se utilizó la prueba de comparación múltiple Scott-Knott al 5 % (≤ 0.05) de probabilidad. El modelo estadístico lineal aditivo para DBCA es el siguiente:

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

Donde:

$i=1,2,\dots, t$ (tratamientos)

$j=1,2,\dots, r$ (bloques)

Y_{ij} = Variable de respuesta observada en la unidad experimental que recibe el tratamiento

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i, j

3.10.1. Análisis estadístico

Para los análisis de datos se utilizaron: el software estadístico R estudio 3.6.1, SASM-Agri 8.2 (Sistema de Análisis y Separación de Promedios en Experimentos Agrícolas), las variables fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA), luego a una prueba de comparación de medias mediante la prueba Scott-Knott al 5 %, para el análisis multivariado se usó los análisis de Componentes Principales (PCA) y la selección multivariada haciendo uso del índice de Elston.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE VARIABLES CUANTITATIVAS

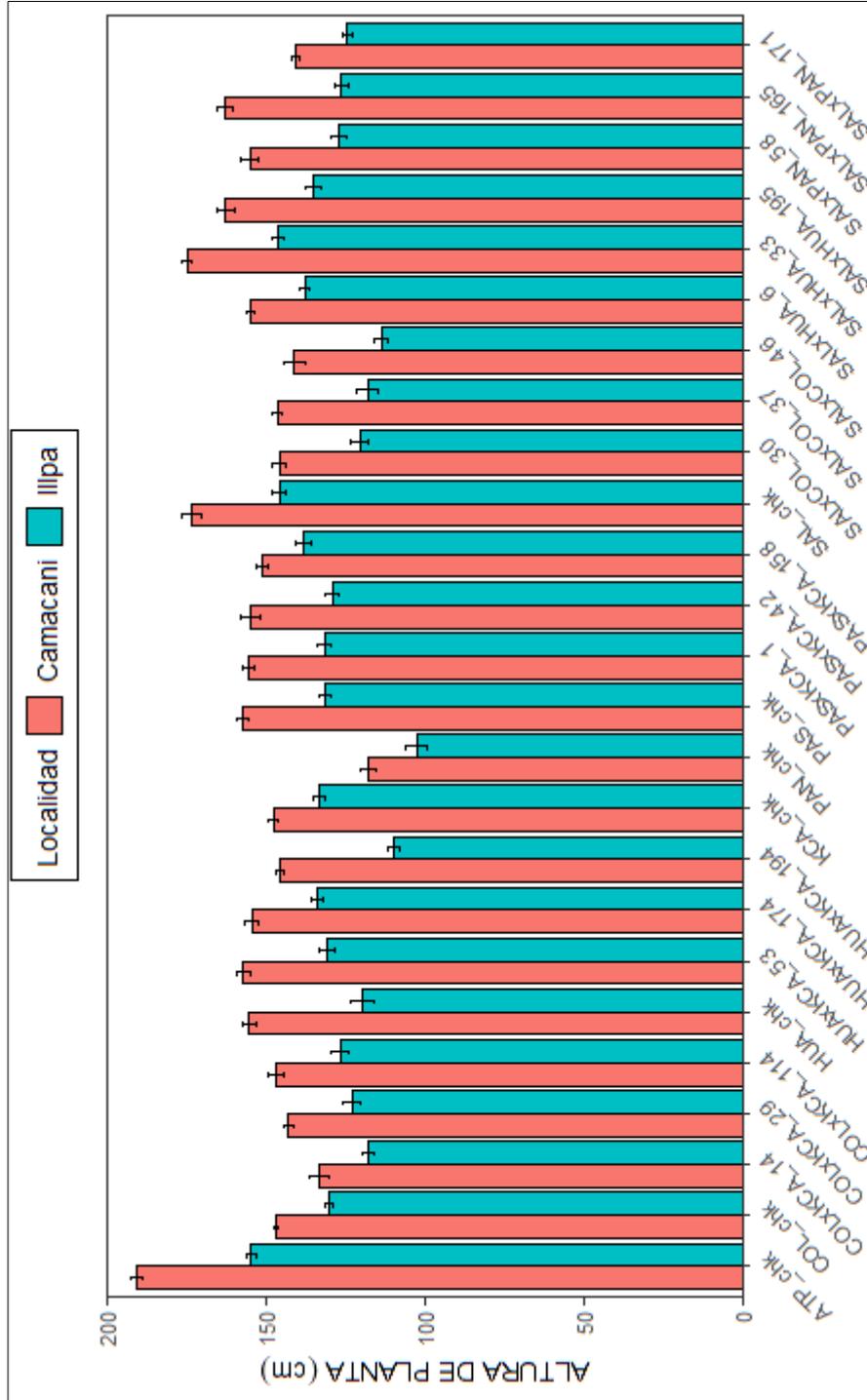
4.1.1. Altura de planta

En el análisis de varianza para altura de planta en la Tabla 31, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, debido a la variabilidad genética que presenta cada progenie en estudio, teniendo como coeficiente de variación 6.37% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 32, se puede observar que, si existe diferencias significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, debido a las características genéticas que presenta cada progenie en estudio, teniendo como coeficiente de variación 6.65%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia del comportamiento de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 10, se observa los valores medios de la variable altura de planta; en la localidad de Camacani el testigo Altiplano (ATP) registró el promedio mayor de altura con 190.78 cm, mostrando superioridad numérica y estadística sobre progenies y genitores, seguido de la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) y del genitor Salcedo INIA (SAL) con 174.93 y 173.33 cm respectivamente, siendo la progenie Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) y el genitor Pandela Rosada (PAN) las que registraron las menores alturas con 133.28 y 117.95 cm respectivamente, el mismo comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde el testigo Altiplano (ATP) con 154.78 cm ratificó su superioridad numérica en altura sobre progenies y genitores, seguido de la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) y del genitor Salcedo INIA (SAL) con



146.28 y 145.78 cm respectivamente, siendo nuevamente el genitor Pandela Rosada (PAN) la que ratifica su comportamiento y menor altura con 102.60 cm.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA)
- Altiplano (ATP)
- Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL)
- Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA)
- Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN)
- Salcedo INIA (SAL)
- Huariponcho (HUA)
- Pasankalla (PAS)
- Negra Collana (COL)
- Kcancolla (KCA)
- Pandela Rosada (PAN)

Figura 6. Comportamiento de altura de planta en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 10. Prueba de Scott-Knott al 5 % para altura de planta y medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|--------|------|--------------|--------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| ATP | 190.78 | a | ATP | 154.78 | a |
| SALxHUA 33 | 174.93 | b | SALxHUA 33 | 146.28 | a |
| SAL | 173.33 | b | SAL | 145.78 | a |
| SALxHUA 195 | 162.88 | b | PASxKCA 158 | 138.35 | b |
| SALxPAN 165 | 162.75 | b | SALxHUA 6 | 137.88 | b |
| HUAxKCA 53 | 157.35 | c | SALxHUA 195 | 135.15 | b |
| PAS | 157.10 | c | HUAxKCA 174 | 134.15 | b |
| PASxKCA 1 | 155.63 | c | KCA | 133.15 | b |
| HUA | 155.25 | c | PASxKCA 1 | 132.73 | b |
| PASxKCA 42 | 155.18 | c | PAS | 131.60 | b |
| SALxPAN 58 | 155.05 | c | HUAxKCA 53 | 130.60 | b |
| SALxHUA 6 | 154.88 | c | COL | 130.35 | b |
| HUAxKCA 174 | 154.58 | c | PASxKCA 42 | 129.13 | b |
| PASxKCA 158 | 151.25 | c | SALxPAN 58 | 127.10 | c |
| KCA | 147.63 | c | COLxKCA 114 | 126.70 | c |
| COLxKCA 114 | 146.95 | c | SALxPAN 165 | 126.33 | c |
| COL | 146.85 | c | SALxPAN 171 | 124.60 | c |
| SALxCOL 37 | 146.55 | c | COLxKCA 29 | 123.08 | c |
| SALxCOL 30 | 145.83 | c | SALxCOL 30 | 120.60 | c |
| HUAxKCA 194 | 145.60 | c | HUA | 119.85 | c |
| COLxKCA 29 | 142.93 | c | SALxCOL 37 | 117.95 | c |
| SALxCOL 46 | 141.28 | c | COLxKCA 14 | 117.83 | c |
| SALxPAN 171 | 140.53 | c | SALxCOL 46 | 113.63 | d |
| COLxKCA 14 | 133.28 | d | HUAxKCA 194 | 109.83 | d |
| PAN | 117.95 | e | PAN | 102.60 | d |

Según Tapia (2000), la altura de planta es variable de acuerdo con las variedades y el medio ecológico donde se cultiven. Flores (2017), en su investigación quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones ambientales, reportó el promedio mayor de 93.4 cm, que obtuvo con la cruce Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA), resultado que no coincide con este estudio, ya que los resultados obtenidos están por encima de lo expresado por Flores (2017), donde la mayor altura de planta alcanzó el testigo Altiplano (ATP) tanto en Camacani como en Illpa con promedios de 190.78 y 154.78 cm respectivamente. Por otro lado, Maliro *et al.* (2017), quienes trabajaron con genotipos de quinua en dos localidades Bunda (1200 msnm) con temperatura promedio 20 °C y Bembeke (1600 msnm) con temperatura promedio 15°C, en Malawi al sur-este



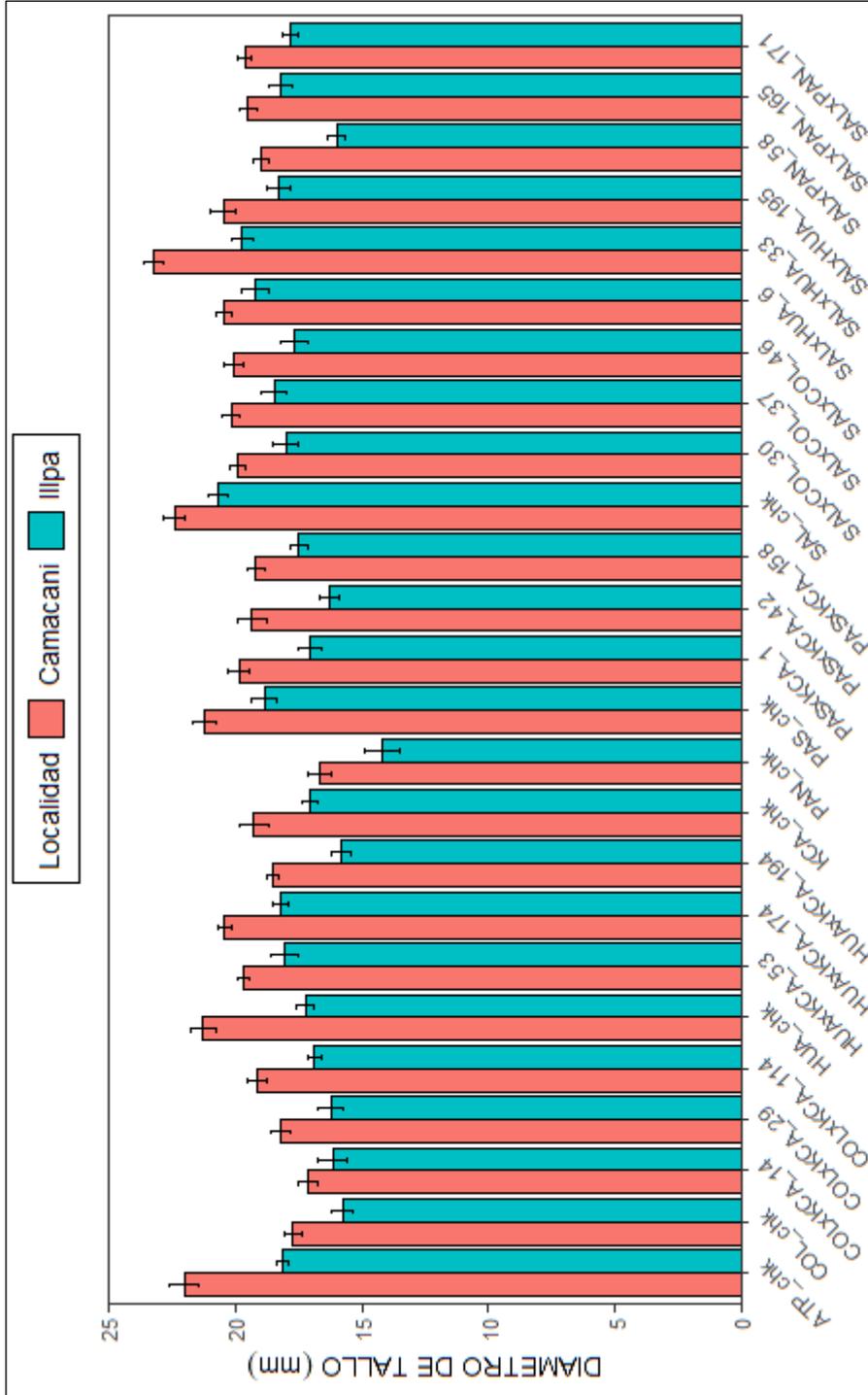
de África, encontraron genotipos con medias de 86.7 y 46.5 cm respectivamente, considerando las bajas temperaturas como responsable del bajo crecimiento de las plantas en Bembeke. Es importante resaltar la escala de clasificación propuesta por Sañudo *et al.* (2005), quienes consideran a las quinuas mayores de 200 cm como materiales de porte alto, a los de 150 a 200 cm como de porte medio y menores a 150 cm como materiales de porte bajo, en este estudio se observó que el 70% de los tratamientos evaluados son de porte bajo. Según García *et al.* (2007), señalan que en los genotipos de porte alto, no necesariamente las panojas serán grandes y viceversa, sino dependen de las características genéticas que posee, se pueden encontrar plantas de porte bajo con tamaño de panoja que puede ser igual o superior al de una planta de porte alto. Así mismo, Sañudo *et al.* (2005), afirman que una variedad puede mostrar variaciones en tamaño, de acuerdo con la época de siembra, fertilidad del suelo y las condiciones climáticas, de lo anterior se deduce que la altura además de ser una característica propia de cada genotipo, su expresión también está condicionada por el entorno. En este estudio se presentó variabilidad en altura de planta en cada progenie, esto se debe a que cada progenie en estudio tiene características morfológicas particulares y el comportamiento de cada uno bajo las mismas condiciones es diferente, así mismo se deben a las condiciones del medio ambiente y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo de cada localidad.

4.1.2. Diámetro de tallo principal

En el análisis de varianza para el diámetro de tallo principal en la tabla 33, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 7.79% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 34, se puede observar que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.34%.



Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia del comportamiento de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 11, se observa los valores medios de la variable diámetro de tallo principal ; en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) registró el promedio mayor de diámetro con 23.20 mm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del genitor Salcedo INIA (SAL), testigo Altiplano (ATP) y del genitor Huariponcho (HUA) con 22.39, 22.01 y 21.26 mm respectivamente, siendo la progenie Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) y el genitor Pandela Rosada (PAN) las que registraron menores diámetros con 17.10 y 16.64 mm respectivamente. Similar comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) con 20.68 mm ratificó su superioridad en diámetro sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del genitor Salcedo INIA (SAL) y de las progenies Salcedo INIA x Huariponcho 6 (SALxHUA 6), Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con 19.72, 19.19 y 18.85 mm respectivamente, siendo nuevamente el genitor Pandela Rosada (PAN) la que ratifica su comportamiento y menor diámetro de tallo con 14.21 mm. Según Mujica *et al.* (2013), el crecimiento y desarrollo de la quinua está determinado por la genética de la planta, por las condiciones ambientales a las que está expuesta y por los factores bióticos (plagas, enfermedades y plantas extrañas que compiten con el cultivo). Tres de los factores ambientales más importantes son radiación solar, la temperatura y la humedad del suelo.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 7. Comportamiento del diámetro de tallo en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 11. Prueba de Scott-Knott al 5% para el diámetro de tallo principal y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxHUA 33 | 23.20 | a | SALx HUA 33 | 20.68 | a |
| SAL | 22.39 | a | SAL | 19.72 | a |
| ATP | 22.01 | a | SALxHUA 6 | 19.19 | a |
| HUA | 21.26 | b | SALxCOL 37 | 18.85 | a |
| PAS | 21.21 | b | PAS | 18.46 | a |
| SALxHUA 195 | 20.48 | b | SALxHUA 195 | 18.27 | a |
| SALxHUA 6 | 20.45 | b | SALxPAN 165 | 18.22 | a |
| HUAxKCA 174 | 20.42 | b | HUAxKCA 174 | 18.20 | a |
| SALxCOL 37 | 20.17 | b | ATP | 18.15 | a |
| SALxCOL 46 | 20.05 | b | HUAxKCA 53 | 18.07 | a |
| SALxCOL 30 | 19.89 | c | SALxCOL 30 | 18.01 | a |
| PASxKCA 1 | 19.85 | c | SALxPAN 171 | 17.82 | a |
| HUAxKCA 53 | 19.65 | c | SALxCOL 46 | 17.66 | a |
| SALxPAN 171 | 19.63 | c | PASxKCA 158 | 17.49 | a |
| PASxKCA 42 | 19.33 | c | HUA | 17.23 | b |
| KCA | 19.26 | c | PASxKCA 1 | 17.05 | b |
| PASxKCA 158 | 19.19 | c | KCA | 17.03 | b |
| COLxKCA 114 | 19.13 | c | COLxKCA 114 | 16.86 | b |
| SALxPAN 165 | 19.00 | c | PASxKCA 42 | 16.30 | b |
| SALxPAN 58 | 18.98 | c | COLxKCA 29 | 16.21 | b |
| HUAxKCA 194 | 18.53 | c | COLxKCA 14 | 16.16 | b |
| COLxKCA 29 | 18.21 | d | SALxPAN 58 | 16.01 | b |
| COL | 17.72 | d | HUAxKCA 194 | 15.82 | c |
| COLxKCA 14 | 17.10 | d | COL | 15.74 | c |
| PAN | 16.64 | d | PAN | 14.21 | c |

Las medias de la variable diámetro de tallo principal, observado en esta investigación (Tabla 11), fue superior a los obtenidos por Apaza (2017), quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones medio ambientales, donde reportó líneas con mayor diámetro de tallo respecto a sus genitores con promedios de 11 a 11.96 mm, que corresponden a las líneas de Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) y Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA), en la presente investigación es posible que el incremento de diámetro de tallo se deba a las condiciones edafoclimáticas experimentadas durante la campaña en estudio. Por otro lado Benlhabib *et al.* (2016), quienes trabajaron con 72 líneas de quinua, reportaron diámetros que variaron entre 5.4 y 18.9 mm, afirmando que esta variable tiene una correlación con el tamaño de planta, tamaño de la

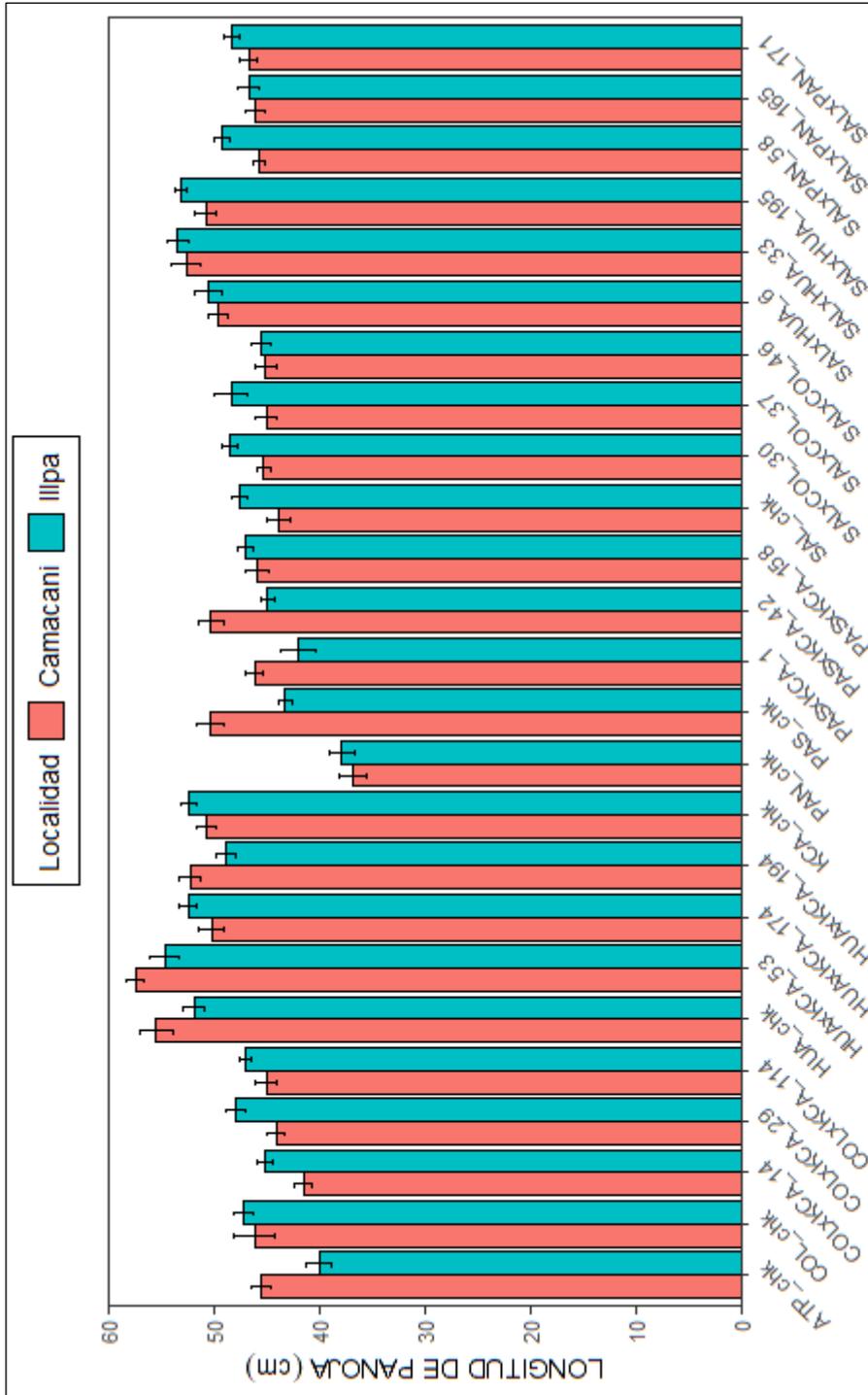


panícula y rendimiento de semilla. Así mismo Fernández *et al.* (2019), quienes trabajaron con ocho genotipos de quinua, en condiciones de Amazonas (2495 msnm), reportaron 13.6 mm como el promedio mayor de diámetro de tallo.

4.1.3. Longitud de panoja

En el análisis de varianza para longitud de panoja en la Tabla 35, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.69% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 36, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 6.44%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia del comportamiento de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 12, se observa los valores medios de la variable longitud de panoja; en la localidad de Camacani la progenie Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) registró el promedio mayor de longitud con 57.50 cm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33), Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) y del genitor Huariponcho (HUA) con 55.48, 52.68 y 52.33 cm respectivamente, siendo el genitor Pandela Rosada (PAN) la que registró menor longitud con 36.83 cm. Similar comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 53 (SALxHUA 53) con 54.68 cm ratificó su superioridad en longitud de panoja sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33), Salcedo INIA x Huariponcho 195 (SALxHUA 195) y Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174) con 53.48, 53.15 y 52.45 cm respectivamente, siendo nuevamente el genitor Pandela Rosada (PAN) la que registró menor longitud con 37.85 cm.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 8. Comportamiento de longitud de panoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 12. Prueba de Scott-Knott al 5 % para longitud de panoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| HUAxKCA 53 | 57.50 | a | HUAxKCA 53 | 54.68 | a |
| SALxHUA 33 | 55.48 | a | SALxHUA 33 | 53.48 | a |
| HUAxKCA 194 | 52.68 | a | SALxHUA 195 | 53.15 | a |
| HUA | 52.33 | a | HUAxKCA 174 | 52.45 | a |
| SALxHUA 195 | 50.80 | a | KCA | 52.35 | a |
| KCA | 50.75 | a | HUA | 51.88 | a |
| PAS | 50.40 | a | SALxHUA 6 | 50.60 | a |
| PASxKCA 42 | 50.33 | a | SALxPAN 58 | 49.25 | b |
| HUAxKCA 174 | 50.23 | a | HUAxKCA 194 | 48.85 | b |
| SALxHUA 6 | 49.60 | a | SALxCOL 30 | 48.50 | b |
| SALxPAN 171 | 46.73 | b | SALx COL 37 | 48.38 | b |
| COL | 46.18 | b | SALxPAN 171 | 48.33 | b |
| PASxKCA 1 | 46.13 | b | COLxKCA 29 | 47.93 | b |
| SALxPAN 165 | 45.98 | b | SAL | 47.60 | b |
| PASxKCA 158 | 45.95 | b | COL | 47.18 | b |
| SALxPAN 58 | 45.78 | b | COLxKCA 114 | 47.05 | b |
| ATP | 45.58 | b | PASxKCA 158 | 47.03 | b |
| SALxCOL 30 | 45.28 | b | SALxPAN 165 | 46.75 | b |
| SALxCOL 46 | 45.18 | b | SALxCOL 46 | 45.50 | c |
| SALx COL 37 | 45.08 | b | COLxKCA 14 | 45.13 | c |
| COLxKCA 114 | 45.08 | b | PASxKCA 42 | 44.90 | c |
| COLxKCA 29 | 44.15 | b | PAS | 43.28 | c |
| SAL | 43.85 | b | PASxKCA 1 | 42.00 | c |
| COLxKCA 14 | 41.53 | c | ATP | 40.08 | d |
| PAN | 36.83 | c | PAN | 37.85 | d |

Flores (2017), en su investigación reportó cruza con mayor longitud de panoja con un promedio mayor de 28.45 cm que obtuvo con la línea Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA). Resultado similar fue encontrado por Apaza (2017), en su estudio quien reportó la mayor longitud de panoja con 24.2 cm que obtuvo con la línea Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA), lo que no ocurrió en el presente trabajo; en esta investigación se observó que la progenie Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) obtuvo un promedio mayor de longitud de panoja tanto en la localidad de Camacani como en Illpa con medias de 57.50 y 54.68 cm. Por otro lado Maliro *et al.* (2017), en su estudio con genotipos de quinua en dos localidades Bunda (1200 msnm) y Bembeke (1600 msnm) en Malawi al sur-este de África, reportaron genotipos con mayores longitudes de 44.33 y 37

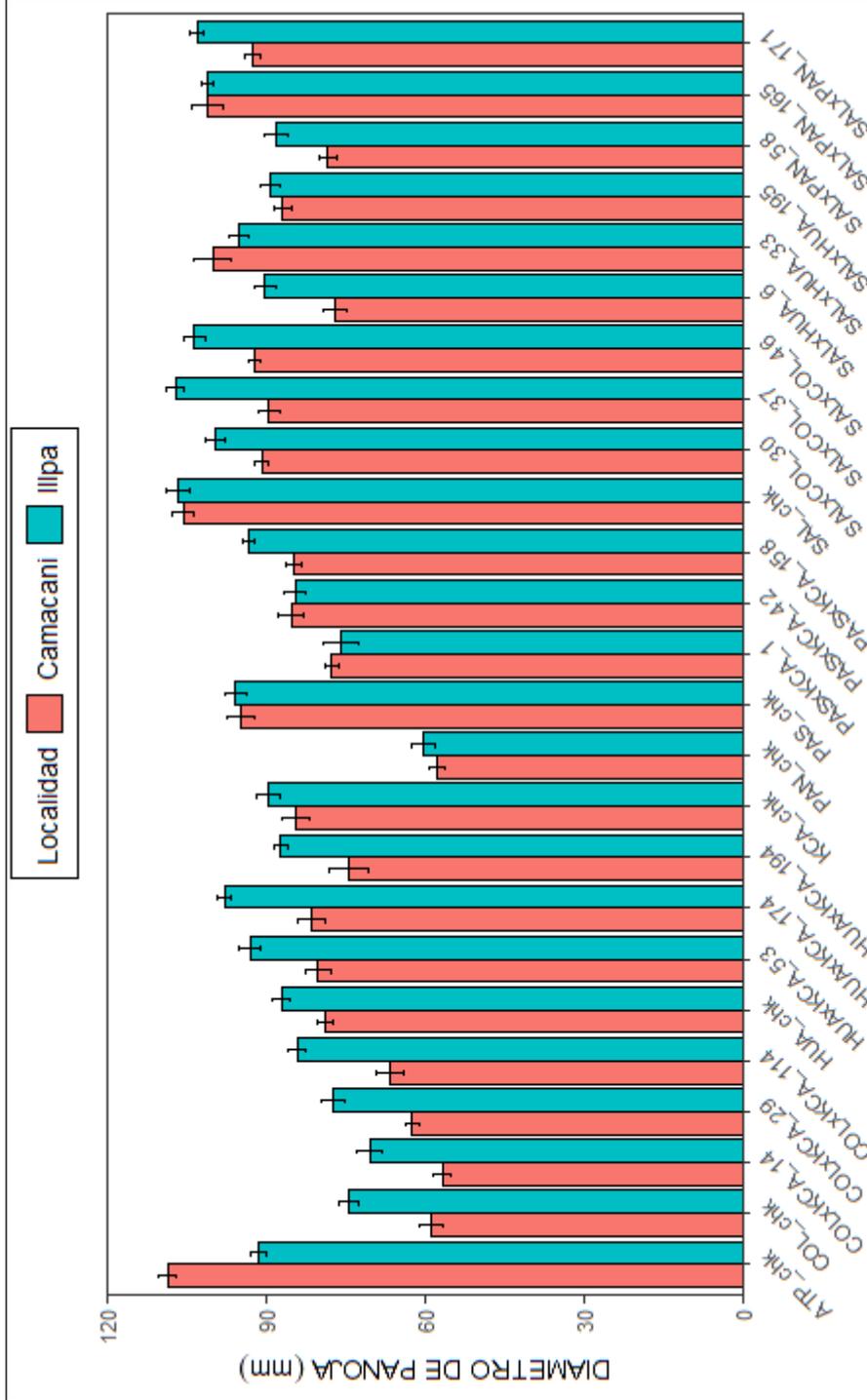


cm respectivamente. Según Delgado *et al.* (2009), existe una relación positiva entre las variables longitud de panoja y altura de planta, lo cual indica que la altura contribuye al incremento de longitud de panoja.

4.1.4. Diámetro de panoja

En el análisis de varianza para diámetro de panoja en la Tabla 37, se observa que, si existe diferencias altamente significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 9.15% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 38, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 7.30 %.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia del comportamiento de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 13, se observa los valores medios de la variable diámetro de panoja; en la localidad de Camacani el testigo Altiplano (ATP) registró el promedio mayor de diámetro con 108.62 mm, mostrando superioridad numérica sobre progenies y genitores, seguido del genitor Salcedo INIA (SAL) y la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) con 105.73 y 100.12 mm respectivamente, siendo el genitor Pandela Rosada (PAN) y la progenie Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) las que registraron menores diámetros con 57.76 y 56.70 mm respectivamente; en cuanto a la localidad de Illpa, la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) registró el promedio mayor de diámetro con 107.15 mm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del genitor Salcedo INIA (SAL) y la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 106.69 y 103.52 mm respectivamente, siendo la progenie Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) y el genitor Pandela Rosada (PAN) las que registraron menores diámetros con 70.44 y 60.44 mm respectivamente.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 9. Comportamiento del diámetro de panaja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 13. Prueba de Scott-Knott al 5 % para diámetro de panoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|--------|------|--------------|--------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| ATP | 108.62 | a | SALxCOL 37 | 107.15 | a |
| SAL | 105.73 | a | SAL | 106.69 | a |
| SALxHUA 33 | 100.12 | a | SALxCOL 46 | 103.52 | a |
| SALxPAN 165 | 96.46 | a | SALxPAN 171 | 103.10 | a |
| PAS | 94.84 | b | SALxPAN 165 | 101.03 | a |
| SALxPAN 171 | 92.62 | b | SALxCOL 30 | 99.69 | a |
| SALxCOL 46 | 92.32 | b | HUAxKCA 174 | 97.95 | a |
| SALxCOL 30 | 90.91 | b | PAS | 95.75 | b |
| SALxCOL 37 | 89.55 | b | SALxHUA 33 | 95.25 | b |
| SALxHUA 195 | 86.84 | b | PASxKCA 158 | 93.30 | b |
| PASxKCA 42 | 85.32 | b | HUAxKCA 53 | 93.01 | b |
| PASxKCA 158 | 84.81 | b | ATP | 91.51 | b |
| KCA | 84.43 | b | SALxHUA 6 | 90.26 | b |
| HUAxKCA 174 | 81.59 | c | KCA | 89.70 | b |
| HUAxKCA 53 | 80.19 | c | SALxHUA 195 | 89.40 | b |
| HUA | 78.88 | c | SALxPAN 58 | 88.14 | b |
| SALxPAN 58 | 78.44 | c | HUAxKCA 194 | 87.27 | b |
| PASxKCA 1 | 77.58 | c | HUA | 87.17 | b |
| SALxHUA 6 | 77.15 | c | PASxKCA 42 | 84.55 | b |
| HUAxKCA 194 | 74.43 | c | COLxKCA 114 | 84.12 | b |
| COLxKCA 114 | 66.61 | d | COLxKCA 29 | 77.40 | c |
| COLxKCA 29 | 62.49 | d | PASxKCA 1 | 75.81 | c |
| COL | 58.90 | d | COL | 74.43 | c |
| PAN | 57.76 | d | COLxKCA 14 | 70.44 | c |
| COLxKCA 14 | 56.70 | d | PAN | 60.44 | d |

Flores (2017), en su trabajo de investigación de caracterización agronómica, quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones ambientales reportó cruza con mayor diámetro de panoja respecto a sus genitores, con un promedio mayor de 87.3 mm que obtuvo con la l Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA), resultado similar fue encontrado por Apaza (2017), en su estudio quien reportó el mayor promedio de diámetro de panoja con 72 mm que obtuvo con la línea Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA). Por otro lado, Rojas (2018), en su estudio con 100 accesiones de quinua, en condiciones de Ayacucho (3320 msnm), reportó diámetros entre 26.5 y 122.5 mm. Al respecto Mujica *et al.* (2013), señala que uno de los objetivos de mejoramiento genético en la quinua debe ser precisamente mejorar la arquitectura de la planta con una alta eficiencia productiva

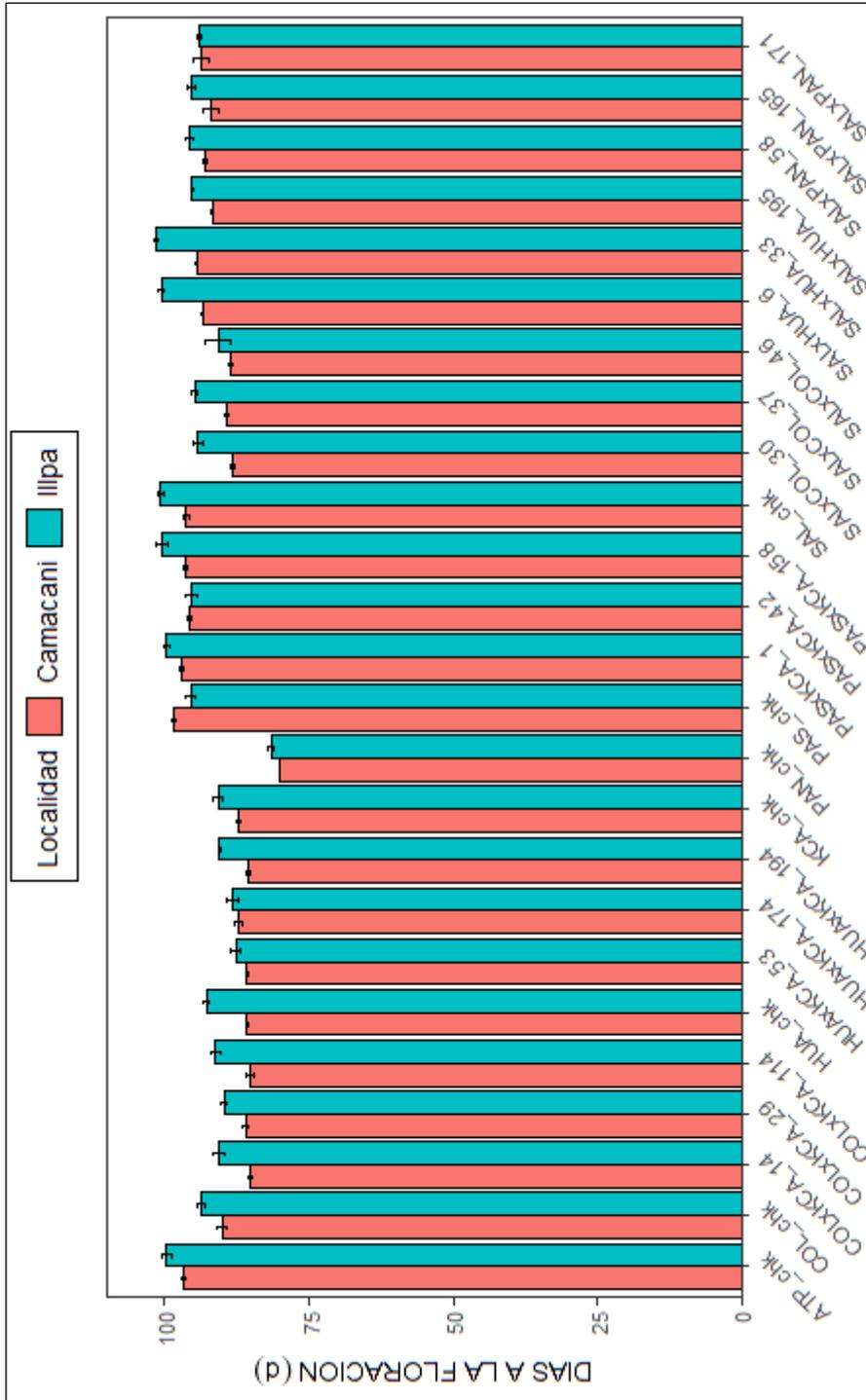


con panojas grandes y anchas, con mayores diámetros de tallo y plantas de alturas mediana.

4.1.5. Floración

En el análisis de varianza para el número de días hasta el 50% de floración en la Tabla 43, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 1.08% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 44, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 1.69 %.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies genitores y testigo de cada localidad. En la Tabla 14, se observa los valores medios del número de días hasta el 50% de floración; en la localidad de Camacani el genitor Pasankalla (PAS) registró el mayor número de días al 50 % de floración con 98.5 días, siendo la más tardía, mientras que el genitor Pandela Rosada (PAN) y las progenies Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14), Negra Collana x Kcancolla 114 (COLxKCA 114) registraron menor número días al 50 % de floración con 80 y 85.3 días respectivamente. En cuanto a la localidad de Illpa, la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33) registró el mayor número de días al 50 % de floración con 101.5 días, siendo la más tardía, mientras que el genitor Pandela Rosada (PAN) y las progenies Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53), Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174) registraron menor número de días al 50 % de floración con 81.5, 87.8 y 88.3 días respectivamente. De acuerdo con (Mujica *et al.*, 2013), esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo la quinua resistir temperaturas sólo hasta -2°C, factor que probablemente incidió en los resultados obtenidos en la localidad de Illpa por las más bajas temperaturas que se registraron que en la localidad de Camacani.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA)
- Altiplano (ATP)
- Salcedo INIA x Negra Rosada (SALxPAN)
- Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA)
- Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL)
- Negra Collana (COL)
- Kcancolla (KCA)
- Huariponcho (HUA)
- Pasankalla (PAS)
- Pandela Rosada (PAN)

Figura 10. Comportamiento del número de días a la floración de las progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 14. Prueba de Scott-Knott al 5 % para el número de días hasta el 50% de floración y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| PAS | 98.5 | a | SALxHUA 33 | 101.5 | a |
| PASxKCA 1 | 97.0 | b | SAL | 100.8 | a |
| ATP | 96.8 | b | SALxHUA 6 | 100.5 | a |
| PASxKCA 158 | 96.5 | b | PASxKCA 158 | 100.5 | a |
| SAL | 96.3 | b | PASxKCA 1 | 99.8 | a |
| PASxKCA 42 | 95.8 | b | ATP | 99.8 | a |
| SALxHUA 33 | 94.5 | c | SALxPAN 58 | 95.8 | b |
| SALxPAN 171 | 93.8 | c | PASxKCA 42 | 95.5 | b |
| SALxHUA 6 | 93.5 | c | PAS | 95.5 | b |
| SALxPAN 58 | 93.0 | c | SALxPAN 165 | 95.5 | b |
| SALxHUA 195 | 91.8 | d | SALxHUA 195 | 95.3 | b |
| SALxPAN 165 | 90.5 | d | SALxCOL 37 | 94.8 | b |
| COL | 90.0 | e | SALxCOL 30 | 94.3 | b |
| SALxCOL 37 | 89.3 | e | SALxPAN 171 | 94.0 | b |
| SALxCOL 46 | 88.5 | f | COL | 93.8 | b |
| SALxCOL 30 | 88.3 | f | HUA | 92.8 | c |
| KCA | 87.3 | f | COLxKCA 114 | 91.3 | c |
| HUAxKCA 174 | 87.3 | f | KCA | 90.8 | c |
| COLxKCA 29 | 86.0 | g | SALxCOL 46 | 90.8 | c |
| HUA | 85.8 | g | COLxCKA 14 | 90.8 | c |
| HUAxKCA 53 | 85.8 | g | HUAxKCA 194 | 90.5 | c |
| HUAxKCA 194 | 85.5 | g | COLxKCA 29 | 89.8 | c |
| COLxKCA 114 | 85.3 | g | HUAxKCA 174 | 88.3 | d |
| COLxCKA 14 | 85.3 | g | HUAxKCA 53 | 87.8 | d |
| PAN | 80.0 | h | PAN | 81.5 | e |

Para la evaluación de este periodo se tuvo en cuenta que el 50% de las flores de la inflorescencia estuvieran abiertas. En Camacani los valores variaron entre 80 a 98.5 días, donde sobresalieron en precocidad las progenies Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) y Negra Collana x Kcancolla 114 (COLxKCA 114) con 85.3 días al 50 % de floración, mientras que en Illpa los valores variaron entre 81 a 101.5 días, donde sobresalieron en precocidad las progenies Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) y Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174) con 87.8 y 88.3 días al 50 % de floración. Mujica (2006), menciona que la apertura de flores ocurre entre los 75 y 80 días y la plena floración ocurre entre los 90 y 100 días. De acuerdo a lo investigado en este trabajo, hay una mayor semejanza con lo evaluado por Mujica (2006). Así mismo Flores

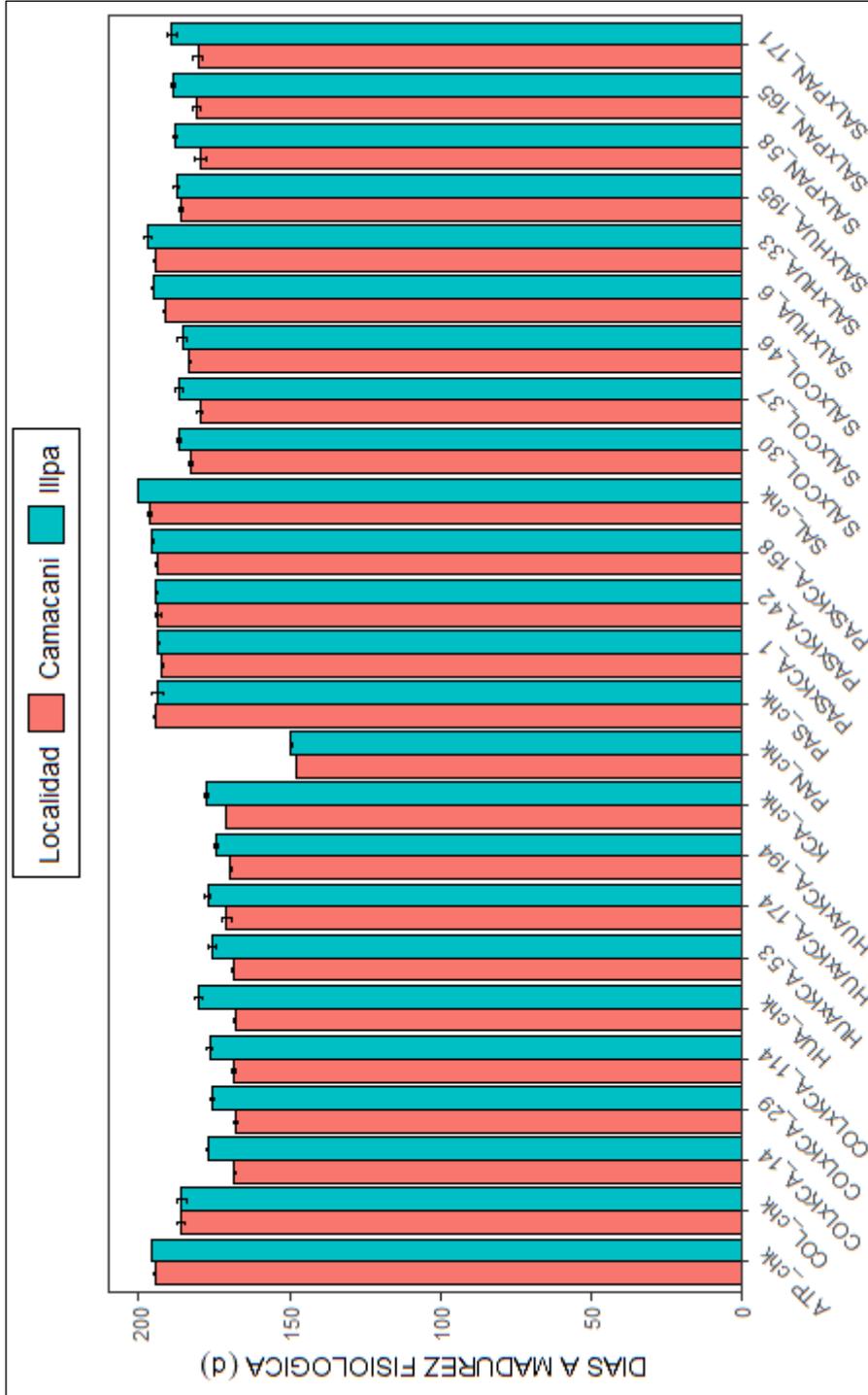


(2017), en su investigación de caracterización agronómica quien evaluó el mismo material genético reportó como la más precoz a la cruza Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) con 83.55 días a la floración. Por otro lado Mendoza (2013), en su estudio de 25 accesiones de quinua, obtuvo medias que variaron entre 57 a 74 días a la culminación de floración.

4.1.6. Madurez fisiológica

En el análisis de varianza para madurez fisiológica en la Tabla 49, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 0.83% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 50, se puede observar que, si existe diferencias altamente significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 0.97 %.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo de cada localidad. En la Tabla 15, se observa los valores medios de madurez fisiológica, en la localidad de Camacani el genitor Salcedo INIA registró el mayor número de días a la madurez fisiológica con 196.3 días, siendo la más tardía, mientras que el genitor Pandela Rosada (PAN) y las progenies Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29), Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) registraron menor número de días a la madurez fisiológica con 147.8, 167.8 y 168 días respectivamente, en cuanto a la localidad de Illpa, el genitor Salcedo INIA (SAL) registró el mayor número de días a la madurez fisiológica con 200 días, siendo la más tardía, mientras que el genitor Pandela rosada (PAN) y las progenies Huariponcho x Kancolla 194 (HUAxKCA 194), Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) registraron menor número de días a la madurez fisiológica con 149.5, 174.5 y 175.5 días respectivamente.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 11. Comportamiento del número de días hasta la madurez fisiológica de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 15. Prueba de Scott-Knott al 5 % para madurez fisiológica y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SAL | 196.3 | a | SAL | 200.0 | a |
| PAS | 194.8 | a | SALxHUA 33 | 197.0 | b |
| ATP | 194.5 | a | ATP | 196.0 | b |
| SALxHUA 33 | 194.5 | a | PASxKCA 158 | 195.8 | b |
| PASxKCA 158 | 194.0 | a | SALxHUA 6 | 195.3 | b |
| PASxKCA 42 | 193.5 | a | PASxKCA 42 | 194.3 | b |
| PASxKCA 1 | 192.3 | b | PAS | 194.0 | b |
| SALxHUA 6 | 191.5 | b | PASxKCA 1 | 193.5 | b |
| SALxHUA 195 | 186.3 | c | SALxPAN 171 | 189.0 | c |
| COL | 186.0 | c | SALxPAN 165 | 188.8 | c |
| SALxCOL 46 | 183.3 | d | SALxPAN 58 | 187.8 | c |
| SALxCOL 30 | 183.0 | d | SALxHUA 195 | 187.5 | c |
| SALxPAN 171 | 180.3 | e | SALxCOL 30 | 186.8 | c |
| SALxCOL 37 | 179.8 | e | SALxCOL 37 | 186.8 | c |
| SALxPAN 58 | 179.5 | e | COL | 185.8 | c |
| SALxPAN 165 | 179.3 | e | SALxCOL 46 | 185.5 | c |
| KCA | 171.0 | f | HUA | 180.3 | d |
| HUAxKCA 174 | 171.0 | f | KCA | 177.5 | e |
| HUAxKCA 194 | 169.5 | f | HUAxKCA 174 | 177.3 | e |
| HUAxKCA 53 | 168.8 | f | COLxKCA 14 | 177.3 | e |
| COLxKCA 114 | 168.5 | f | COLxKCA 114 | 176.5 | e |
| HUA | 168.3 | f | HUAxKCA 29 | 175.8 | e |
| COLxKCA 14 | 168.0 | f | HUAxKCA 53 | 175.5 | e |
| COLxKCA 29 | 167.8 | f | HUAxKCA 194 | 174.5 | e |
| PAN | 147.8 | g | PAN | 149.5 | f |

Según PROINPA (2015), el amplio rango de variación en días a la madurez fisiológica se debe a la diversidad genética, que por ello las progenies de quinua difieren en la duración del ciclo productivo. Así mismo Delgado *et al.* (2009) manifiestan que el ciclo de crecimiento, varía entre 80 y 240 días. En tal sentido, el mejor indicador de precocidad es la madurez fisiológica, debido a que con esta fase la planta completa su crecimiento y desarrollo, en efecto, en este estudio los valores variaron entre 147.8 a 196.3 días, donde sobresalieron las progenies Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29) y Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) con 167.8 y 168.3 días a la madurez fisiológica en Camacani, mientras que en Illpa los valores variaron entre 149.5 a 200 días, donde sobresalieron las progenies Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) y



Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) con 174.5 y 175.5 días a la madurez fisiológica, de la misma manera algunos genitores como Salcedo INIA (SAL), Pasankalla (PAS) y el testigo Altiplano (ATP) necesitaron de mayor cantidad de días para lograr su madurez fisiológica y es importante resaltar que las progenies en estudio registraron un ciclo de cultivo intermedio en ambas localidades, siendo similar a lo reportado por Apaza (2017), en su estudio de selección de líneas a partir de autofecundaciones S5 de seis cruza simples de quinua, encontró que la línea Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) presentó menor número de días con 181.54 días a la madurez fisiológica. De manera similar Flores (2017), en su investigación de caracterización agronómica, reportó que la cruza Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) alcanzó su madurez a los 177.5 días. Por otro lado Rojas *et al.* (2014), quienes trabajaron con genitores de quinua, obtuvieron promedios de 145 a 165 días para alcanzar su madurez fisiológica. De acuerdo a la Unión de Protección y Obtención Vegetal UPOV (2017), se dice que un genotipo de quinua es precoz cuando tiende a tener la madurez fisiológica hasta los 130 días, semi precoz de 131 a 145 días y tardía mayor a los 146 días.

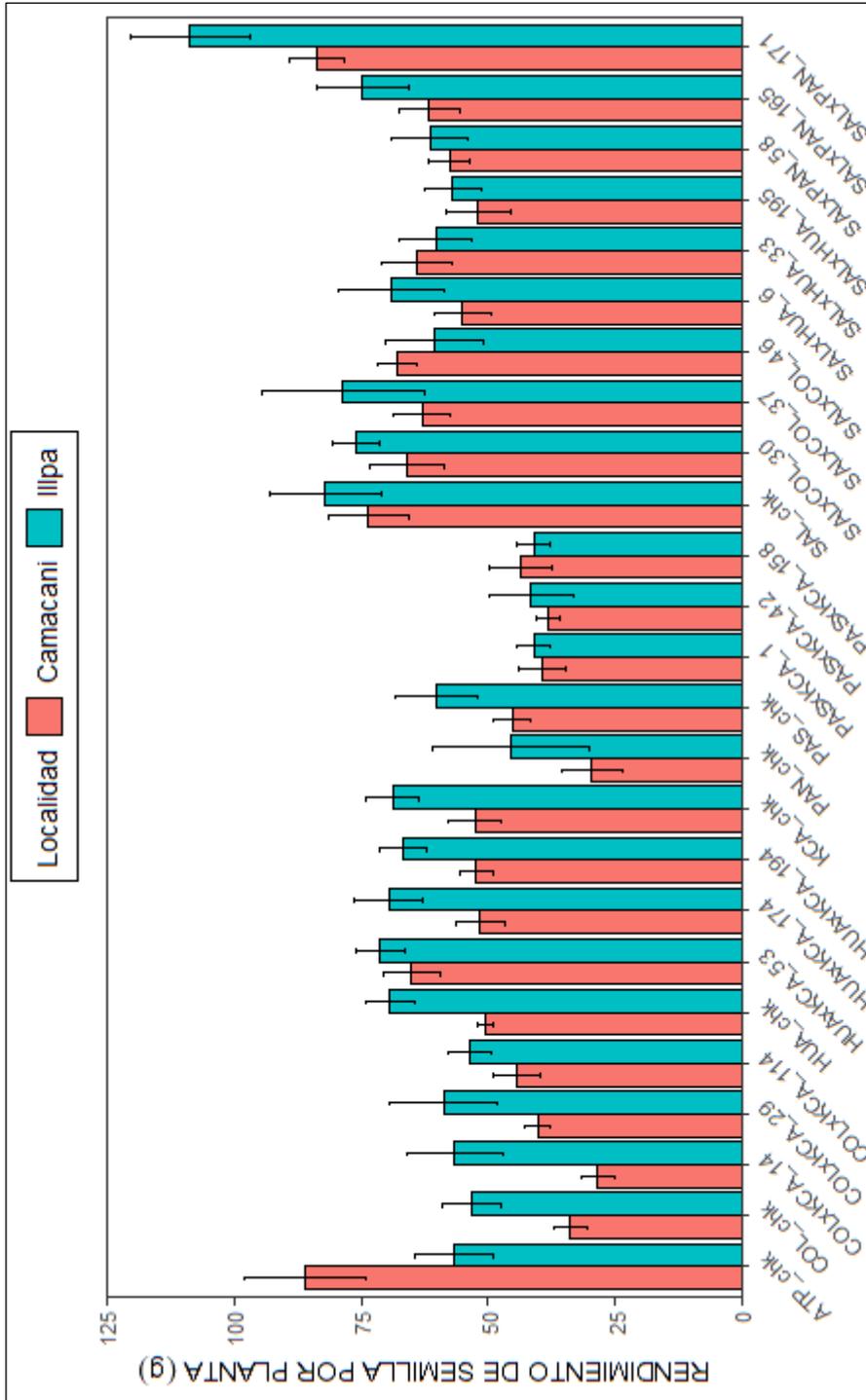
4.1.7. Rendimiento de semilla por planta

En el análisis de varianza para el rendimiento de semilla por planta en la Tabla 51, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques lo cual indica que las condiciones de manejo fueron similares en todas las parcelas experimentales, sin embargo, si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos mostrando que entre progenies de quinua existe diferencias en rendimiento o al menos una de las progenies es diferente al resto en rendimiento de semilla, teniendo como coeficiente de variación 19.73% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 52, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, debido a que las condiciones de conducción fueron similares en todas las parcelas experimentales, sin embargo, si existe diferencias



altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que entre progenies de quinua existe diferencias en rendimiento, con un coeficiente de variabilidad de 24.99 %.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo de cada localidad. En la Tabla 16, se observa los valores medios de la variable rendimiento de semilla por planta; en la localidad de Camacani el testigo Altiplano (ATP) registró el promedio mayor de rendimiento con 86 g, mostrando superioridad numérica sobre progenies y genitores, seguidos de la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), del genitor Salcedo INIA (SAL) y la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 83.75, 83.50 y 67.75 g respectivamente, siendo el genitor Pandela Rosada (PAN) y la progenie Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) las que registraron menores rendimientos con 29.50 y 28.25 g por planta respectivamente; en cuanto a la localidad de Ilpa la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor de rendimiento con 108.75 g, mostrando superioridad numérica y estadísticamente sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguidos del genitor Salcedo INIA (SAL) y las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) con 82.75, 78.50 y 76 g respectivamente, siendo las progenies Pasankalla x Kcancolla 158 (PASxKCA 158) y Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) las que registraron menores rendimientos por planta con 41 g. Por otro lado, es importante resaltar que, estos resultados muestran las fortalezas que tuvieron cada una de las progenies durante todo el ciclo del cultivo para producir los máximos rendimientos de semilla, adaptabilidad a las condiciones medio ambientales, resistencia al ataque de plagas, resistencia al daño de enfermedades o particularidades de la quinua como: precocidad a la maduración, contenido de saponina, desarrollo de mecanismos en defensa ante las adversidades climáticas.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 12. Comportamiento del rendimiento de semilla por planta en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 16. Prueba de Scott-Knott al 5 % para rendimiento de semilla por planta y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019)

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|--------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| ATP | 86.00 | a | SALxPAN 171 | 108.75 | a |
| SALxPAN 171 | 83.75 | a | SAL | 82.00 | b |
| SAL | 73.50 | a | SALxCOL 37 | 78.50 | b |
| SALxCOL 46 | 67.75 | b | SALxCOL 30 | 76.00 | b |
| SALxCOL 30 | 66.00 | b | SALxPAN 165 | 74.75 | b |
| HUAxKCA 53 | 65.00 | b | HUAxKCA 53 | 71.25 | b |
| SALxHUA 33 | 64.00 | b | HUAxKA 174 | 69.50 | b |
| SALxPAN 165 | 63.75 | b | HUA | 69.25 | b |
| SALxCOL 37 | 63.00 | b | SALxHUA 6 | 69.00 | b |
| SALxPAN 58 | 57.50 | b | KCA | 68.75 | b |
| SALxHUA 6 | 55.00 | c | HUAxKCA 194 | 66.75 | b |
| KCA | 52.50 | c | SALxPAN 58 | 61.50 | c |
| HUAxKCA 194 | 52.25 | c | SALxCOL 46 | 60.50 | c |
| SALxHAU 195 | 52.00 | c | SALxHUA 33 | 60.25 | c |
| HUAxKA 174 | 51.50 | c | PAS | 60.00 | c |
| HUA | 50.50 | c | COLxKCA 29 | 58.75 | c |
| PAS | 45.25 | c | SALxHAU 195 | 57.00 | c |
| COLxKCA 114 | 44.50 | c | ATP | 56.75 | c |
| PASxKCA 158 | 43.50 | c | COLxKCA 14 | 56.50 | c |
| COLxKCA 29 | 40.25 | d | COLxKCA 114 | 53.75 | c |
| PASxKCA 1 | 39.25 | d | COL | 53.25 | c |
| PASxKCA 42 | 38.25 | d | PAN | 45.50 | d |
| COL | 33.75 | d | PASxKCA 42 | 41.50 | d |
| PAN | 29.50 | d | PASxKCA 158 | 41.00 | d |
| COLxKCA 14 | 28.25 | d | PASxKCA 1 | 41.00 | d |

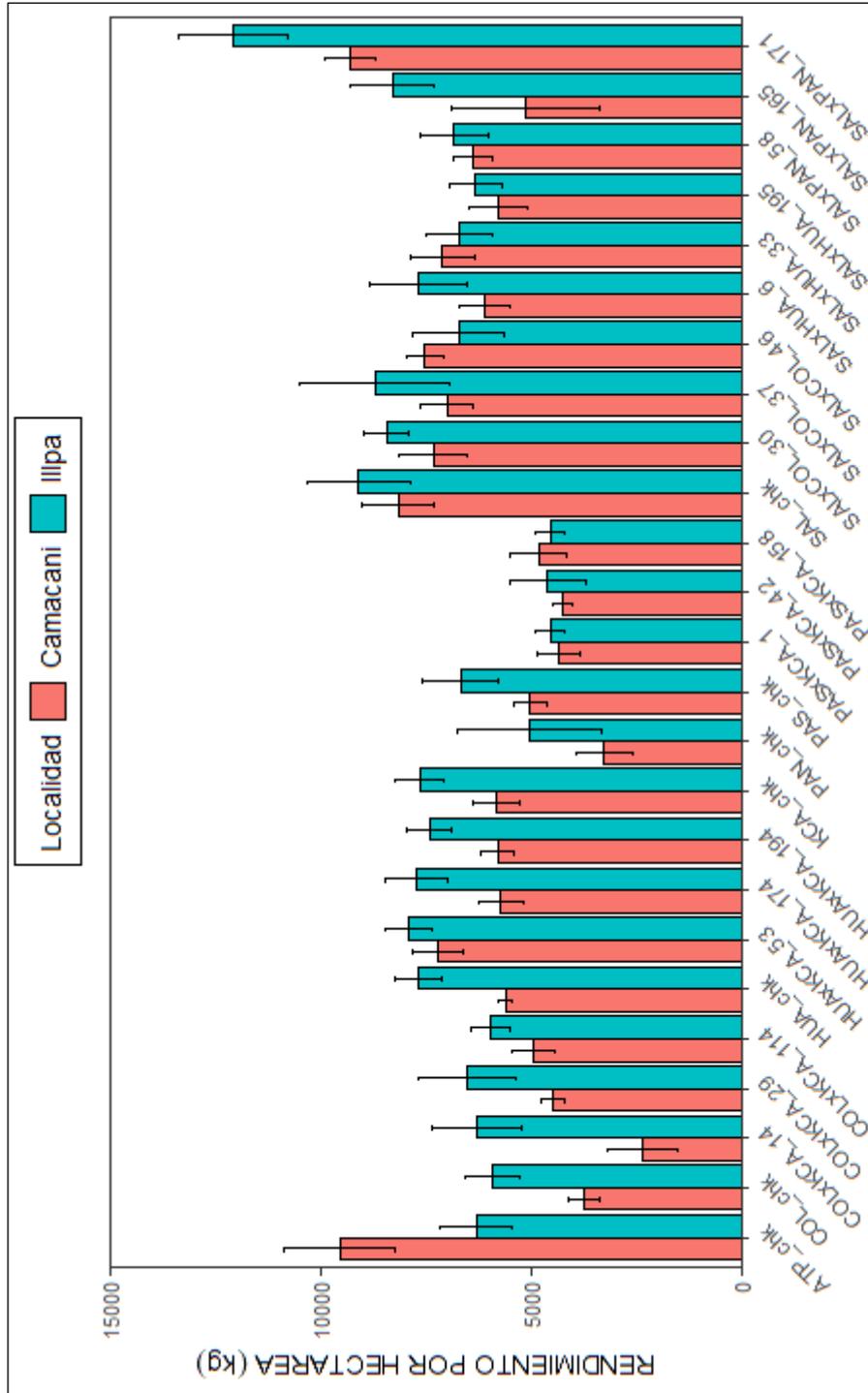
Flores (2017), en su estudio quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones ambientales reportó el promedio mayor de 17 g por planta, que obtuvo con la cruce Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA). Similar resultado fue encontrado por Apaza (2017), en su investigación quien reportó el promedio mayor de 14.2 g por planta que obtuvo con la línea Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA). Por otro lado Veloza *et al.* (2016), en su investigación con tres accesiones de quinua en la Sabana al norte de Bogotá (2.560 msnm), obtuvieron rendimientos de 260.7 g por planta. Así mismo Fernández *et al.* (2019), en su investigación con ocho genotipos de quinua, en Amazonas (2495 msnm), con dos distanciamientos entre surcos, obtuvieron mayores rendimientos de grano a un distanciamiento de 50 cm entre surcos que a un distanciamiento de 70 cm.



4.1.8. Rendimiento por hectárea

En el análisis de varianza para la variable rendimiento de semilla por hectárea en la Tabla 53, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación de 19.8%. En cuanto a Illpa en la Tabla 54, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos teniendo como coeficiente de variación 25%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo de cada localidad. En la Tabla 17, se observa los valores medios de la variable rendimiento de semilla por hectárea; en la localidad de Camacani el testigo Altiplano (ATP) registró el promedio mayor de rendimiento con 9556 kg/ha, mostrando superioridad numérica sobre progenies y genitores, seguido de la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), del genitor Salcedo INIA (SAL) y la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 9306, 8167 y 7528 kg/ha respectivamente, siendo el genitor Pandela Rosada (PAN) y la progenie Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) las que registraron menores rendimientos con 3278 y 3000 kg/ha respectivamente. En cuanto a la localidad de Illpa, la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor de rendimiento con 12084 kg/ha, mostrando superioridad numérica y estadística sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del genitor Salcedo INIA (SAL) y las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) con 9111, 8722 y 8444 kg/ha respectivamente, siendo las progenies Pasankalla x Kcancolla 158 (PASxKCA 158) y Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) las que registraron menores rendimientos con 4556 kg/ha.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 13. Comportamiento del rendimiento por hectárea en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 17. Prueba de Scott-Knott al 5 % para rendimiento por hectárea y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| ATP | 9556 | a | SALxPAN 171 | 12084 | a |
| SALxPAN 171 | 9306 | a | SAL | 9111 | b |
| SAL | 8167 | a | SALxCOL 37 | 8722 | b |
| SALxCOL 46 | 7528 | b | SALxCOL 30 | 8444 | b |
| SALxCOL 30 | 7334 | b | SALxPAN 165 | 8306 | b |
| HUAxKCA 53 | 7222 | b | HUAxKCA 53 | 7917 | b |
| SALxHUA 33 | 7111 | b | HUAxKA 174 | 7723 | b |
| SALxPAN 165 | 7084 | b | HUA | 7695 | b |
| SALxCOL 37 | 7000 | b | SALxHUA 6 | 7667 | b |
| SALxPAN 58 | 6389 | b | KCA | 7639 | b |
| SALxHUA 6 | 6111 | c | HUAxKCA 194 | 7417 | b |
| KCA | 5834 | c | SALxPAN 58 | 6833 | c |
| HUAxKCA 194 | 5806 | c | SALxCOL 46 | 6723 | c |
| SALxHUA 195 | 5778 | c | SALxHUA 33 | 6695 | c |
| HUAxKA 174 | 5722 | c | PAS | 6667 | c |
| HUA | 5611 | c | COLxKCA 29 | 6528 | c |
| PAS | 5028 | c | SALxHUA 195 | 6334 | c |
| COLxKCA 114 | 4945 | c | ATP | 6306 | c |
| PASxKCA 158 | 4834 | c | COLxKCA 14 | 6278 | c |
| COLxKCA 29 | 4473 | d | COLxKCA 114 | 5972 | c |
| PASxKCA 1 | 4361 | d | COL | 5917 | c |
| PASxKCA 42 | 4250 | d | PAN | 5056 | d |
| COL | 3750 | d | PASxKCA 42 | 4611 | d |
| PAN | 3278 | d | PASxKCA 158 | 4556 | d |
| COLxKCA 14 | 3000 | d | PASxKCA 1 | 4556 | d |

En Camacani los valores de rendimiento variaron entre 3000 a 9556 kg/ha, donde la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN 171) sobresalió con un rendimiento de 9306 kg/ha, mientras que en Illpa los valores de rendimiento variaron entre 4556 a 12084 kg/ha, donde sobresalió la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN 171) con un rendimiento de 12084 kg/ha, resultado que discrepa de los reportados por Flores (2017), en su investigación quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones ambientales, reportó el promedio mayor de rendimiento con 3099.28 kg/ha, que obtuvo con la cruce Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA). Así mismo Iturregui *et al.* (2019), quienes evaluaron ecotipos de quinua de colores en la localidad de Illpa, reportaron rendimientos de grano con 3 072.17 kg/ha. Por otro lado



Maliro *et al.* (2017), en su investigación evaluaron genotipos de quinua en dos localidades, Bunda (1200 msnm) y Bembeke (1600 msnm), en Malawi al sur-este de África, obtuvieron mayores rendimientos en Bunda (3019 kg/ha) en comparación con Bembeke (692 kg/ha). Sezen *et al.* (2016), quienes trabajaron en condiciones de secano (clima mediterráneo), Adana Turquía (10 msnm), reportaron rendimientos de quinua con 4880 kg/ha y 4510 kg/ha respectivamente. Según (Mujica *et al.*, 2001), en los valles interandinos el rendimiento promedio es de 1500 kg/ha y en campos condiciones de secano, en el altiplano la producción no excede los 850 kg/ha, lo cual se contrapone a lo dicho por Fries y Tapia (2007), donde mencionan que se han obtenido rendimientos promedio de 600 a 2500 kg/ha.

4.1.9. Peso de 1000 granos

En el análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos en la Tabla 55, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 5.69% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 56, se observa que no existe diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 6.24 %.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 18, se observa los valores medios de la variable peso de mil granos; en la localidad de Camacani el genitor Pandela Rosada (PAN) registró el promedio mayor de peso con 4.29 g, mostrando superioridad sobre el resto de genitores, progenies y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 4.09 y 4.05 g respectivamente, siendo la progenie Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29) y el genitor Negra Collana (COL) las que registraron menores pesos con 2.64 y 2.62



g respectivamente, similar comportamiento se mostraron en la localidad de Illpa, donde el genitor Pandela Rosada (PAN) con 5.44 g ratificó su superioridad en peso de mil granos sobre el resto de genitores, progenies y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30), Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con 4, 3.93 y 3.77 g respectivamente, siendo las progenies Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29) y Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) las que registraron menores pesos con 2.70 y 2.64 g respectivamente. Al respecto Wahli y Latinreco (1990), proponen una escala de clasificación del tamaño de grano según su peso, de acuerdo a esto los granos con un peso mayor a 3 g son considerado de tamaño grande, con un peso entre 2.5 y 3 g son considerado de tamaño mediano y menores a 2.5 g son considerado de tamaño pequeño. El peso de grano está relacionado con el tamaño del mismo, además influye notoriamente sobre dicha expresión los aspectos de composición genética del material que se ha evaluado, así mismo se pudo observar que el peso de mil granos es una de las características cuantitativas influenciadas por el medio ambiente (fertilidad de suelo, disponibilidad de agua, adaptación de progenies a la zona cultivada, cosecha oportuna y contenido de humedad) con el que se mide indirectamente la calidad de la semilla, ya que a mayor peso de mil granos se obtuvo granos de mayor tamaño y mejor llenado de grano.

Tabla 18. Prueba de Scott-Knott al 5 %, para peso de mil granos y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| PAN | 4.29 | a | PAN | 5.44 | a |
| SALxCOL 30 | 4.09 | a | SALxCOL 30 | 4.00 | b |
| SALxCOL 46 | 4.05 | a | SALxCOL 46 | 3.93 | b |
| SAL | 4.03 | a | SALxCOL 37 | 3.77 | b |
| PAS | 3.97 | a | SAL | 3.71 | b |
| SALxHUA 33 | 3.78 | b | SALxHUA 33 | 3.59 | c |
| PASxKCA 1 | 3.76 | b | PASxKCA 1 | 3.54 | c |
| SALxCOL 37 | 3.75 | b | PAS | 3.54 | c |
| ATP | 3.54 | b | PASxKCA 42 | 3.36 | c |
| SALxPAN 165 | 3.41 | c | SALxPAN 171 | 3.36 | c |
| PASxKCA 158 | 3.40 | c | PASxKCA 158 | 3.35 | c |
| SALxPAN 171 | 3.37 | c | SALxPAN 165 | 3.34 | c |
| SALxHUA 6 | 3.34 | c | SALx PAN 58 | 3.34 | c |
| SALx PAN 58 | 3.28 | c | HUAxKCA 174 | 3.27 | c |
| PASxKCA 42 | 3.21 | c | ATP | 3.24 | c |
| HUAxKCA 174 | 3.15 | c | SALxHUA 6 | 3.18 | d |
| HUAxKCA 53 | 3.14 | c | HUAxKCA 53 | 3.04 | d |
| SALx HUA 195 | 3.07 | c | KCA | 2.99 | d |
| COLxKCA 14 | 2.93 | d | SALx HUA 195 | 2.86 | e |
| KCA | 2.79 | d | HUAxKCA 194 | 2.83 | e |
| HUA | 2.76 | d | COLxKCA 114 | 2.80 | e |
| HUAxKCA 194 | 2.75 | d | HUA | 2.79 | e |
| COLxKCA 114 | 2.71 | d | COL | 2.77 | e |
| COLxKCA 29 | 2.64 | d | COLxKCA 29 | 2.70 | e |
| COL | 2.62 | d | COLxKCA 14 | 2.64 | e |

En Camacani los valores variaron entre 2.62 a 4.29 g, donde las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) sobresalieron con pesos de 4.09 y 4.05 g, mientras que en Illpa los valores variaron entre 2.64 y 4.44, donde sobresalieron las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con pesos de 4 y 3.93 g, estos resultados difieren de los obtenidos por Flores (2017), quien evaluó el mismo material genético, donde reportó el promedio mayor con 3.80 g que obtuvo con la cruce Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL). Por otro lado Fernández *et al.* (2019), quienes trabajaron con ocho genotipos de quinua en condiciones de Amazonas (2495 msnm), reportaron mayores pesos de mil granos en ensayos con distanciamiento

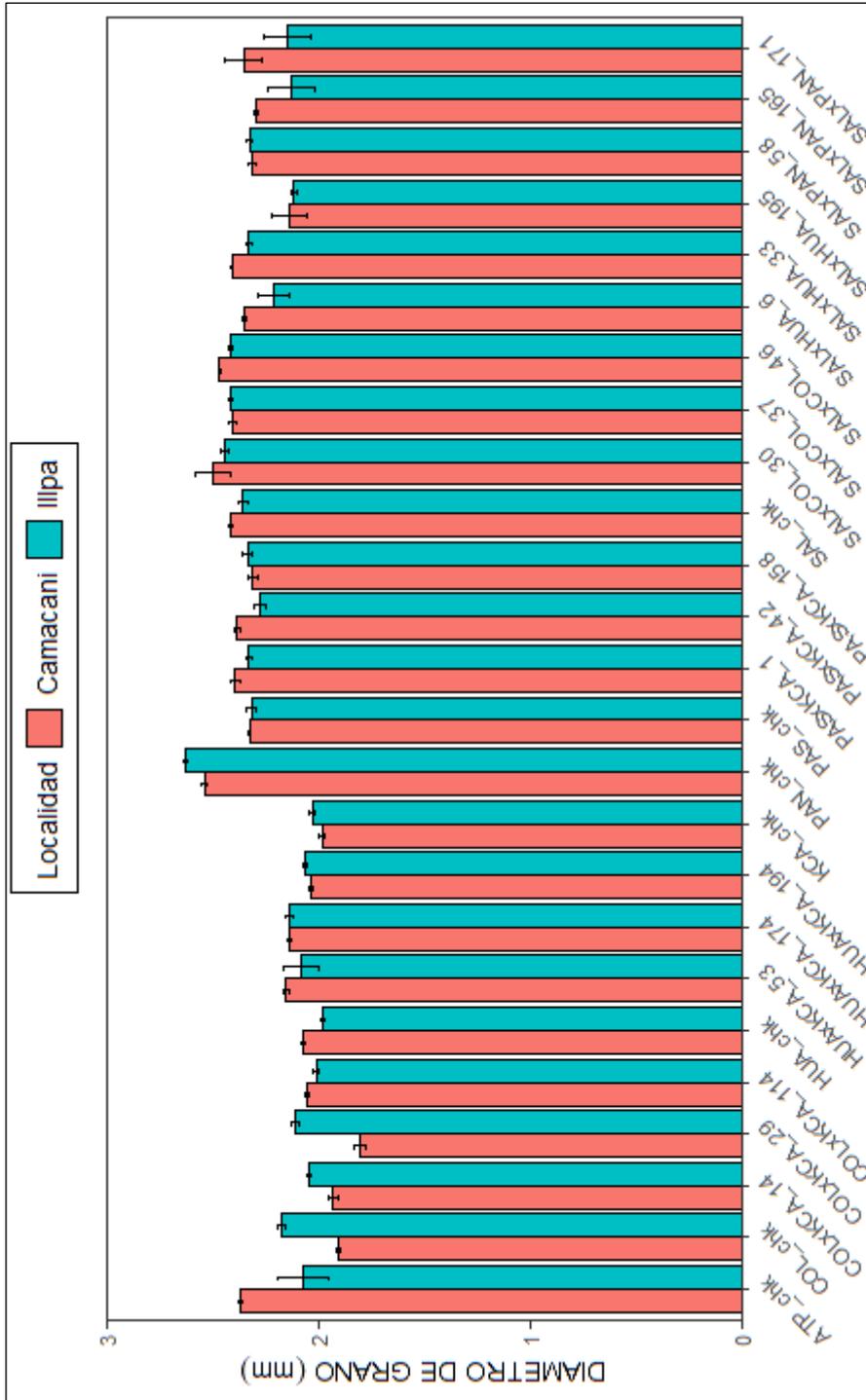


de 70 cm entre surcos. Sezen *et al.* (2016), quienes trabajaron en el campo de la Universidad Cukurova en Adana, Turquía reportaron el promedio mayor de mil granos con 3.5 g.

4.1.10. Diámetro de grano

En el análisis de varianza para el diámetro de grano en la Tabla 57, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 3.34% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 58, se puede observar que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 4.89%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 19, se observa los valores medios de la variable diámetro de grano; en la localidad de Camacani el genitor Pandela Rosada (PAN) registró el promedio mayor de diámetro con 2.54 mm, mostrando superioridad sobre el resto de genitores, progenies y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 2.50 y 2.47 mm respectivamente, siendo el genitor Negra Collana (COL) y la progenie Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29) las que registraron menores diámetros con 1.91 y 1.81 mm respectivamente, similar comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde el genitor Pandela Rosada (PAN) con 2.63 mm ratificó su superioridad numérica en diámetro sobre el resto de genitores, progenies y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 2.45 y 2.42 mm, siendo las progenies Negra Colla x Kcancolla 114 (COLxKCA 114) y Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29) las que registraron menores diámetros con 2.01 y 1.98 mm respectivamente.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 15. Comportamiento del diámetro de grano en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 19. Prueba de Scott-Knott al 5 % para diámetro de grano y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| PAN | 2.54 | a | PAN | 2.63 | a |
| SALxCOL 30 | 2.50 | a | SALxCOL 30 | 2.45 | b |
| SALxCOL46 | 2.47 | a | SALxCOL46 | 2.42 | b |
| SAL | 2.42 | b | SALxCOL 37 | 2.42 | b |
| SALxHUA 33 | 2.41 | b | SAL | 2.36 | b |
| SALxCOL 37 | 2.41 | b | PASxKCA 158 | 2.34 | b |
| PASxKCA 1 | 2.40 | b | PASxKCA 1 | 2.33 | b |
| PASxKCA 42 | 2.39 | b | SALxHUA 33 | 2.33 | b |
| ATP | 2.37 | b | SALxPAN 58 | 2.33 | b |
| SALxHUA 6 | 2.36 | b | PAS | 2.32 | b |
| SALxPAN 171 | 2.36 | b | PASxKCA 42 | 2.28 | b |
| PAS | 2.33 | b | SALxHUA 6 | 2.22 | c |
| SALxPAN 58 | 2.32 | b | ATP | 2.18 | c |
| PASxKCA 158 | 2.31 | b | SALxPAN 171 | 2.15 | c |
| SALxPAN 165 | 2.29 | b | HUAxKCA 174 | 2.14 | c |
| HUAxKCA 53 | 2.15 | c | SALxPAN 165 | 2.13 | c |
| HUAxKCA 174 | 2.14 | c | SALxHUA 195 | 2.12 | c |
| SALxHUA 195 | 2.13 | c | HUA | 2.11 | c |
| HUA | 2.07 | c | HUAxKCA 53 | 2.09 | c |
| COLxKCA 114 | 2.05 | c | COL | 2.08 | c |
| HUAxKCA 194 | 2.03 | c | HUAxKCA 194 | 2.07 | c |
| KCA | 1.98 | d | COLxKCA 14 | 2.05 | c |
| COLxKCA 14 | 1.93 | d | KCA | 2.04 | c |
| COL | 1.91 | d | COLxKCA 114 | 2.01 | c |
| COLxKCA 29 | 1.81 | e | COLxKCA 29 | 1.98 | c |

En Camacani los valores variaron entre 1.81 a 2.54 mm, donde las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) sobresalieron con diámetros de 2.50 y 2.47 mm, mientras que en Illpa los valores variaron entre 1.98 a 2.63 mm, donde sobresalieron las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 2.45 y 2.42 mm. Similares resultados fueron encontrados por Choquechambi (2016), en su estudio con cruza simples de quinua, quien reportó el promedio mayor de 2.38 mm que obtuvo con la cruza Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL). Así mismo, Flores (2017), en su investigación con el mismo material genético, reportó el promedio mayor de 2.20 mm que obtuvo con la cruza Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL). Por

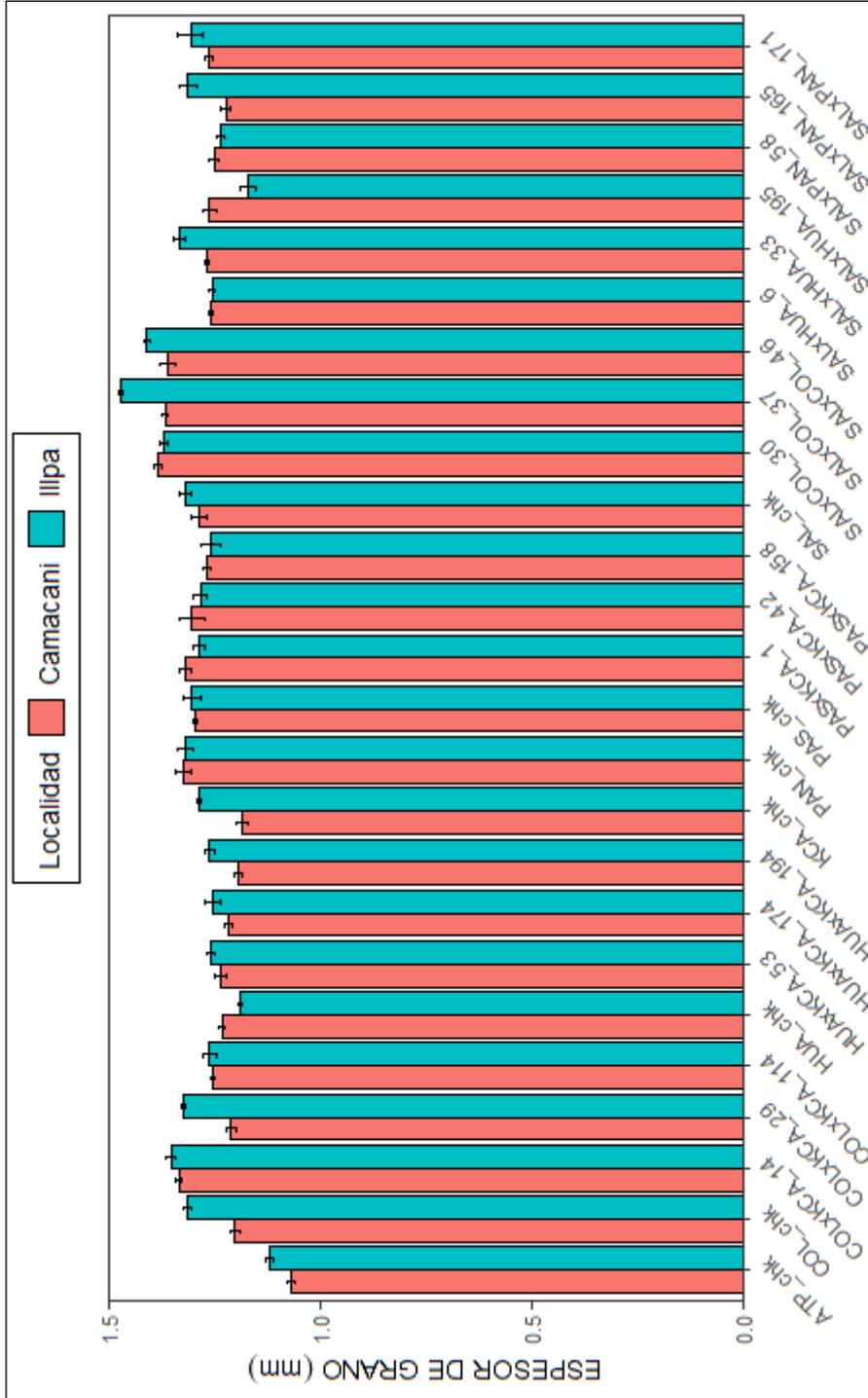


otro lado Rojas (2018), en su investigación de 100 accesiones de quinua en condiciones de Ayacucho (3320 msnm), reportó el rango de variación de diámetro entre los valores de 1.60 a 2.23 mm. Carcasi *et al.* (2014), reportaron diámetros de grano con 2.36 mm.

4.1.11. Espesor del grano

En el análisis de varianza para la variable espesor de grano en la Tabla 59, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 3.21% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 60, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 3.73%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 20, se observa los valores medios de la variable espesor de grano; en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) registró el promedio mayor de espesor con 1.38 mm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37), Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) que registraron promedios de 1.37 y 1.36 mm respectivamente, siendo el testigo Altiplano (ATP) el que registró un promedio menor con 1.07 mm, en cuanto a la localidad de Illpa, la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) registró el promedio mayor con 1.48 mm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) con 1.41, 1.37 y 1.36 mm respectivamente, siendo nuevamente el testigo Altiplano (ATP) el que ratifica su comportamiento y un promedio menor de espesor de grano con 1.12 mm.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 16. Comportamiento del espesor de grano en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 20. Prueba de Scott-Knott al 5 % para espesor de grano y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxCOL 30 | 1.38 | a | SALxCOL 37 | 1.48 | a |
| SALxCOL 37 | 1.37 | a | SALxCOL 46 | 1.41 | a |
| SALxCOL 46 | 1.36 | a | SALxCOL 30 | 1.37 | b |
| COLxKCA 14 | 1.34 | b | COLxKCA 14 | 1.36 | b |
| PAN | 1.32 | b | SALxHUA 33 | 1.33 | b |
| PASxKCA 1 | 1.32 | b | COLxKCA 29 | 1.33 | b |
| PASxKCA 42 | 1.30 | b | PAN | 1.32 | b |
| PAS | 1.30 | b | SAL | 1.32 | b |
| SAL | 1.29 | b | COL | 1.32 | b |
| PASxKCA 158 | 1.27 | c | SALxPAN 165 | 1.31 | b |
| SALxHUA 33 | 1.27 | c | SALxPAN 171 | 1.31 | b |
| SALxPAN 171 | 1.26 | c | PAS | 1.31 | b |
| SALxHUA 195 | 1.26 | c | KCA | 1.29 | c |
| SALxHUA 6 | 1.26 | c | PASxKCA 1 | 1.29 | c |
| COLxKCA114 | 1.26 | c | PASxKCA 42 | 1.29 | c |
| SALxPAN 58 | 1.25 | c | HUAxKCA 194 | 1.26 | c |
| HUAxKCA 53 | 1.24 | c | COLxKCA 114 | 1.26 | c |
| HUA | 1.23 | c | HUAxKCA 53 | 1.26 | c |
| SALxPAN 165 | 1.23 | c | SALxHUA 6 | 1.26 | c |
| HUAxKCA 174 | 1.22 | d | PASxKCA 158 | 1.26 | c |
| COLxKCA 29 | 1.21 | d | HUAxKCA 174 | 1.26 | c |
| COL | 1.20 | d | SALxPAN 58 | 1.24 | c |
| HUAxKCA 194 | 1.20 | d | HUA | 1.19 | d |
| KCA | 1.18 | d | SALxHUA 195 | 1.17 | d |
| ATP | 1.07 | e | ATP | 1.12 | d |

En Camacani los valores de espesor de grano variaron entre 1.07 a 1.38 mm, donde las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) sobresalieron con 1.38 y 1.37 mm, mientras que en Illpa, los valores variaron entre 1.12 a 1.48 mm, donde sobresalieron las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 1.48 y 1.41 mm, cabe destacar que estos resultados difieren de los reportados por Apaza (2014), en su investigación con el mismo material genético en condiciones de Arequipa (2399 msnm), reportó el promedio mayor de 1.51 mm que obtuvo con la cruce Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA). Así mismo Domínguez (2014), en su investigación reportó el promedio mayor de 0.95 mm que obtuvo con la

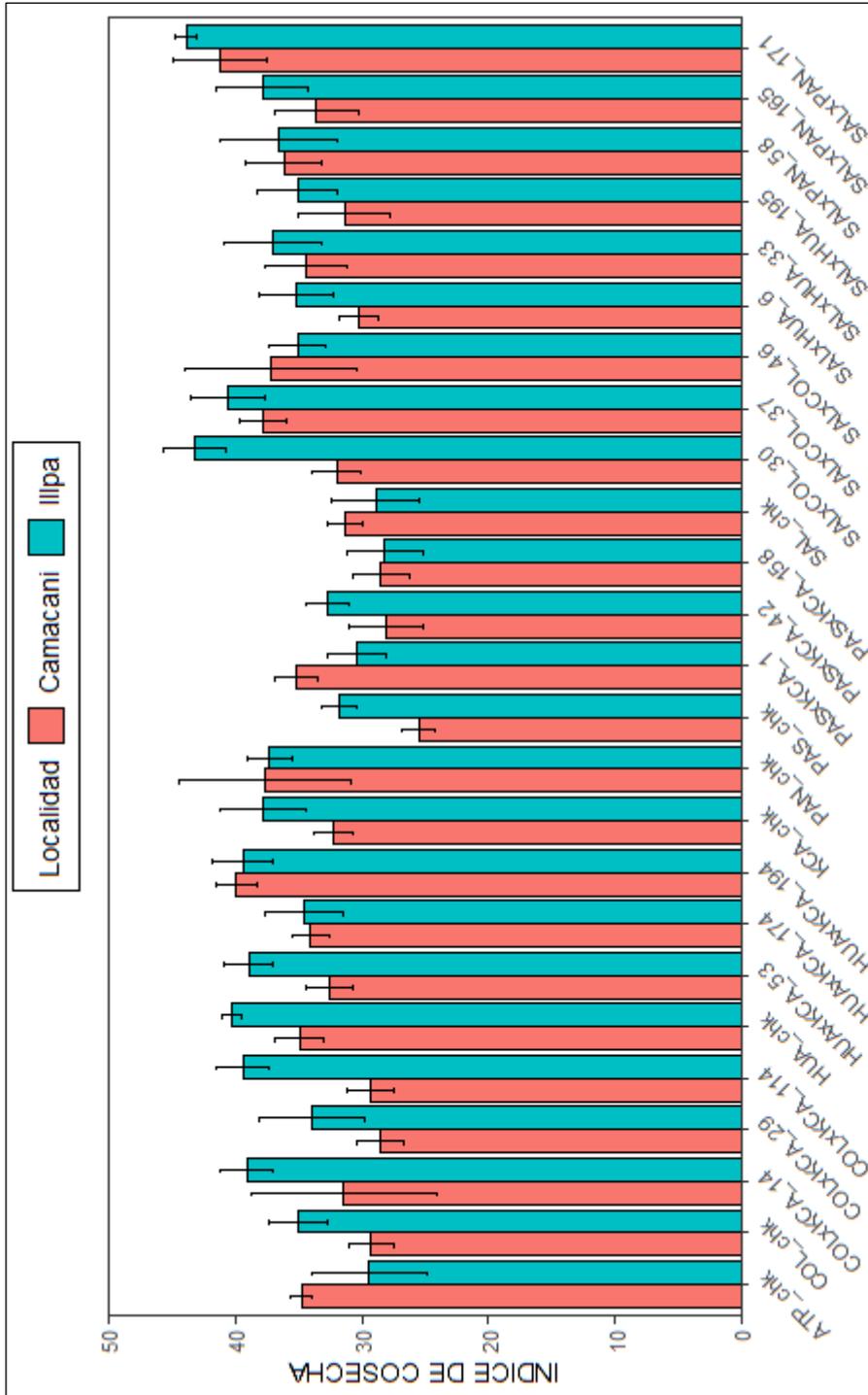


crucza Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL). Por otro lado Carcasi *et al.* (2014), en su investigación reportaron medias de 1.06 mm de espesor de grano.

4.1.12. Índice de cosecha

En el análisis de varianza para el índice de cosecha en la Tabla 61, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existe diferencias significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 18.22% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 62, se observa que sí existen diferencias altamente significativas entre bloques y altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 13.64%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 21, se observa los valores medios de la variable índice de cosecha; en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor con 41.2 % mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) y Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con 39.9 y 37.8 % respectivamente, siendo la progenie Pasankalla x Kcancolla 42 (PASxKCA 42) y el genitor Pasankalla (PAS) las que registraron menores promedios con 28.1 y 25.5 % respectivamente, similar comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor con 43.9 %, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con 43.2 y 40.6 % respectivamente, siendo el genitor Salcedo INIA y la progenie Pasankalla x Kcancolla 158 (PASxKCA 158) las que registraron menor promedio de índice de cosecha con 28.9 y 28.2 % respectivamente.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 17. Comportamiento del índice de cosecha en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 21. Prueba de Scott-Knott al 5 % para índice de cosecha y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxPAN 171 | 41.2 | a | SALxPAN 171 | 43.9 | a |
| HUAxKCA 194 | 39.9 | a | SALxCOL 30 | 43.2 | a |
| SALxCOL 37 | 37.8 | a | SALxCOL 37 | 40.6 | a |
| SALxCOL 46 | 37.6 | a | HUA | 40.3 | a |
| PAN | 37.1 | a | HUAxKCA 194 | 39.4 | a |
| SALxPAN 58 | 36.2 | a | COLxKCA 114 | 39.4 | a |
| PASxKCA 1 | 35.2 | a | HUAxKCA 53 | 39.1 | a |
| SALxPAN 165 | 35.1 | a | COLxKCA 14 | 39.0 | a |
| HUA | 34.9 | a | SALxPAN 165 | 37.9 | a |
| ATP | 34.8 | a | KCA | 37.8 | a |
| SALxHUA 33 | 34.4 | a | PAN | 37.3 | a |
| HUAxKCA 174 | 34.1 | a | SALxHUA 33 | 37.1 | a |
| HUAxKCA 53 | 32.6 | b | SALxPAN 58 | 36.6 | a |
| KCA | 32.3 | b | SALxHUA 6 | 35.2 | b |
| SALxCOL 30 | 32.0 | b | SALxHUA 195 | 35.1 | b |
| SALxHUA 195 | 31.4 | b | SALxCOL 46 | 35.1 | b |
| SAL | 31.3 | b | HUAxKCA 174 | 35.0 | b |
| SALxHUA 6 | 30.3 | b | COL | 34.6 | b |
| COLxKCA 14 | 29.8 | b | COLxKCA 29 | 34.0 | b |
| COLxKCA 114 | 29.4 | b | PASxKCA 42 | 32.7 | b |
| COL | 29.3 | b | PAS | 31.7 | b |
| COLxKCA 29 | 28.5 | b | PASxKCA 1 | 30.4 | b |
| PASxKCA 158 | 28.5 | b | ATP | 29.4 | b |
| PASxKCA 42 | 28.1 | b | SAL | 28.9 | b |
| PAS | 25.5 | c | PASxKCA 158 | 28.2 | b |

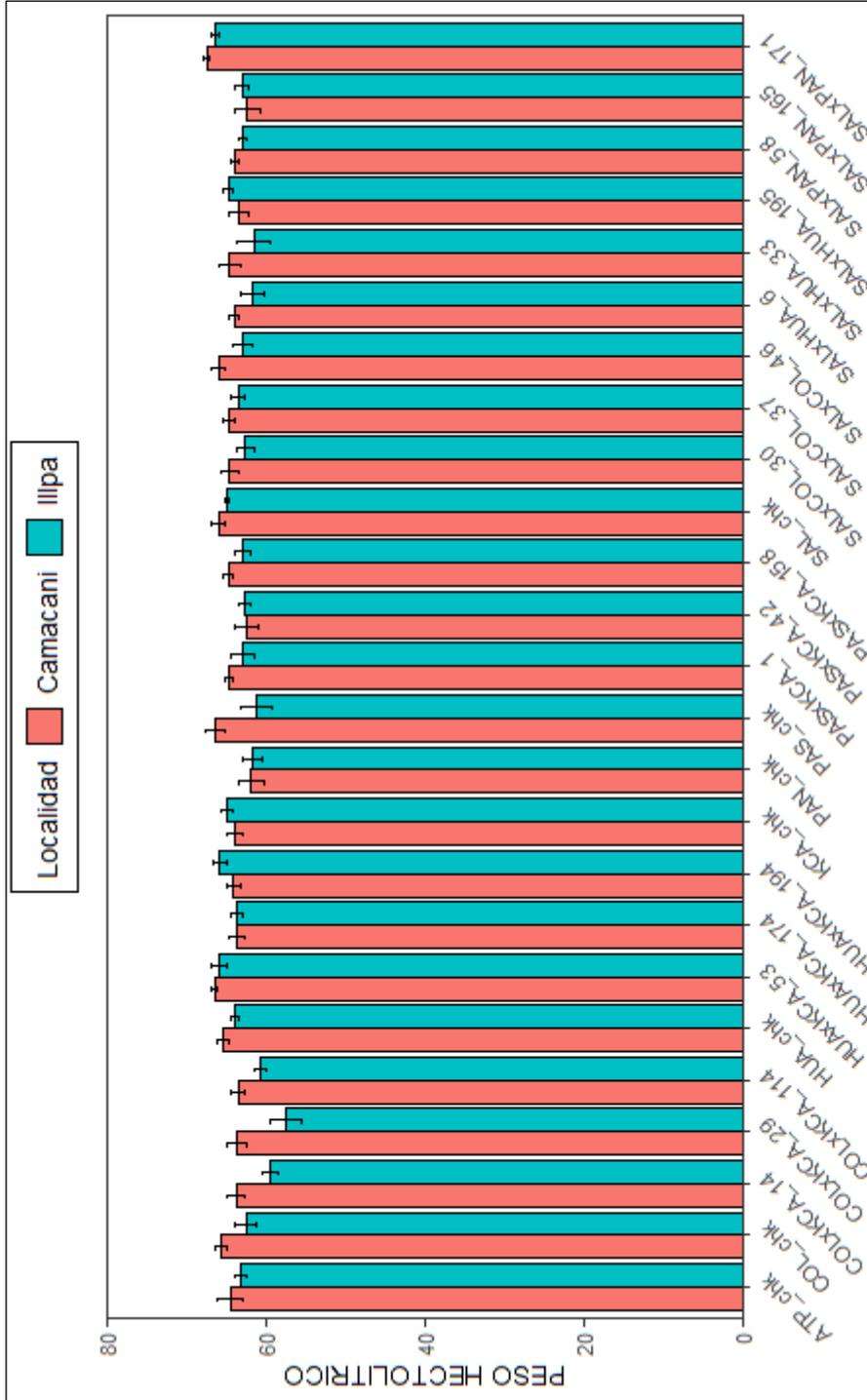
Esta variable mide la producción de materia seca por la cantidad de grano producido, es un parámetro excelente para evaluar el reparto de materia seca y la eficiencia de las plantas. En este estudio el mayor índice de cosecha se obtuvo con la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) tanto en Camacani como en Illpa con promedios de 41.2 y 43.9 % respectivamente, al respecto Apaza (2014), en su estudio con el mismo material genético, reportó el mayor índice de cosecha con 26.12 %, que obtuvo con la cruce Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA). Por otro lado Maliro *et al.* (2017), quienes trabajaron con genotipos de quinua en dos localidades (Bunda y Bembeke), en Malawi al sur-este de África, obtuvieron rangos de índice que varió entre 9 a 55% y 20 a 50% respectivamente.



4.1.13. Peso hectolitrico

En el análisis de varianza para la variable peso hectolitrico en la Tabla 63, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 3.04 % en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 64, se puede observar que, si existen diferencias significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación 3.51 %.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 22, se observa los valores medios de la variable peso hectolitrico; en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor con 67.5 kg/hl, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) y Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174) con 66.5 y 66.4 kg/hl respectivamente, siendo el genitor Pandela Rosada (PAN) y la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165) las que registraron menor peso con 61.9 kg/hl, de manera similar en la localidad de Illpa, la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor con 66.5 kg/hl, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) y Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) que registraron promedios de 66 y 65.8 kg/hl respectivamente, siendo las progenies Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14) y Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29) las que registraron menores pesos con 59.5 y 57.5 kg/hl respectivamente. Existe una relación directa entre el peso del hectolitro de una progenie y su rendimiento, es decir que un grano bien desarrollado presenta un buen peso del hectolitro.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA)
- Altiplano (ATP)
- Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL)
- Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA)
- Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN)
- Salcedo INIA (SAL)
- Huariponcho (HUA)
- Pasankalla (PAS)
- Negra Collana (COL)
- Kcancolla (KCA)
- Pandela Rosada (PAN)

Figura 18. Comportamiento del peso hectolitrico en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 22. Prueba de Scott-Knott al 5 % para peso hectolitrico y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxPAN 171 | 67.5 | a | SALxPAN 171 | 66.5 | a |
| HUAxKCA 53 | 66.5 | a | HUAxKCA 53 | 66.0 | a |
| HUAxKCA 174 | 66.4 | a | HUAxKCA 194 | 65.8 | a |
| SAL | 66.0 | a | KCA | 64.9 | a |
| SALxCOL 46 | 66.0 | a | SAL | 64.9 | a |
| COL | 65.7 | a | SALxHUA 195 | 64.8 | a |
| HUA | 65.4 | a | HUA | 63.9 | a |
| PASxKCA 1 | 64.7 | b | HUAxKCA 174 | 63.7 | a |
| PASxKCA 158 | 64.7 | b | SALxCOL 37 | 63.5 | a |
| SALxHUA 33 | 64.6 | b | ATP | 63.1 | a |
| SALxCOL 30 | 64.6 | b | SALxPAN 165 | 63.1 | a |
| SALxCOL 37 | 64.6 | b | SALxCOL 46 | 63.0 | a |
| ATP | 64.5 | b | SALxPAN 58 | 63.0 | a |
| HUAxKCA 194 | 64.1 | b | PASxKCA 158 | 62.9 | a |
| SALxPAN 58 | 64.0 | b | PASxKCA 1 | 62.9 | a |
| SALxHUA 6 | 64.0 | b | PASxKCA 42 | 62.8 | a |
| KCA | 63.9 | b | SALxCOL 30 | 62.6 | a |
| COLxKCA 14 | 63.8 | b | COL | 62.6 | a |
| PAS | 63.7 | b | SALxHUA 6 | 61.8 | b |
| COLxKCA 29 | 63.7 | b | PAN | 61.7 | b |
| COLxKCA 114 | 63.5 | b | SALxHUA 33 | 61.5 | b |
| SALxHUA 195 | 63.4 | b | PAS | 61.3 | b |
| PASxKCA 42 | 62.5 | b | COLxKCA 114 | 60.8 | b |
| PAN | 61.9 | b | COLxKCA 14 | 59.5 | b |
| SALxPAN 165 | 61.9 | b | COLxKCA 29 | 57.5 | b |

Esta variable se realizó sobre muestras libres de impurezas, en Camacani la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) presentó el mejor promedio de peso hectolitrico con 67.5 kg/hl, de manera similar en Illpa la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) registró el promedio mayor con 66.5 kg/hl, posiblemente exista menores granos chupados o arrugados. Así mismo Flores (2017), en su trabajo de investigación quien evaluó el mismo material genético, en similares condiciones medio ambientales, reportó el promedio mayor de 67.99 kg/hl, que obtuvo con la cruce Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA). Por otro lado Arcaya (2018), en su trabajo de investigación quien evaluó tres variedades de quinua, obtuvo promedios de 72.8, 69.2 y 68 kg/hl. Calderón y Guarachi, (2009), al evaluar el peso hectolitrico de

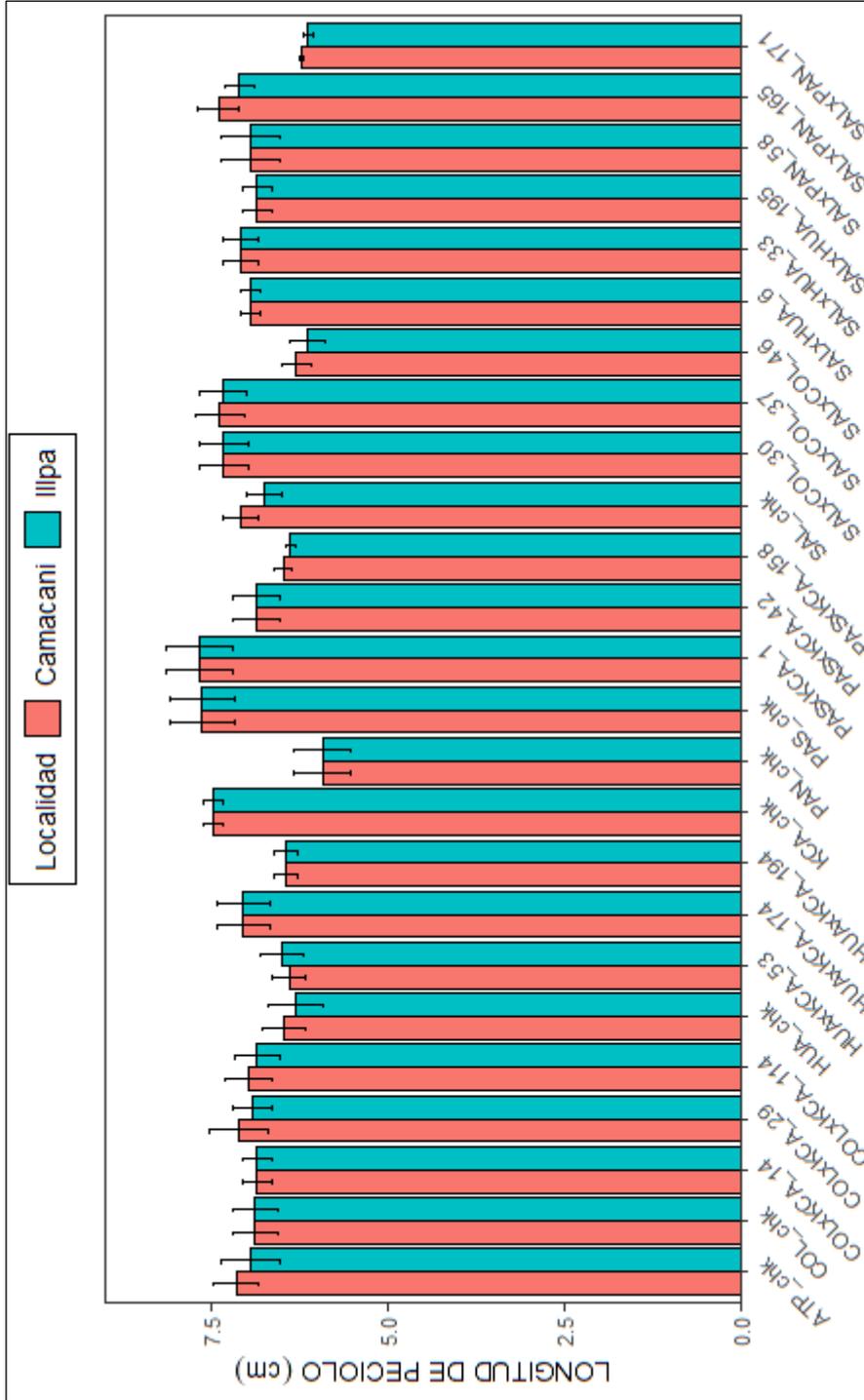


ecotipos de quinua, obtuvo el peso mayor de 68.38 kg/hl. Las semillas maduras y libres de impurezas presentan un peso hectolitrico mayor que las semillas mal formadas o inmaduras.

4.1.14. Longitud del peciolo

En el análisis de varianza para la variable longitud del peciolo en la Tabla 65, se observa que, si existen diferencias altamente significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 7.93% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 66, se observa que, si existen diferencias significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.57%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia del comportamiento de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 23, se observa los valores medios de la variable longitud del peciolo; en la localidad de Camacani la progenie Pasanakalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) registró el promedio mayor de longitud del peciolo con 7.68 cm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, así mismo los genitores Pasankalla (PAS) y Kcancolla (KCA) registraron promedios de 7.63 y 7.48 cm respectivamente, siendo la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) y el genitor Pandela Rosada (PAN) las que registraron las menores longitudes con 6.23 y 5.93 cm respectivamente, el mismo comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde la progenie Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) con 7.67 cm ratifica su superioridad en longitud de peciolo sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de los genitores Pasankalla (PAS) y Kcancolla (KCA) con 7.62 y 7.45 cm respectivamente, siendo nuevamente el genitor Pandela Rosada (PAN) la que ratifica su comportamiento y menor longitud de peciolo con 5.92 cm.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 19. Comportamiento de longitud del pedicelo en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 23. Prueba de Scott-Knott al 5 % para longitud de peciolo y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| PASxKCA 1 | 7.68 | a | PASxKCA 1 | 7.67 | a |
| PAS | 7.63 | a | PAS | 7.62 | a |
| KCA | 7.48 | a | KCA | 7.45 | a |
| SALxPAN 165 | 7.40 | a | SALxCOL 37 | 7.33 | a |
| SALxCOL 37 | 7.38 | a | SALxCOL 30 | 7.33 | a |
| SALxCOL 30 | 7.33 | a | SALxPAN 165 | 7.10 | a |
| ATP | 7.15 | a | SALxHUA 33 | 7.08 | a |
| COLxkCA 29 | 7.10 | a | HUAxKCA 174 | 7.05 | a |
| SAL | 7.08 | a | SALxHUA 6 | 6.95 | a |
| SALxHUA 33 | 7.08 | a | SALxPAN 58 | 6.95 | a |
| HUAxKCA 174 | 7.05 | a | ATP | 6.95 | a |
| COLxkCA 114 | 6.98 | a | COLxkCA 29 | 6.93 | a |
| SALxHUA 6 | 6.95 | a | COL | 6.88 | a |
| SALxPAN 58 | 6.95 | a | PASxKCA 42 | 6.85 | a |
| COL | 6.88 | a | COLxKCA 14 | 6.85 | a |
| PASxKCA 42 | 6.85 | a | COLxkCA 114 | 6.85 | a |
| COLxKCA 14 | 6.85 | a | SALxHUA 195 | 6.85 | a |
| SALxHUA 195 | 6.85 | a | SAL | 6.75 | a |
| PASxKCA 158 | 6.48 | b | HUAxKCA 53 | 6.50 | b |
| HUA | 6.48 | b | HUAxKCA 194 | 6.45 | b |
| HUAxKCA 194 | 6.45 | b | PASxKCA 158 | 6.38 | b |
| HUAxKCA 53 | 6.40 | b | HUA | 6.30 | b |
| SALxCOL 46 | 6.30 | b | SALxPAN 171 | 6.13 | b |
| SALxPAN 171 | 6.23 | b | SALxCOL 46 | 6.13 | b |
| PAN | 5.93 | c | PAN | 5.92 | c |

El rango de variación de longitud del peciolo en Camacani, está entre los valores de 5.93 a 7.68 cm, que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) respectivamente, así mismo en Illpa se registraron entre los valores de 5.92 a 7.67 cm, que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) respectivamente. Similares resultados fueron obtenidos por Domínguez (2014), en su trabajo de investigación de caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S4, procedentes de cruza simples en condiciones de Arequipa, donde registró las medias de 5.68, 7.70, 7.13, 7.50, 7.68 y 6.84 cm para las cruza de Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA), Pasankalla x kcancolla

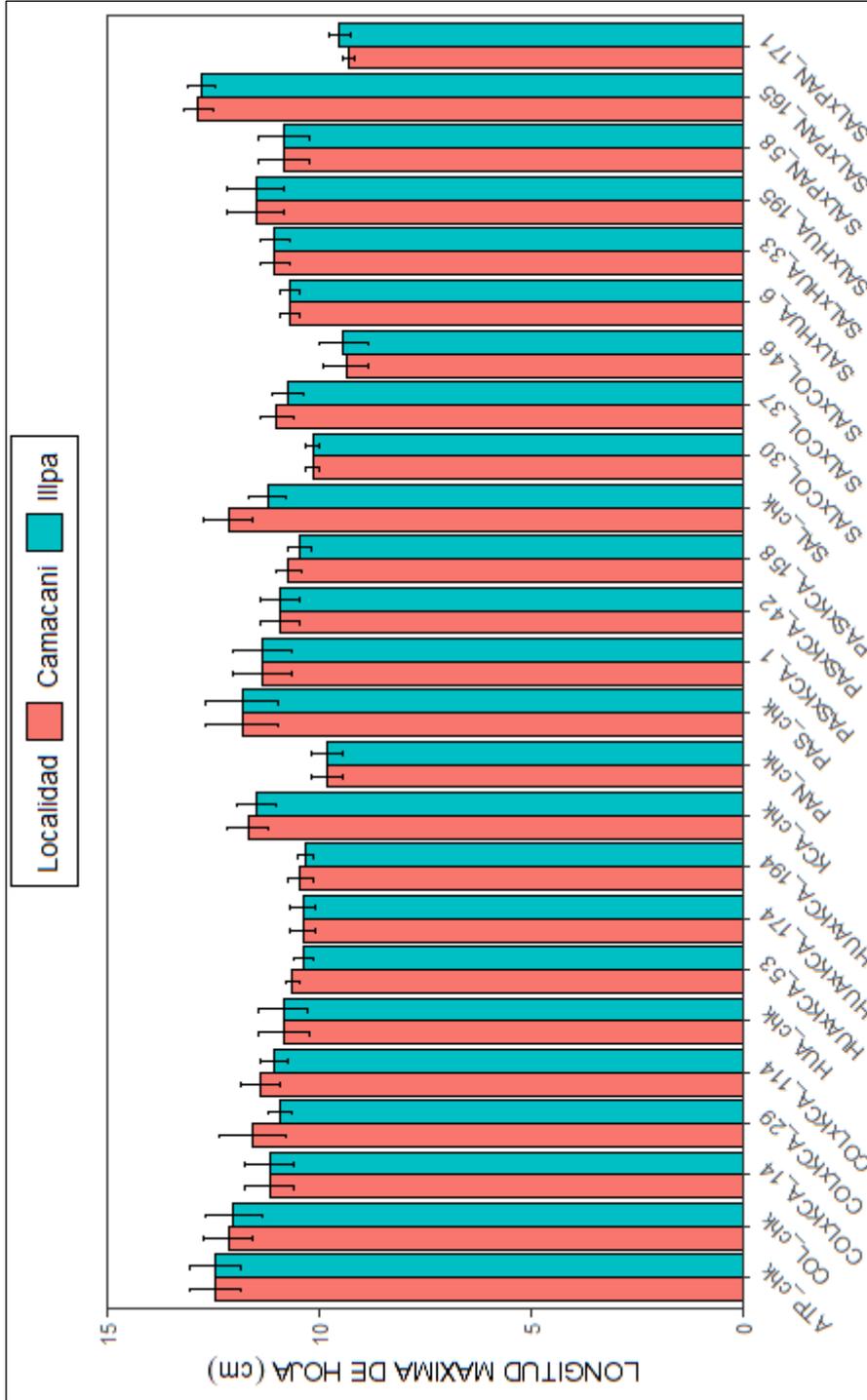


(PASxKCA), Salcedo INIA x Pandela (SALxPAN), Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) y Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) respectivamente.

4.1.15. Longitud máxima de la hoja

En el análisis de varianza para la longitud máxima de la hoja en la Tabla 67, se observa que sí existen diferencias significativas entre bloques y diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.76% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 68, se puede observar que no existen diferencias significativas entre bloques, pero si existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.63%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo de cada localidad. En la Tabla 24, se muestran los valores medios de la variable longitud máxima de la hoja; en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165) registró el promedio mayor de longitud con 12.85 cm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del testigo Altiplano (ATP) y del genitor Salcedo INIA (SAL) con 12.48 y 12.15 cm respectivamente, siendo las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) las que registraron las menores longitudes con 9.35 y 9.30 cm respectivamente, el mismo comportamiento mostraron en la localidad de Illpa, donde la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165) con 12.78 cm ratificó su superioridad en longitud máxima de la hoja sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del testigo Altiplano (ATP) y del genitor Negra Collana (COL) con 12.44 y 12.03 cm respectivamente, siendo nuevamente las progenies Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) las que ratifican su comportamiento y menores longitudes con 9.53 y 9.43 cm respectivamente.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 20. Comportamiento de longitud máxima de la hoja en progenies, genitores y testigo. (Campana agrícola 2018-2019).

Tabla 24. Prueba de Scott-Knott al 5 % para longitud máxima de la hoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxPAN 165 | 12.85 | a | SALxPAN 165 | 12.78 | a |
| ATP | 12.48 | a | ATP | 12.44 | a |
| SAL | 12.15 | a | COL | 12.03 | a |
| COL | 12.15 | a | PAS | 11.83 | a |
| PAS | 11.83 | a | SALxHUA 195 | 11.50 | a |
| KCA | 11.68 | a | KCA | 11.48 | a |
| COLxKCA 29 | 11.58 | a | PASxKCA 1 | 11.35 | a |
| SALxHUA 195 | 11.50 | a | SAL | 11.23 | a |
| COLxKCA 114 | 11.38 | a | COLxKCA 14 | 11.18 | a |
| PASxKCA 1 | 11.35 | a | COLxKCA 114 | 11.08 | a |
| COLxKCA 14 | 11.18 | a | SALxHUA 33 | 11.05 | a |
| SALxHUA 33 | 11.05 | b | COLxKCA 29 | 10.93 | b |
| SALxCOL 37 | 11.00 | b | PASxKCA 42 | 10.93 | b |
| PASxKCA 42 | 10.93 | b | HUA | 10.85 | b |
| HUA | 10.83 | b | SALxPAN 58 | 10.83 | b |
| SALxPAN 58 | 10.83 | b | SALxCOL 37 | 10.73 | b |
| PASxKCA 158 | 10.73 | b | SALxHUA 6 | 10.70 | b |
| SALxHUA 6 | 10.70 | b | PASxKCA 158 | 10.48 | b |
| HUAxKCA 53 | 10.63 | b | HUAxKCA 174 | 10.38 | b |
| HUAxKCA 194 | 10.45 | b | HUAxKCA 53 | 10.38 | b |
| HUAxKCA 174 | 10.38 | b | HUAxKCA 194 | 10.33 | b |
| SALxCOL 30 | 10.15 | b | SALxCOL 30 | 10.15 | b |
| PAN | 9.83 | c | PAN | 9.82 | c |
| SALxCOL 46 | 9.35 | c | SALxPAN 171 | 9.53 | c |
| SALxPAN 171 | 9.30 | c | SALxCOL 46 | 9.43 | c |

El rango de variación de longitud máxima de la hoja en la localidad de Camacani, se registró entre los valores 9.30 a 12.85 cm, que corresponden a las progenies Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) y Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165), así mismo en la localidad de Illpa, se registró entre los valores 9.43 a 12.78 cm, que corresponden a las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165). Por otro lado Domínguez (2014), en su trabajo de investigación de caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S4, procedentes de cruza simples en condiciones de Arequipa, registró las medidas de 6.93, 7.56, 7.67, 8.20, 7.89 y 7.52 cm para las cruza de Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA),



Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA), Salcedo INIA x Pandela (SALxPAN), Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) y Salcedo x Negra Collana (SALxCOL) respectivamente, estos resultados difieren a los obtenidos en esta investigación.

4.1.16. Ancho máximo de la hoja

En el análisis de varianza para la variable ancho máximo de la hoja, en la Tabla 69, se observa que entre bloques no existe diferencia significativa, sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencia altamente significativa, teniendo como coeficiente de variación 9.33% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 70, se observa que entre bloques no existe diferencia significativa, sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.73%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 25, se observa los valores medios de la variable ancho máximo de la hoja; en la localidad de Camacani el genitor Salcedo INIA (SAL) registró el promedio mayor de 12.1 cm, mostrando superioridad numérica sobre el resto de genitores, progenies y testigo, seguido del testigo Altiplano (ATP) y del genitor Negra Collana (COL) con 11.1 y 10 cm respectivamente, siendo las progenies Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) las que registraron promedios menores con 8.6 y 8.5 cm, en cuanto a la localidad de Illpa, el genitor Negra Collana (COL) registró el promedio mayor con 11.1 cm, mostrando superioridad numérica sobre el resto genitores, progenies y testigo, seguido del testigo Altiplano (ATP) y del genitor Kcancolla (KCA) con 11 y 10.7 cm respectivamente, siendo las progenies Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con 8.7 y 8.6 cm, las que registraron promedios menores.

Tabla 25. Prueba de Scott-Knott al 5 % para ancho máximo de la hoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SAL | 12.1 | a | COL | 11.1 | a |
| ATP | 11.1 | a | ATP | 11.0 | a |
| COL | 11.0 | a | KCA | 10.7 | a |
| KCA | 10.8 | a | PAS | 10.4 | a |
| COLxKCA 114 | 10.5 | a | SAL | 10.4 | a |
| PAS | 10.4 | a | SALxPAN 165 | 10.4 | a |
| SALxPAN 165 | 10.4 | a | PASxKCA 42 | 10.3 | a |
| PASxKCA 42 | 10.3 | a | COLxKCA 114 | 10.2 | a |
| SALxPAN 58 | 10.1 | a | SALxPAN 58 | 10.1 | a |
| SALxHUA 6 | 10.1 | a | SALxHUA 6 | 10.1 | a |
| PASxKCA 1 | 10.1 | a | PASxKCA 1 | 10.0 | a |
| COLxKCA 14 | 9.9 | b | COLxKCA 14 | 9.9 | a |
| COLxKCA 29 | 9.8 | b | SALxCOL 37 | 9.7 | b |
| SALxCOL 37 | 9.7 | b | PASxKCA 158 | 9.6 | b |
| PASxKCA 158 | 9.7 | b | SALxHUA195 | 9.4 | b |
| SALxHUA195 | 9.4 | b | SALxHUA 33 | 9.3 | b |
| SALxHUA 33 | 9.3 | b | HUAxKCA 174 | 9.3 | b |
| HUAxKCA 174 | 9.3 | b | COLxKCA 29 | 9.2 | b |
| HUA | 9.2 | b | HUA | 9.2 | b |
| HUAxKCA 53 | 9.1 | b | HUAxKCA 53 | 9.1 | b |
| HUAxKCA 194 | 9.0 | b | PAN | 9.0 | b |
| PAN | 9.0 | b | HUAxKCA 194 | 8.9 | b |
| SALxCOL 30 | 8.8 | b | SALxCOL 30 | 8.9 | b |
| SALxPAN 171 | 8.6 | b | SALxPAN 171 | 8.7 | b |
| SALxCOL 46 | 8.5 | b | SALxCOL 46 | 8.6 | b |

El rango de variación de ancho máximo de la hoja en la localidad de Camacani se registró entre los valores 8.5 y 12.1 cm, que corresponde a la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 46 (SALxCOL 46) y al genitor Salcedo INIA (SAL) respectivamente, así mismo en la localidad de Illpa, se registró entre los valores de 8.6 y 11.1 cm que corresponde a la línea Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y al genitor Negra Collana (COL). Por otro lado Domínguez (2014), en su trabajo de investigación de caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S4, procedentes de cruza simples en condiciones de Arequipa, registró las medidas de 6.11, 7.54, 7.30, 7.60, 7.24 y 6.43 cm para las cruza de Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA), Pasankalla x kcancolla (PASxKCA), Salcedo INIA x

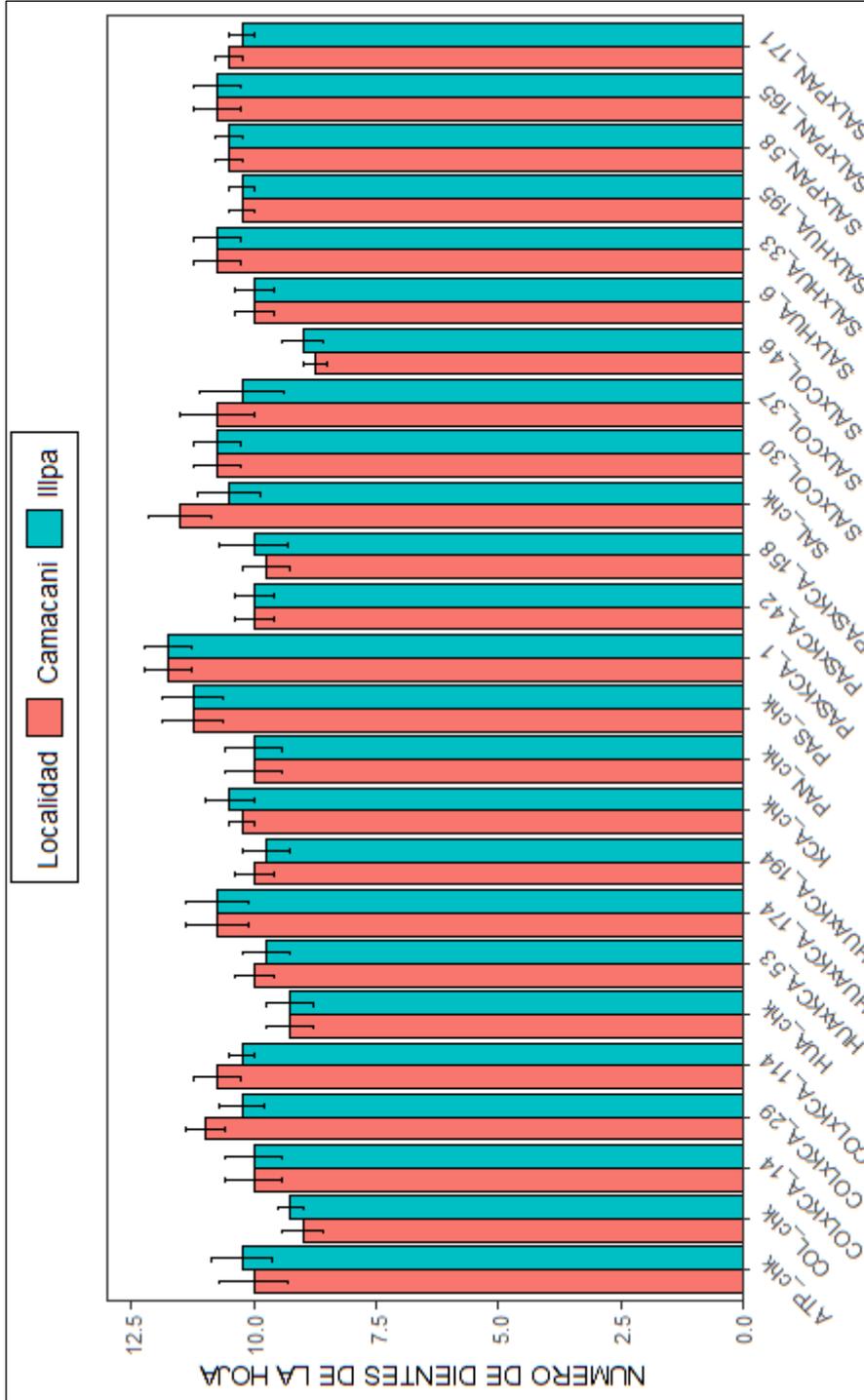


Pandela (SALxPAN), Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) y Salcedo x Negra Collana (SALxCOL) respectivamente, estos resultados difieren a los obtenidos en la presente investigación.

4.1.17. Número de dientes de la hoja

En el análisis de varianza para el número de dientes de la hoja en la Tabla 71, se observa que entre bloques si existe diferencia significativa y diferencia altamente significativa entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 8.97% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 72, se observa que entre bloques no existe diferencia significativa, así mismo para tratamientos en estudio, no existe diferencia significativa, teniendo como coeficiente de variación 9.81%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%), se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 26, se observan los valores medios de la variable número de dientes de la hoja; en la localidad de Camacani la progenie Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) registró el promedio mayor de número de dientes con 11.8, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de los genitores Salcedo INIA (SAL) y Pasankalla (PAS) con 11.5 y 11.3 respectivamente, siendo el genitor Negra collana (COL) y la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) las que registraron promedios menores con 9 y 8.8 dientes, en cuanto a la localidad de Illpa, la progenie Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) registró el promedio mayor de número de dientes con 11.8, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido del genitor Pasankalla (PAS) y la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) con 11.3 y 10.8 respectivamente, siendo el genitor Huariponcho (HUA) y la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) las que registraron promedios menores con 9.3 y 9 dientes respectivamente.



Leyenda

- Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA) - Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN) - Salcedo INIA (SAL) - Negra Collana (COL)
- Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) - Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA) - Huariponcho (HUA) - Kcancolla (KCA)
- Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA) - Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL) - Pasankalla (PAS) - Pandela Rosada (PAN)
- Altiplano (ATP)

Figura 22. Número de dientes de la hoja en progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

Tabla 26. Prueba de Scott-Knott al 5 % para número de dientes de la hoja y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| PASxKCA 1 | 11.8 | a | PASxKCA 1 | 11.8 | a |
| SAL | 11.5 | a | PAS | 11.3 | a |
| PAS | 11.3 | a | SALxCOL 30 | 10.8 | a |
| COLxKCA 29 | 11.0 | a | HUAxKCA 174 | 10.8 | a |
| SALxCOL 37 | 10.9 | a | SALxPAN 165 | 10.8 | a |
| SALxCOL 30 | 10.8 | a | HUAxKCA 33 | 10.8 | a |
| HUAxKCA 174 | 10.8 | a | SALxPAN 58 | 10.5 | a |
| SALxPAN 165 | 10.8 | a | SAL | 10.5 | a |
| COLxKCA 114 | 10.7 | a | KCA | 10.5 | a |
| HUAxKCA 33 | 10.6 | a | SALxPAN 171 | 10.3 | a |
| SALxPAN 58 | 10.5 | a | SALxCOL 37 | 10.3 | a |
| SALxPAN 171 | 10.5 | a | COLxKCA 114 | 10.3 | a |
| KCA | 10.3 | b | COLxKCA 29 | 10.3 | a |
| SALxHUA 195 | 10.3 | b | SALxHUA 195 | 10.3 | a |
| HUAxKCA 194 | 10.2 | b | ATP | 10.3 | a |
| CLxKCA 14 | 10.1 | b | PASxKCA 158 | 10.1 | a |
| SALxHUA 6 | 10.1 | b | CLxKCA 14 | 10.1 | a |
| PAN | 10.0 | b | SALxHUA 6 | 10.0 | a |
| ATP | 10.0 | b | PAN | 10.0 | a |
| PASxKCA 42 | 10.0 | b | PASxKCA 42 | 10.0 | a |
| HUAxKCA 53 | 10.0 | b | HUAxKCA 194 | 9.8 | a |
| PASxKCA 158 | 9.8 | b | HUAxKCA 53 | 9.8 | a |
| HUA | 9.3 | b | COL | 9.3 | a |
| COL | 9.0 | b | HUA | 9.3 | a |
| SALx COL 46 | 8.8 | b | SALxCOL 46 | 9.0 | b |

El rango de variación del número de dientes de la hoja en la localidad de Camacani, se registró entre los valores 8.8 y 11.8 dientes que corresponden a las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) respectivamente, así mismo en la localidad de Illpa, se registró entre los valores 9 y 11.7 dientes que corresponden a las progenies Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1) respectivamente. Por otro lado Domínguez (2014), en su trabajo de investigación de caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S4, procedentes de cruza simples en condiciones de Arequipa, registró número de dientes con 11.80, 13.30, 13.40, 14.30, 11.40 y 13.60 para las cruza de Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA),



Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA), Salcedo INIA x Pandela (SALxPAN), Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA) y Salcedo x Negra Collana (SALxCOL) respectivamente.

4.2. CALIDAD FÍSICA Y FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA

4.2.1. Pureza física

En el análisis de varianza para pureza de semilla, en la Tabla 73, se observa que entre bloques existe diferencia altamente significativa y diferencia altamente significativa entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 0.19% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 74, se observa que entre bloques no existe diferencia significativa, sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencia altamente significativa, teniendo como coeficiente de variación 0.25%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 27, se observa los valores medios de pureza de semilla; en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) registró el promedio mayor de pureza con 99.3 %, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de las progenies Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165) y Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) con 99.2 %, siendo la progenie Pasankalla x Kcancolla 42 (PASxKCA 42) y el genitor Pandela Rosada (PAN) las que registraron promedios menores de pureza con 98.8 y 98.6 %, en cuanto a la localidad de Illpa, las progenies Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) y Salcedo INIA x Huariponcho 195 (SALxHUA 195) registraron el promedio mayor con 99.4 %, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, siendo la progenie Pasankalla x Kcancolla 158 (PASxKCA 158) y el genitor Pandela Rosada (PAN) las que registraron promedios menores de pureza con 98.6 %.

Tabla 27. Prueba de Scott-Knott al 5 % para pureza de semilla y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxCOL 37 | 99.3 | a | HUAxKCA 194 | 99.4 | a |
| SALxPAN 165 | 99.2 | a | SALxHUA 195 | 99.4 | a |
| SALxCOL 30 | 99.2 | a | HUAxKCA 53 | 99.3 | a |
| SALxPAN 58 | 99.2 | a | SALxCOL 46 | 99.2 | a |
| SALxCOL 46 | 99.2 | a | KCA | 99.2 | a |
| SALxHUA 6 | 99.2 | a | COLxKCA 29 | 99.2 | a |
| SALxPAN 171 | 99.1 | a | COL | 99.2 | a |
| ATP | 99.1 | a | SALxHUA 6 | 99.2 | a |
| SALxHUA 195 | 99.1 | a | SALxPAN 58 | 99.1 | a |
| SALxHUA 33 | 99.1 | a | SALxPAN 165 | 99.1 | a |
| HUAxKCA 194 | 99.1 | a | COLxKCA 114 | 99.1 | a |
| HUAxKCA 174 | 99.0 | a | COLxKCA 14 | 99.1 | a |
| HUAxKCA 53 | 98.9 | b | SALxPAN 171 | 99.1 | a |
| COLxKCA 114 | 98.9 | b | HUAxKCA 174 | 99.0 | a |
| SAL | 98.9 | b | SALxCOL 30 | 98.9 | b |
| HUA | 98.9 | b | SALxCOL 37 | 98.9 | b |
| COLxKCA 29 | 98.9 | b | PAS | 98.9 | b |
| KCA | 98.9 | b | HUA | 98.9 | b |
| COL | 98.9 | b | SALxHUA 33 | 98.9 | b |
| PASxKCA 1 | 98.9 | b | PASxKCA 42 | 98.9 | b |
| PAS | 98.9 | b | ATP | 98.8 | b |
| PASxKCA 158 | 98.9 | b | SAL | 98.8 | b |
| COLxKCA 14 | 98.9 | b | PASxKCA 1 | 98.7 | b |
| PASxKCA 42 | 98.8 | b | PASxKCA 158 | 98.6 | b |
| PAN | 98.6 | b | PAN | 98.6 | b |

El rango de variación de pureza en la localidad de Camacani, se registró entre los valores 98.6 y 99.3 %, que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) respectivamente, así mismo en la localidad de Illpa, se registró entre los valores 98.6 y 99.4 %, que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) respectivamente. Según Bioversity International (2013), los niveles estándares de pureza deben alcanzar hasta el 95%, tal como señala la Norma de Manejo de Bancos de Genes. Se indica que la pureza de semilla, tal como lo afirma Borrajo (2006), es el porcentaje en peso de la semilla de la especie estudiada respecto al total de la muestra. De igual manera Poulsen (1999), indica que las muestras de semillas pueden contener impurezas como



malezas, piedrecillas, semillas de otras especies y estructuras vegetales desprendidas de las semillas la cual influye en la calidad.

4.2.2. Valor cultural

En el análisis de varianza para el valor cultural en la Tabla 77, se observa que entre bloques no existe diferencia significativa, sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencia altamente significativa, teniendo como coeficiente de variación 0.66% en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 78, se puede observar que entre bloques no existe diferencia significativa, sin embargo, para los tratamientos en estudio, existe diferencia altamente significativa, teniendo como coeficiente de variación de 0.81%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia del comportamiento de progenies, genitores y testigo. En la Tabla 28, se observa los valores medios de la variable valor cultural, en la localidad de Camacani la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165) registró el promedio mayor con 99.2 %, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 6 (SALxHUA 6) y del genitor Salcedo INIA (SAL) con 99.1 y 99 % respectivamente, siendo el genitor Pandela Rosada (PAN) la que registró el promedio menor de valor cultural con 96.6 %, en cuanto a la localidad de Illpa, la progenie Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) registró el promedio mayor con 99.3 %, mostrando superioridad numérica sobre el resto de progenies, genitores y testigo, seguido de los genitores Kcancolla (KCA) y Negra Collana (COL) con 99.2 %, siendo nuevamente el genitor Pandela Rosada (PAN) la que registró el promedio menor de valor cultural con 96.6 %. Pirovano (2010), asevera que el valor cultural, es el porcentual en semillas que germinarán en un kilo en condiciones normales de humedad, temperatura, luminosidad y para ello intervienen factores como la pureza de la semilla y el porcentaje de germinación.

Tabla 28. Prueba de Scott-Knott al 5 % para valor cultural y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxPAN 165 | 99.2 | a | HUAxKCA 53 | 99.3 | a |
| SALxHUA 6 | 99.1 | a | KCA | 99.2 | a |
| SAL | 99.0 | a | COL | 99.2 | a |
| SALxPAN 58 | 99.0 | a | SALxHUA 195 | 99.1 | a |
| ATP | 98.9 | a | PAS | 99.0 | a |
| SALxHUA 195 | 98.8 | a | COLxKCA 29 | 99.0 | a |
| SALxHUA 33 | 98.8 | a | PASxKCA 42 | 98.9 | a |
| HUAxKCA 53 | 98.8 | a | HUAxKCA 174 | 98.8 | a |
| SALxCOL 37 | 98.8 | a | SALxCOL 46 | 98.7 | a |
| COLxKCA 114 | 98.8 | a | HUA | 98.7 | a |
| SALxCOL 30 | 98.7 | a | SALxHUA 33 | 98.7 | a |
| HUA | 98.7 | a | SALxHUA 6 | 98.7 | a |
| SALxCOL 46 | 98.7 | a | SALxPAN 58 | 98.6 | a |
| COLxKCA 29 | 98.7 | a | COLxKCA 14 | 98.6 | a |
| PASxKCA 1 | 98.7 | a | COLxKCA 114 | 98.6 | a |
| SALxPAN 171 | 98.6 | a | SAL | 98.5 | a |
| COLxKCA 14 | 98.6 | a | HUAxKCA 194 | 98.4 | a |
| PASxKCA 42 | 98.6 | a | PASxKCA 158 | 98.4 | a |
| HUAxKCA 194 | 98.6 | a | SALxPAN 165 | 98.4 | a |
| HUAxKCA 174 | 98.5 | a | ATP | 98.3 | a |
| KCA | 98.4 | a | SALxCOL 37 | 98.2 | a |
| COL | 98.4 | a | SALxPAN 171 | 97.8 | b |
| PAS | 98.4 | a | SALxCOL 30 | 97.5 | b |
| PASxKCA 158 | 98.4 | a | PASxKCA 1 | 97.2 | b |
| PAN | 96.6 | b | PAN | 96.6 | b |

El rango de variación de valor cultural en la localidad de Camacani, se registró entre los valores 96.6 y 99.2 %, que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165) respectivamente, así mismo en la localidad de Illpa, se registró entre los valores 96.6 y 99.3 %, que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53).

4.2.3. Porcentaje de germinación

En el análisis de varianza para el porcentaje de germinación en la Tabla 75, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, pero sí existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, teniendo como coeficiente de variación 0.53%

en Camacani. En cuanto a Illpa en la Tabla 76, se puede observar que entre bloques no existe diferencia significativa, sin embargo, para tratamientos en estudio, existe diferencia significativa, teniendo como coeficiente de variación 0.78%.

Mediante la prueba de Scott-Knott (5%) se determinó los rangos de significancia de progenies, genitores y testigo. En la tabla 29, se observan los valores medios.

Tabla 29. Prueba de Scott-Knott al 5 % para porcentaje de germinación y las medias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).

| CAMACANI | | | ILLPA | | |
|--------------|-------|------|--------------|-------|------|
| Tratamientos | Media | Sig. | Tratamientos | Media | Sig. |
| SALxHUA 195 | 100.0 | a | HUAxKCA 53 | 100.0 | a |
| SALxPAN 171 | 100.0 | a | SALxPAN 171 | 100.0 | a |
| SALxPAN 165 | 100.0 | a | HUAxKCA 174 | 100.0 | a |
| SALxHUA 6 | 100.0 | a | SALxHUA 195 | 100.0 | a |
| SALxHUA 33 | 100.0 | a | PASxKCA 42 | 100.0 | a |
| COLxKCA 14 | 100.0 | a | SALxPAN 165 | 99.8 | a |
| HUAxKCA 174 | 99.8 | a | SALxHUA 33 | 99.8 | a |
| SAL | 99.8 | a | PASxKCA 158 | 99.8 | a |
| PASxKCA 42 | 99.8 | a | SAL | 99.8 | a |
| HUAxKCA 194 | 99.8 | a | COLxKCA 29 | 99.8 | a |
| PASxKCA 1 | 99.8 | a | PAS | 99.8 | a |
| SALxCOL 46 | 99.8 | a | KCA | 99.8 | a |
| HUAxKCA 53 | 99.8 | a | SALxHUA 6 | 99.5 | a |
| HUA | 99.8 | a | COLxKCA 14 | 99.5 | a |
| ATP | 99.8 | a | SALxPAN 58 | 99.5 | a |
| SALxPAN 58 | 99.8 | a | SALxCOL 46 | 99.5 | a |
| PAS | 99.8 | a | ATP | 99.5 | a |
| SALxCOL 30 | 99.5 | a | COLxKCA 114 | 99.5 | a |
| COLxKCA 114 | 99.5 | a | SALxCOL 37 | 99.3 | a |
| PASxKCA 158 | 99.5 | a | HUA | 99.3 | a |
| COLxKCA 29 | 99.5 | a | HUAxKCA 194 | 99.0 | b |
| SALxCOL 37 | 99.5 | a | COL | 98.8 | b |
| KCA | 99.5 | a | PAS | 98.5 | b |
| COL | 99.5 | a | SALxCOL 30 | 98.5 | b |
| PAN | 98.0 | b | PAN | 98.0 | b |

El rango de variación del porcentaje de germinación de semilla en la localidad de Camacani, se registró entre los valores 98 y 100 % que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Salcedo INIA x Huariponcho 195 (SALxHUA 195) respectivamente, así mismo en la localidad de Illpa, se registró entre los valores 98 y 100% que corresponde al genitor Pandela Rosada (PAN) y a la progenie Huariponcho x



Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) respectivamente. Rojas y Camargo (2003), reportaron porcentajes de germinación al 100% en semillas de color blanco, 80% en semillas de color negro, 98% en semillas de color café, 97% en semillas de color rojo y 97% en semillas anaranjadas. Al respecto Rodríguez (2005), relaciona directamente el tamaño del grano con el porcentaje de germinación, en evaluaciones anteriores encontró que granos grandes de (2.0 a 2.5 mm) presentan porcentajes de germinación mayores al 97% y semillas pequeñas de (1.0 a 1.4) menores al 94%. Según Hernández *et al.* (2010), las semillas con porcentajes de germinación inferiores al 80% deben ser descartadas para la siembra en campo. En la actualidad los productores realizan la selección de semilla solamente en forma fenotípica en un 95%, y no así la selección mecánica de semilla con el uso de tamices para discriminar tamaños, que es indispensable para mejorar la emergencia, expresado en grosor de la raíz en las plántulas en campo y la uniformidad de madurez fisiológica al momento de la cosecha (Zurita *et al.*, 2014).

4.3. EVALUACIÓN DE VARIABLES CUALITATIVAS

4.3.1. Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Huariponcho por Kcancolla genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración púrpura, color de panoja en madurez fisiológica anaranjado, forma de panoja intermedia, color del perigonio crema, color del pericarpio amarillo, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina mucha, resistencia a plagas muy alta, resistencia al mildiu muy alta, contenido de proteína 16.98%, resistencia a heladas muy alta, resistencia a sequías muy alta. En la Figura 23, se muestran las características propias de la progenie.

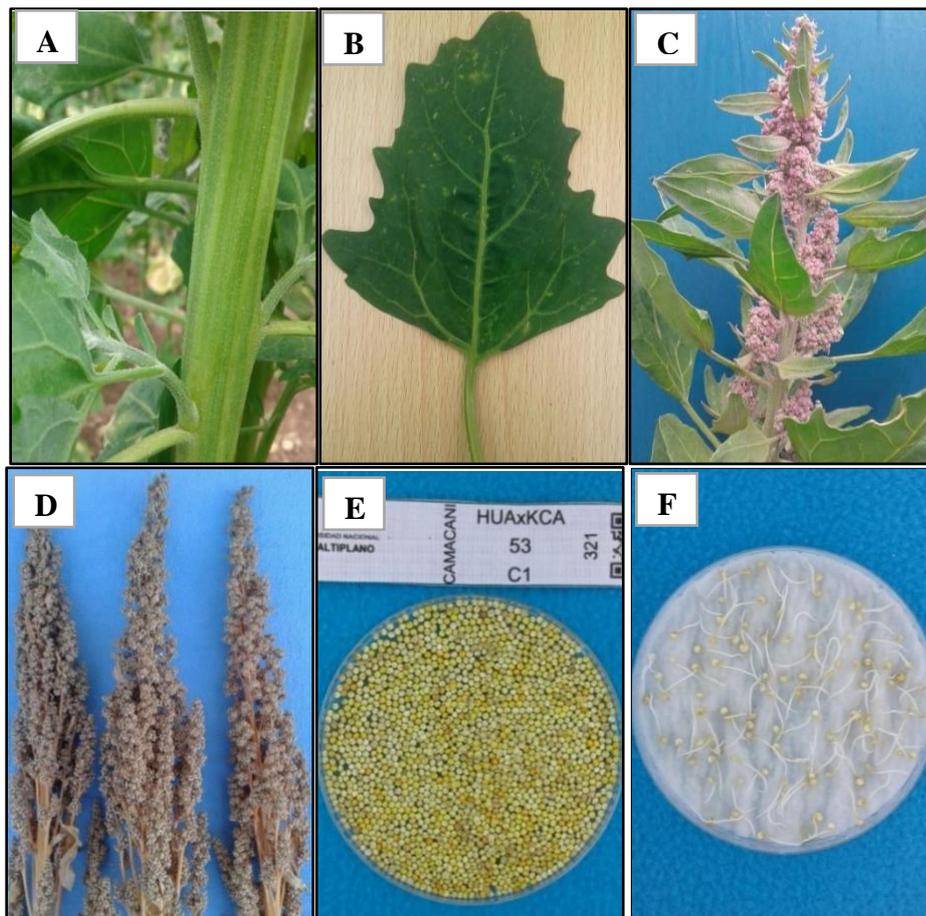


Figura 23. HUA x KCA 53, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.2. Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Huariponcho por Kcancolla genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica anaranjado, forma de panoja intermedia, densidad de panoja intermedia, color del perigonio crema, color del pericarpio amarillo, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina mucha, contenido de proteína 17.34%, resistencia a plagas muy alta, resistencia al mildiu muy alta, resistencia a heladas muy alta, resistencia a sequias muy alta, daños provocado por aves muy bajo. En la Figura 24, se muestran las características principales de la progenie.

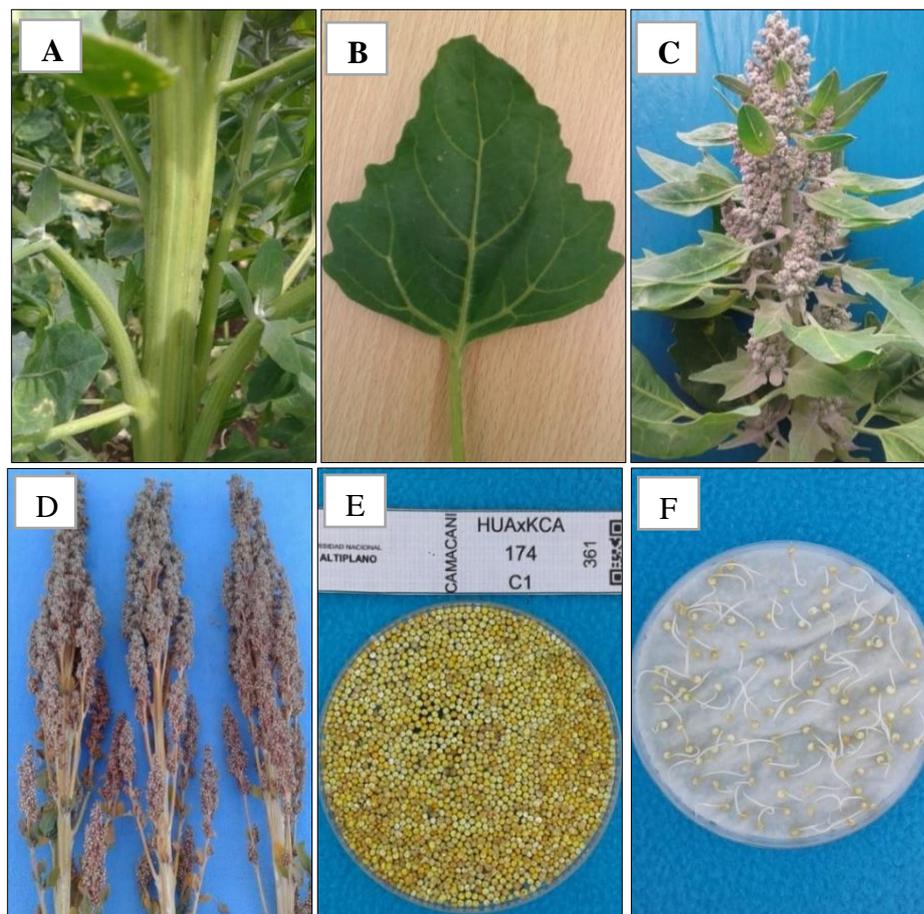


Figura 24. HUA x KCA 174, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.3. Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Huariponcho por Kcancolla genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica anaranjado, forma de panoja intermedia, densidad de panoja intermedia, color del perigonio crema, color del pericarpio amarillo, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina mucha, contenido de proteína 17.81%, resistencia a plagas muy alta, resistencia al mildiu muy alta, resistencia a heladas muy alta, resistencia a sequias muy alta, daños provocado por aves muy bajo. En la Figura 25, se muestran las características principales de la progenie.

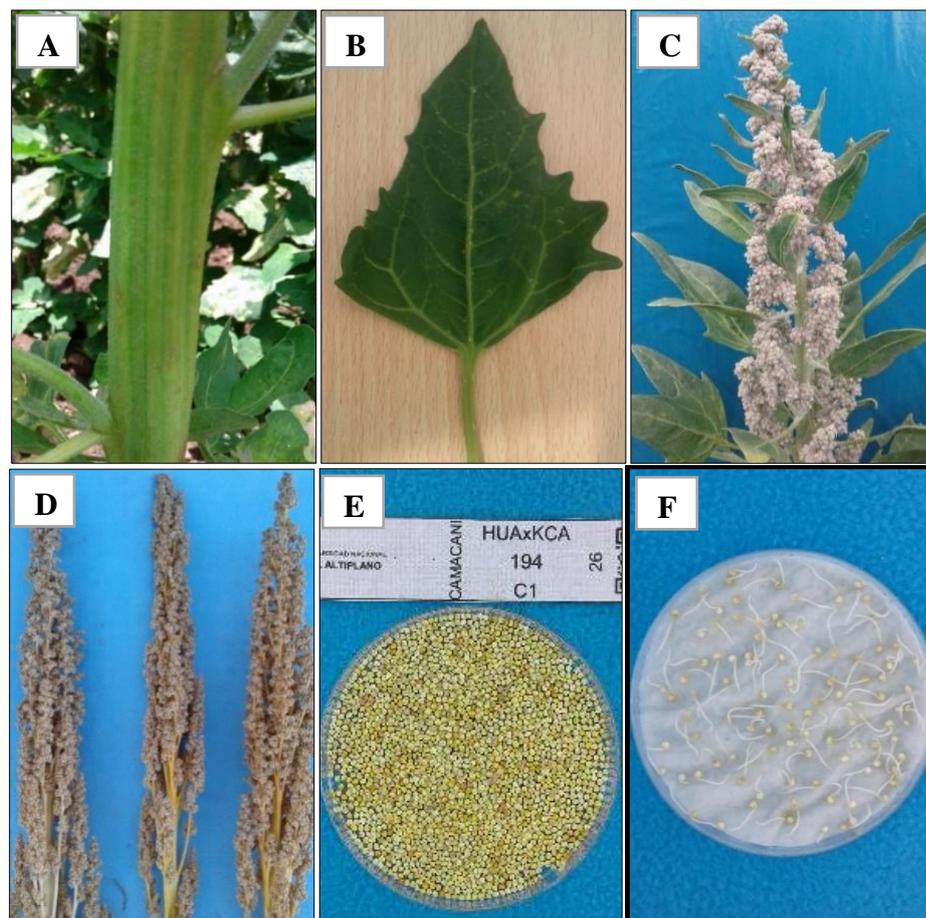


Figura 25. HUA x KCA 194, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.4. Salcedo INIA x Huariponcho 6 (SALxHUA 6)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Huariponcho genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración verde, color de panoja en madurez fisiológica blanco, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja intermedio, color del perigonio rosado, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina regular, contenido de proteína 15.98%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves bajo. En la Figura 26, se muestran las características principales de la progenie.

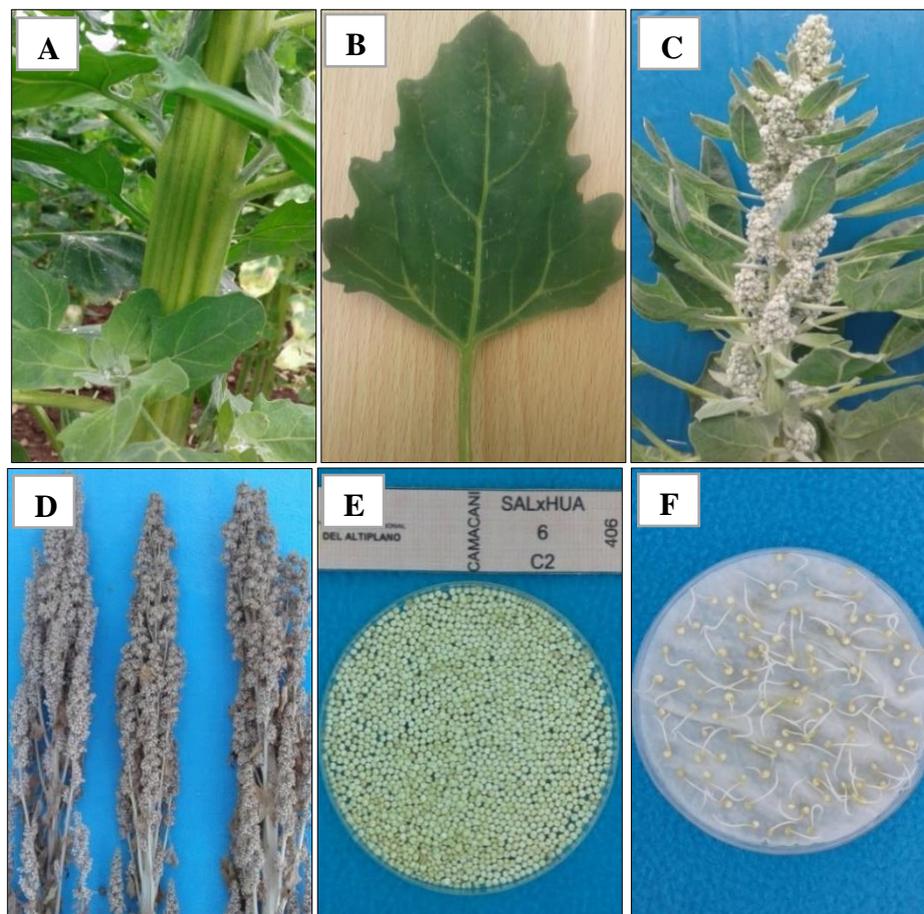


Figura 26. SAL x HUA 6, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.5. Salcedo INIA x Huariponcho 33 (SALxHUA 33)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA y Huariponcho genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica anaranjado, forma de la panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta, color del perigonio café claro, color del pericarpio amarillo dorado, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina regular, contenido de proteína 12.72%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta resistencia a la helada muy alta, resistencia a sequias alta. En la Figura 27, se muestran las características principales de la progenie.

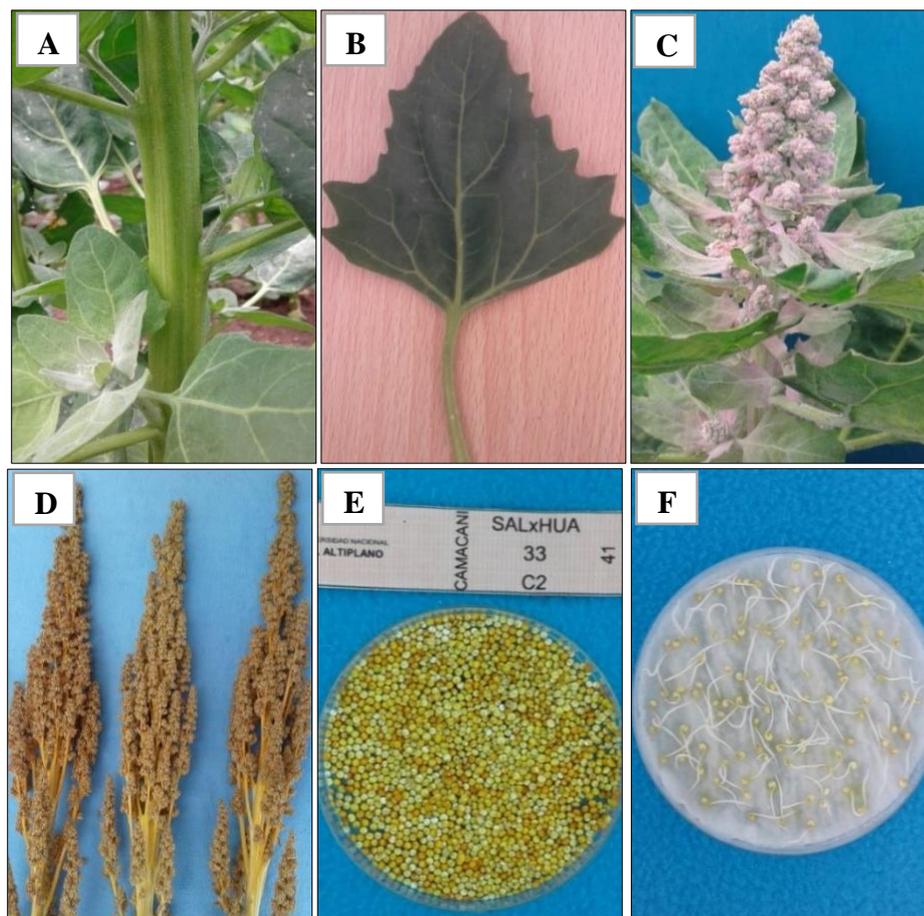


Figura 27. SAL x HUA 33, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.6. Salcedo INIA x Huariponcho 195 (SALxHUA 195)

La craza fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Huariponcho genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica anaranjado, forma de panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta, color del perigonio café claro, color del pericarpio amarillo, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina regular, contenido de proteína 13.64%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta, resistencia a heladas muy alta, resistencia a sequias alta, daños provocados por aves bajo. En la Figura 28, se muestran las características principales de la progenie.

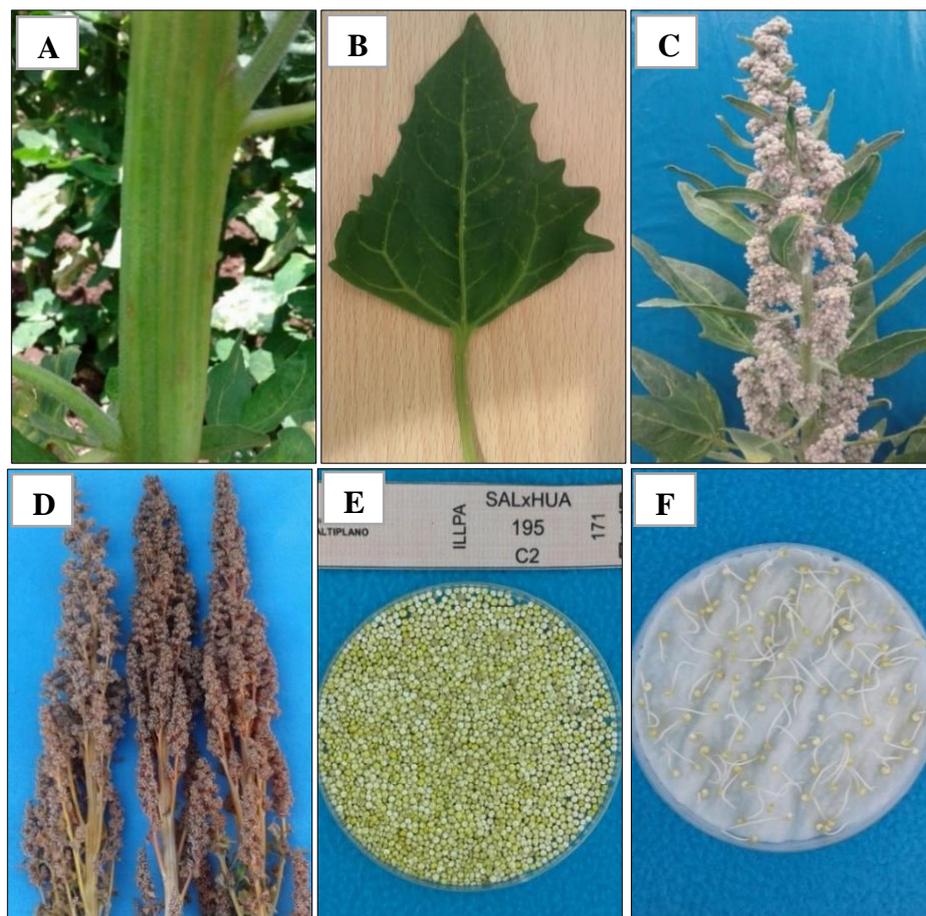


Figura 28. SAL x HUA 195, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.7. Pasankalla x Kcancolla 1 (PASxKCA 1)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Pasankalla por Kcancolla genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de estrías purpuras, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica rosado, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja intermedia, color del perigonio purpura, color del pericarpio café claro, color de episperma café, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 13.81%, resistencia a plagas intermedia, resistencia al mildiu intermedia, resistencia a heladas intermedia, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves muy alto. En la Figura 29, se muestran las características principales de la progenie.

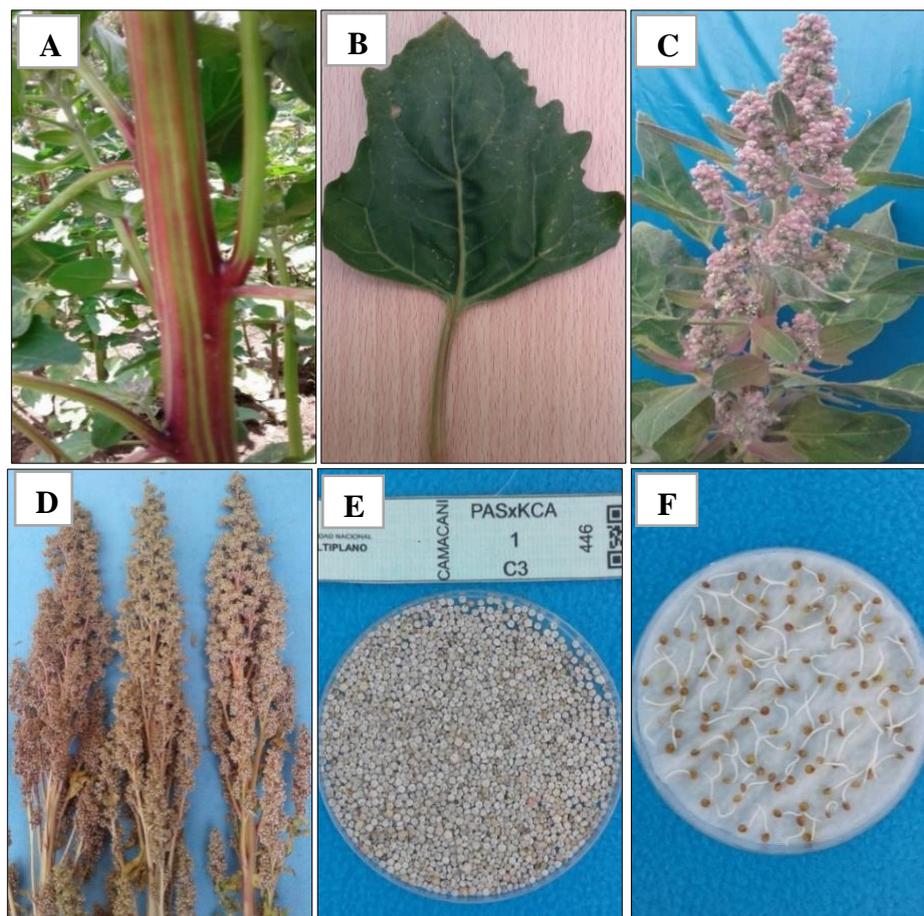


Figura 29. PAS x KCA 1, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.8. Pasankalla x Kcancolla 42 (PASxKCA 42)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Pasankalla por Kcancolla genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de estrías purpuras, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica rosado, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja intermedia, color del perigonio purpura, color del pericarpio café claro, color de episperma café, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 13.88%, resistencia a plagas intermedia, resistencia al mildiu intermedia, resistencia a heladas intermedia, resistencia a sequías alta, daños provocado por aves muy alto En la Figura 30, se muestran las características principales de la progenie.

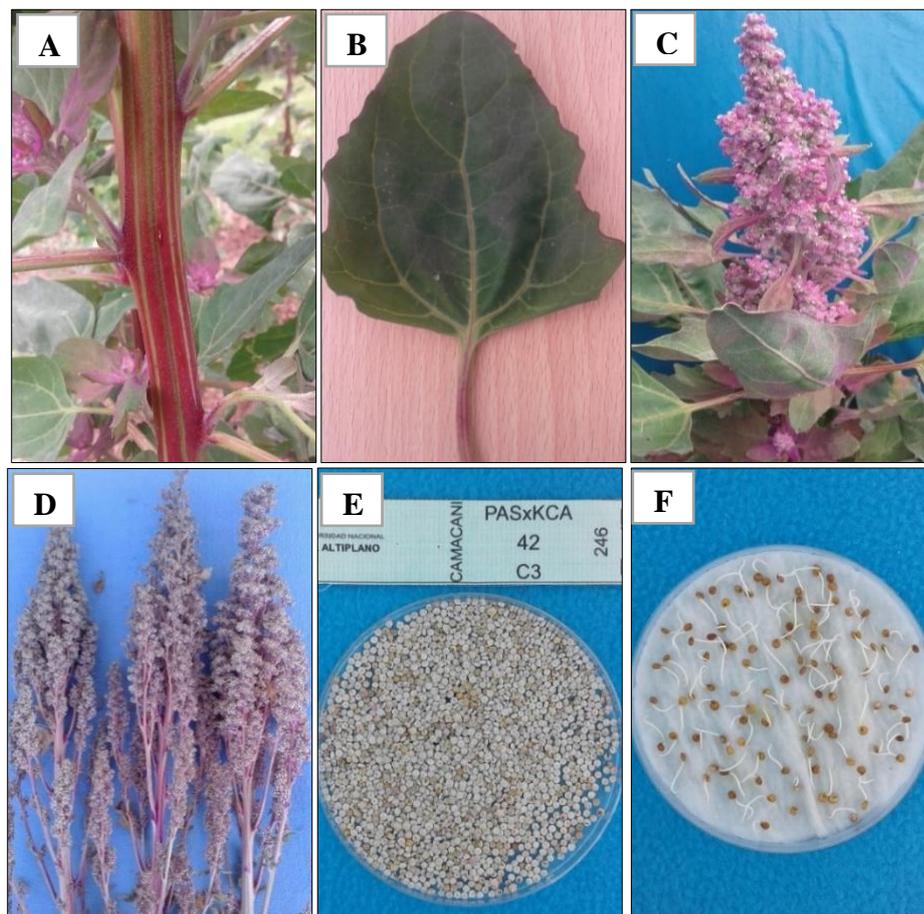


Figura 30. PAS x KCA 42, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.9. Pasankalla x Kcancolla 158 (PASxKCA 158)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Pasankalla por Kcancolla genéticamente distantes. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de estrías purpuras, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica rosado, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja intermedia, color del perigonio purpura, color del pericarpio café claro, color de episperma café, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 13.26%, resistencia a plagas intermedia, resistencia al mildiu intermedia, resistencia a heladas intermedia, resistencia a sequias alta, daños provocados por aves muy alto. En la Figura 31, se muestran las características principales de la progenie.

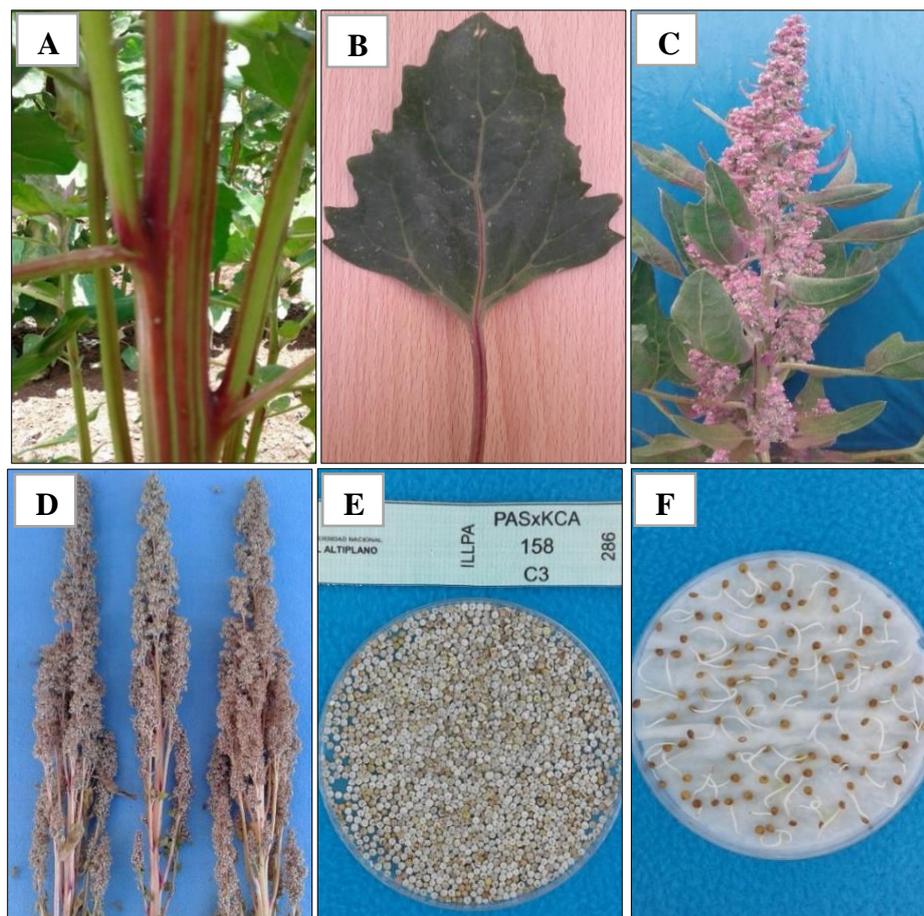


Figura 31. PAS x KCA 158, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba germinación a las 24 horas (F).

4.3.10. Salcedo INIA x Pandela Rosada 58 (SALxPAN 58)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA y Pandela rosada genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de la panoja en floración purpura, color de la panoja en la madurez fisiológica rosado, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja compacta, color del perigonio rosado, color de pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina regular, contenido de proteína 16.62%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocados por aves bajo. En la Figura 32, se muestran las principales características de la progenie.

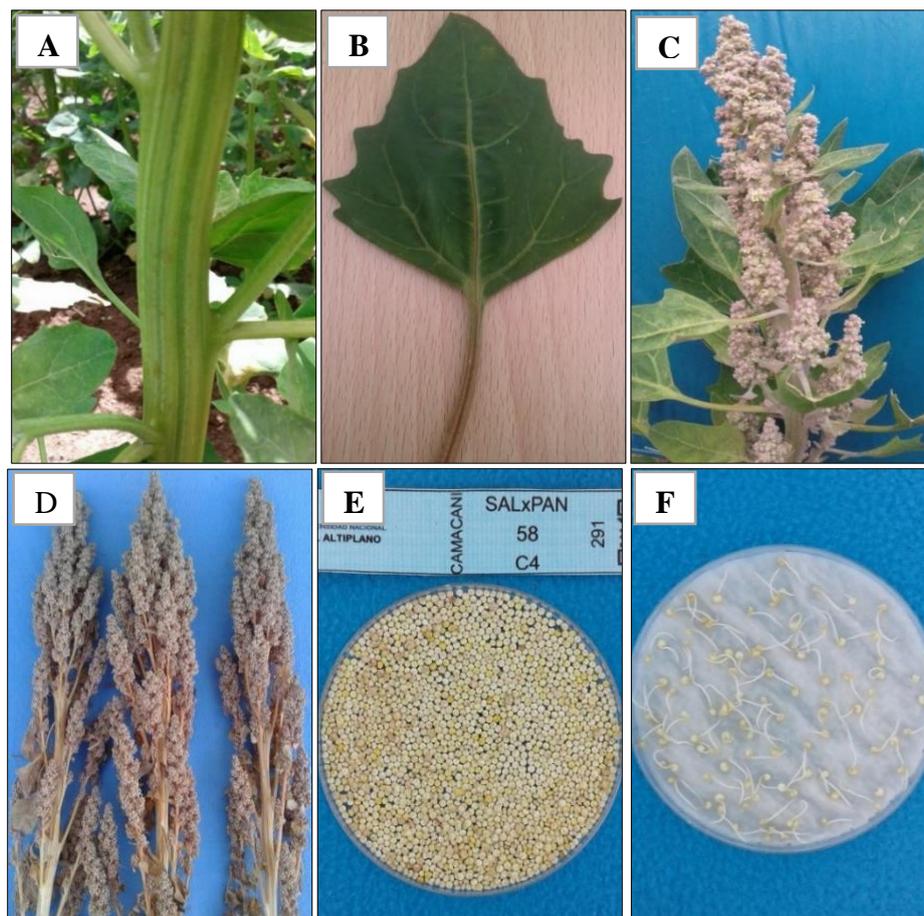


Figura 32. SAL x PAN 58, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.11. Salcedo INIA x Pandela Rosada 165 (SALxPAN 165)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Pandela Rosada genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de la panoja en floración purpura, color de la panoja en la madurez fisiológica rosado, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja compacta, color del perigonio rosado, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina regular, contenido de proteína 14.80%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves bajo. En la Figura 33, se muestran las características principales de la progenie.

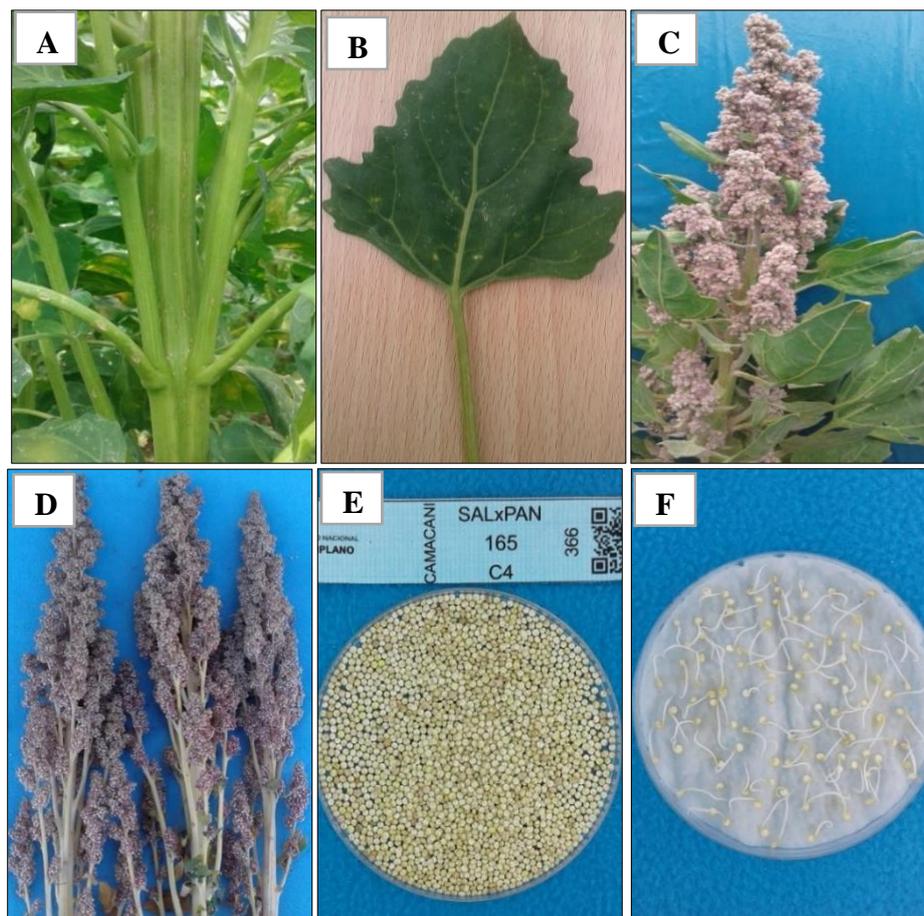


Figura 33. SAL x PAN 165, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.12. Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Pandela Rosada genéticamente cercanas: características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica rosado, forma de panoja intermedia, densidad de panoja compacta, color del perigonio rosado, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico, habito de crecimiento ramificado. Características agronómicas: efusión de saponina regular, contenido de proteína 17.18%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves baja. En la Figura 34, se muestran las características de la progenie.

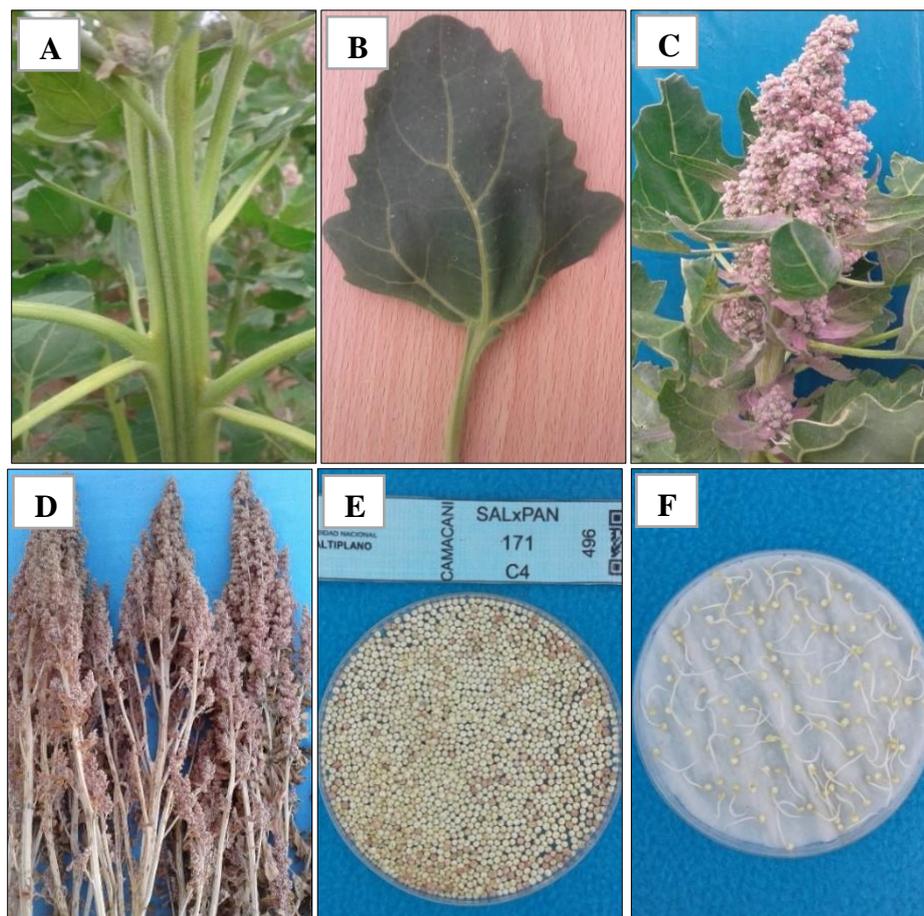


Figura 34. SAL x PAN 171, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.13. Negra Collana x Kcancolla 14 (COLxKCA 14)

La craza fue obtenida por hibridación de las variedades Negra Collana por Kcancolla genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de las estrías purpuras, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de la panoja en floración purpura, color de la panoja en la madurez fisiológica gris, forma de la panoja glomerulada, densidad de panoja laxa, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma negro, forma de grano elipsoidal. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 16.42%, resistencia a plagas intermedia, resistencia a mildiu baja, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocados por aves muy alta. En la Figura 35, se muestran las características principales de la progenie.

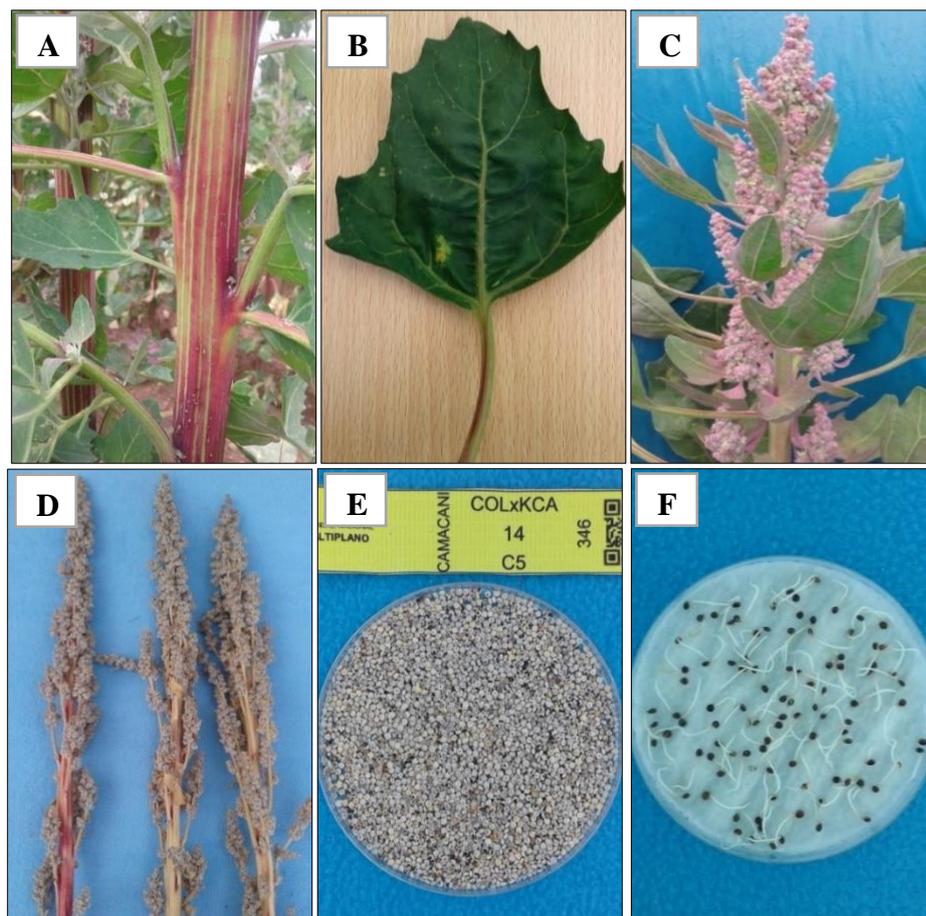


Figura 35. COL x KCA 14, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.14. Negra Collana x Kcancolla 29 (COLxKCA 29)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Negra Collana por Kcancolla genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de las estrías purpuras, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de la panoja en la floración purpura, color de la panoja en la madurez fisiológica gris, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja laxa, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma negro, forma de grano elipsoidal. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 17.34%, resistencia a plagas intermedia, resistencia al mildiu baja, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves muy alta. En la Figura 36, se muestran las características principales de la progenie.

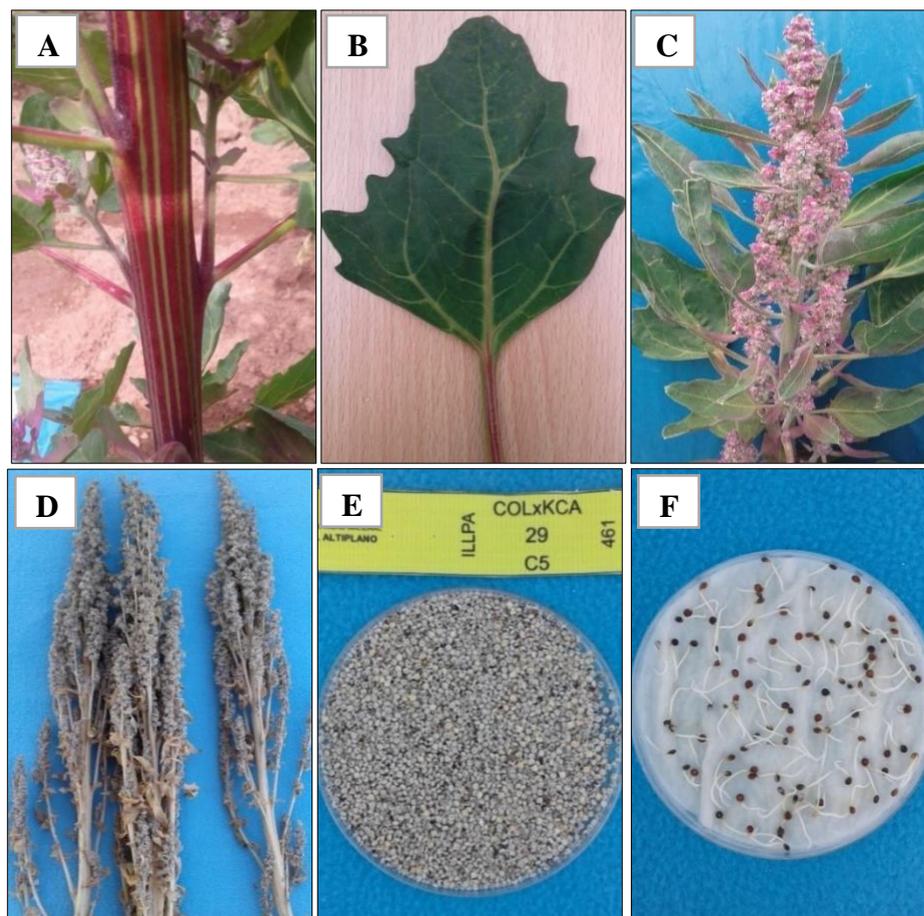


Figura 36. COL x KCA 29, (generación F10), Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.15. Negra Collana x Kcancolla 114 (COLxKCA 114)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Negra Collana por Kcancolla genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de las estrías purpuras, color de la lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de la panoja en floración purpura, color de la panoja en la madurez fisiológica gris, forma de la panoja glomerulada, densidad de panoja laxa, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma negro, forma de grano elipsoidal. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 13.64% resistencia a plagas intermedia, resistencia al mildiu baja, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves muy alta. En la Figura 37, se muestran las características principales de la progenie.

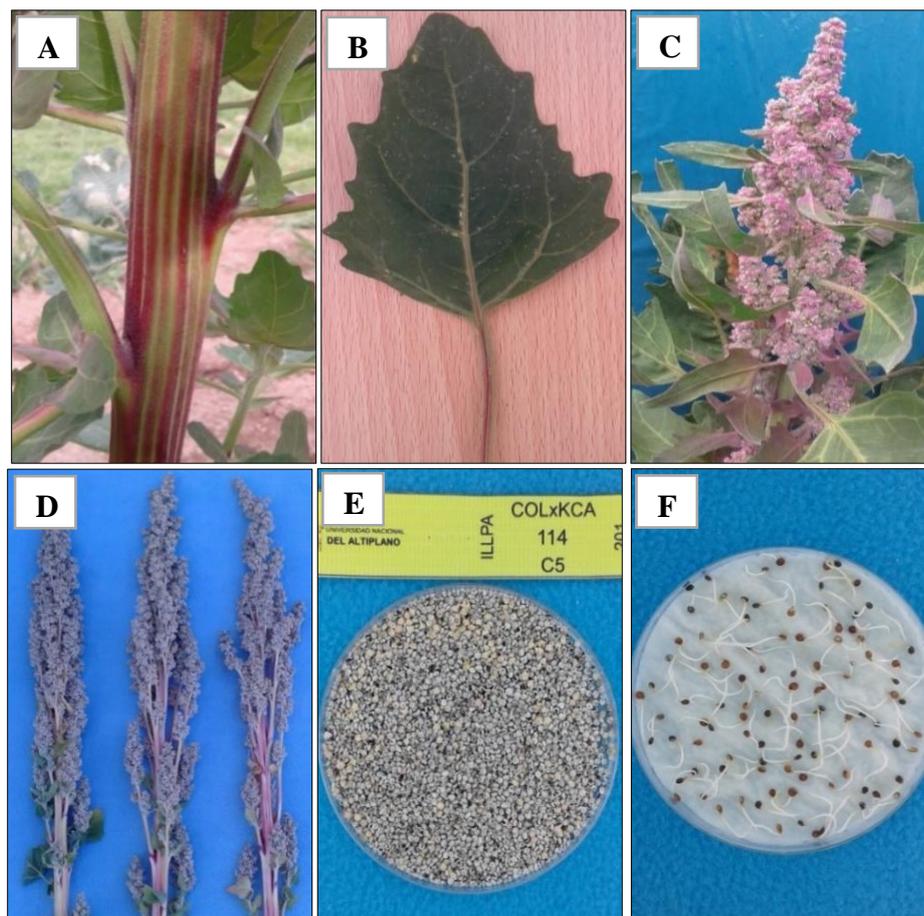


Figura 37. COL x KCA 114, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.16. Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Negra Collana genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración verde, color de panoja en madurez fisiológica blanco, forma de la panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 15.56%, resistencia a plagas alta, resistencia a mildiu intermedia, resistencia a heladas alta, resistencia a la sequía alta, daños provocado por aves alta. En la Figura 38, se muestran las principales características de la progenie.

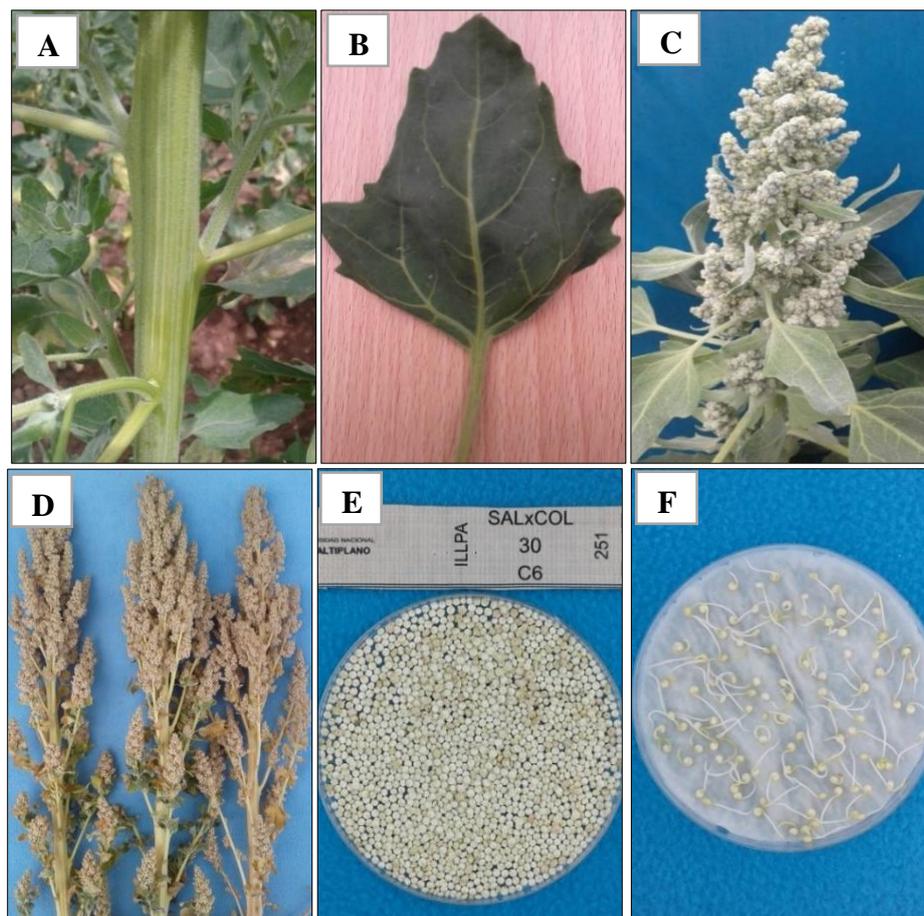


Figura 38. SAL x COL 30, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.17. Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Negra Collana genéticamente cercanas. Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de estrías verde, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración verde, color de panoja en madurez fisiológica blanco, forma de panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 15.49% resistencia a plagas alta, resistencia a mildiu intermedia, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves alto. En la Figura 39, se muestran las principales características de la progenie.

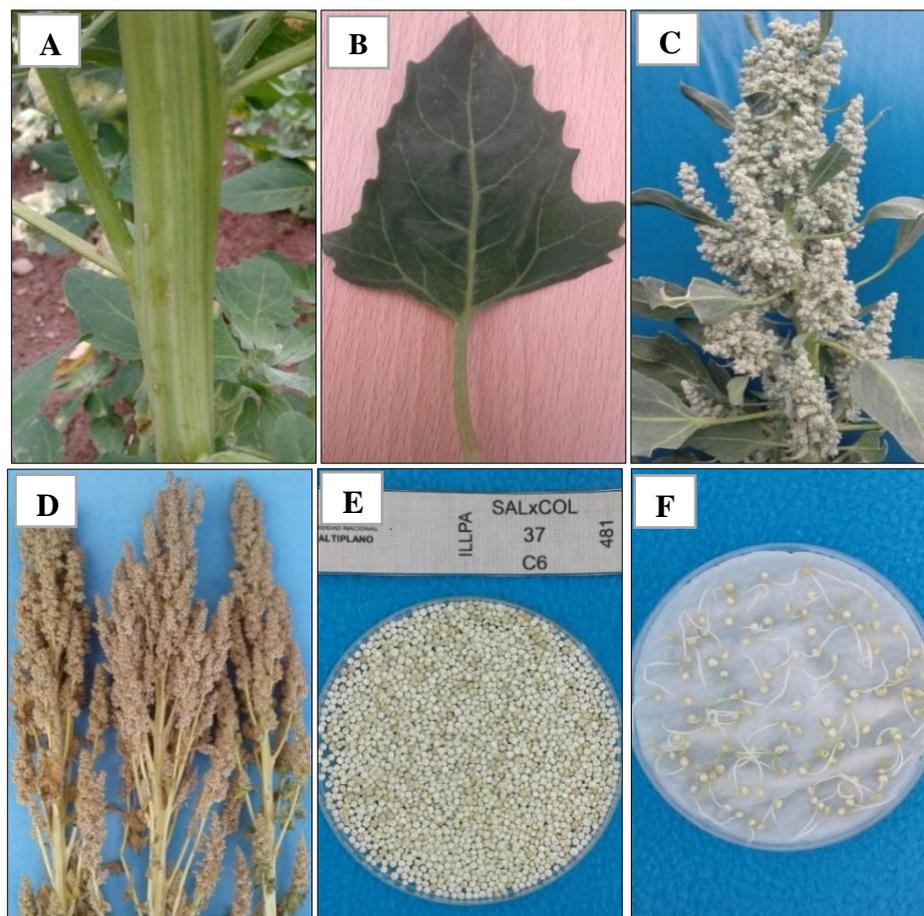


Figura 39. SAL x COL 37, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.3.18. Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46)

La cruce fue obtenida por hibridación de las variedades Salcedo INIA por Negra Collana genéticamente cercanas. Se describe las siguientes características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de estrías verde, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración verde, color de panoja en madurez fisiológica blanco, forma de panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, contenido de proteína 16.19%, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu intermedia, resistencia a heladas alta, resistencia a sequias alta, daños provocado por aves alta. En la Figura 40, se muestran las principales características de la progenie.

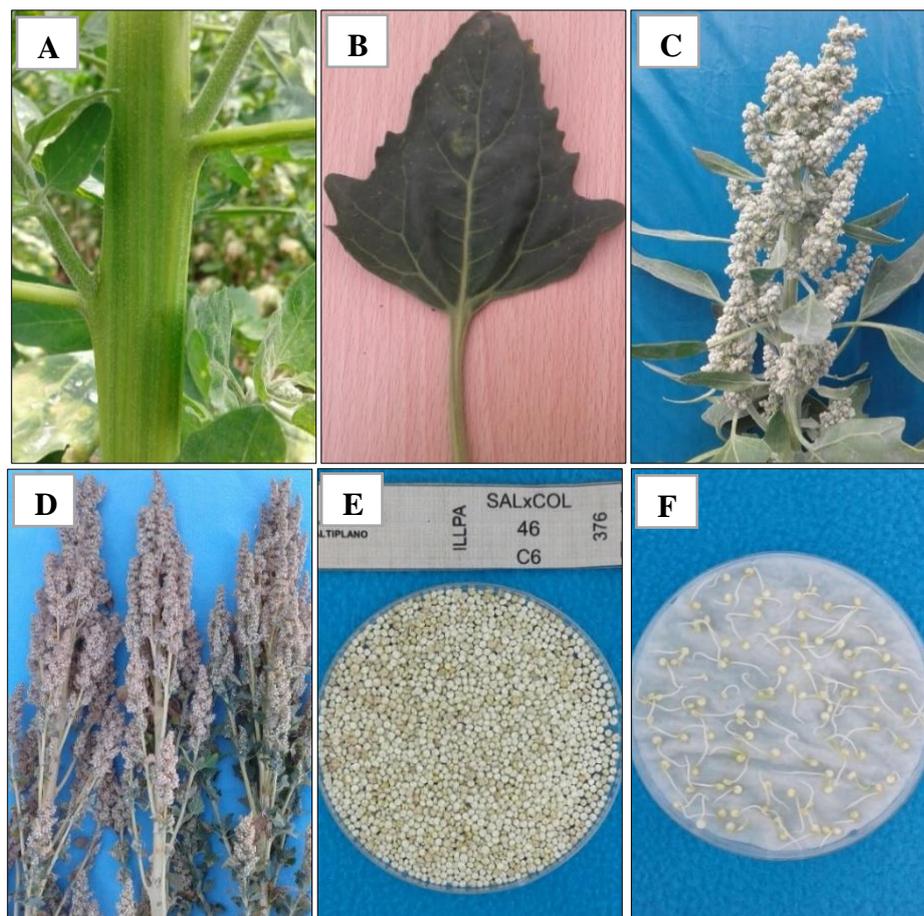


Figura 40. SAL x COL 46, (generación F10). Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E) y prueba de germinación a las 24 horas (F).

4.4. GENITORES

4.4.1. Salcedo INIA (SAL)

Salcedo INIA fue obtenida por selección masal del cruce di alélico de 7 x 7 de la variedades Real Bolivia x Sajama (Mujica *et al.*, 2013). Se describe las siguientes características morfológicas: color de panoja en floración verde, color de la panoja en la madurez fisiológica blanco, forma de la panoja glomerulada, densidad de panoja intermedia, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico y de tamaño grande. Características agronómicas: efusión de saponina poca, resistencia a plagas intermedio, tolerante al mildiu, moderadamente tolerante a bajas temperaturas y moderadamente tolerante a la sequía. En la Figura 41, se muestran las principales características del genitor.

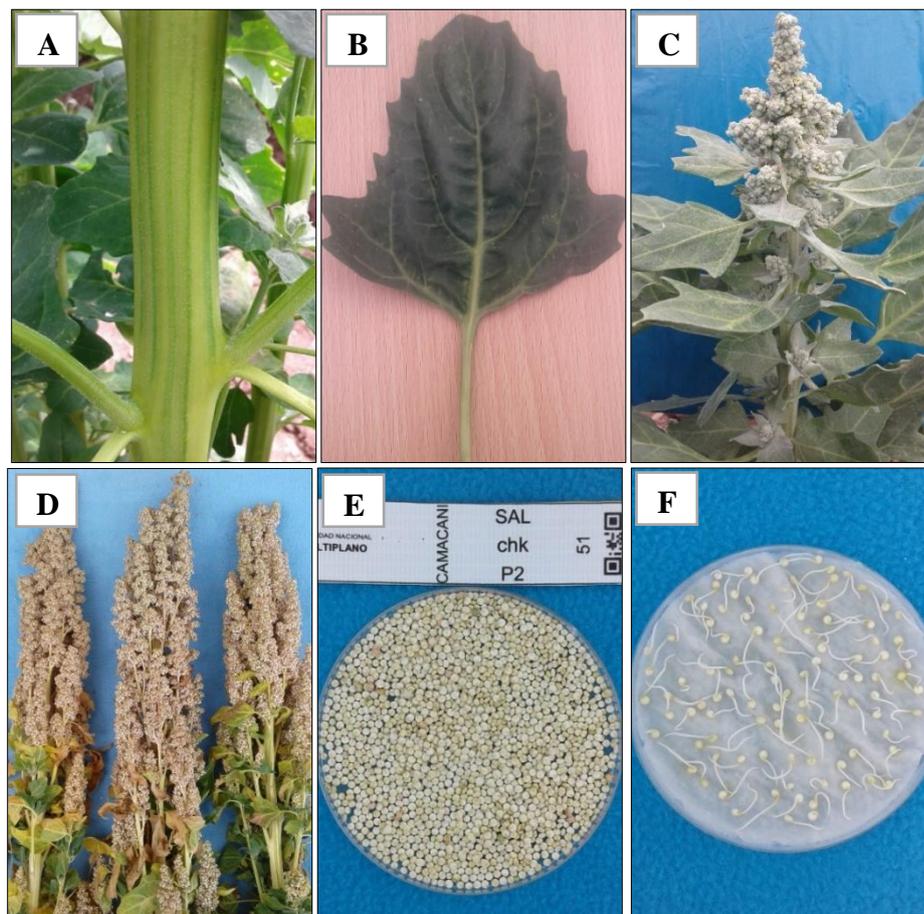


Figura 41. SAL. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).

4.4.2. Huariponcho (HUA)

Se caracteriza por su alta resistencia a las granizadas y heladas y contenido de saponina amargo (Tapia *et al.*, 2014). Se describe las siguientes características morfológicas: color de tallo principal verde, presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica anaranjado, forma de la panoja intermedia, densidad de panoja intermedio color del perigonio crema, color del pericarpio amarillo, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico y de tamaño mediano. Características agronómicas: efusión de saponina mucha, resistencia a plagas alta, muy tolerante al mildiu, muy tolerante a bajas temperaturas, tolerante a sequías, daños provocado por aves muy bajas. En la Figura 42, se muestra las características del genitor.

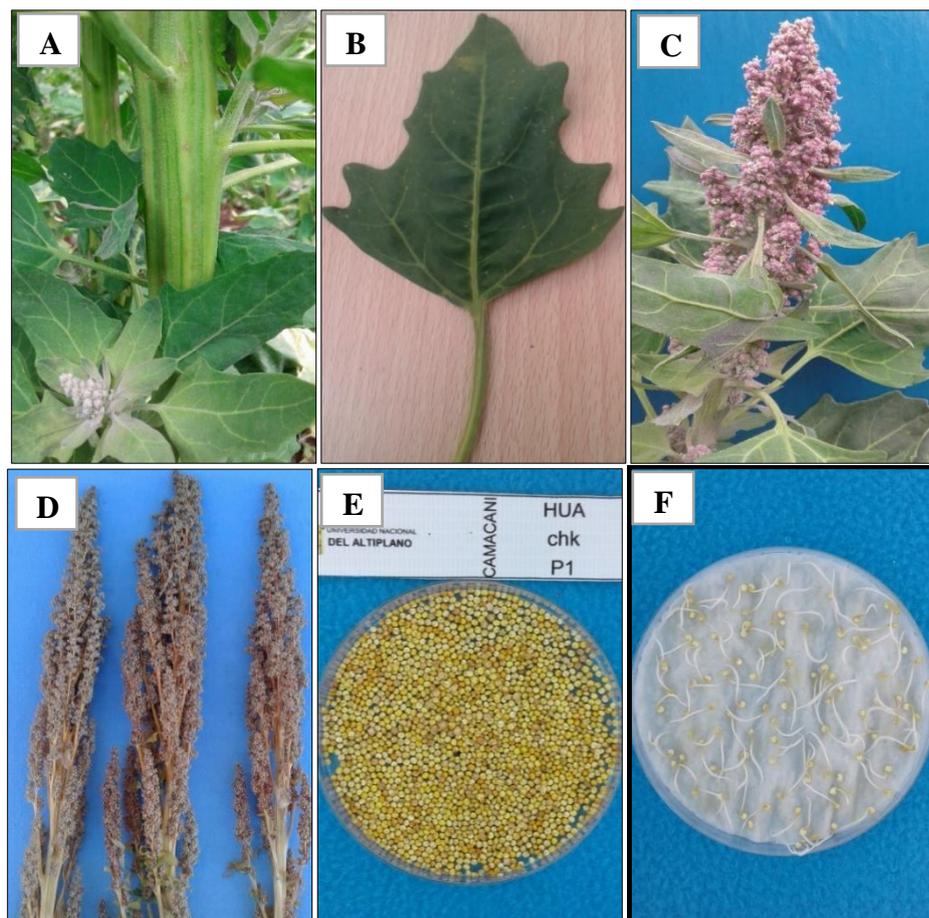


Figura 42. HUA. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).

4.4.3. Kcancolla (KCA)

Fue seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas, Puno. Se caracteriza por tener granos medianos, panoja blanca y alto contenido de saponina (Tapia, 2000). Se describe las siguientes características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de las estrías purpura, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde rojizo, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica blanco, forma de panoja amarantiforme, densidad de la panoja intermedia, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico y de tamaño mediano. Características agronómicas: efusión de saponina mucha, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu alta, tolerante a heladas, muy tolerante a sequias. En la Figura 43, se muestran las características del genitor.

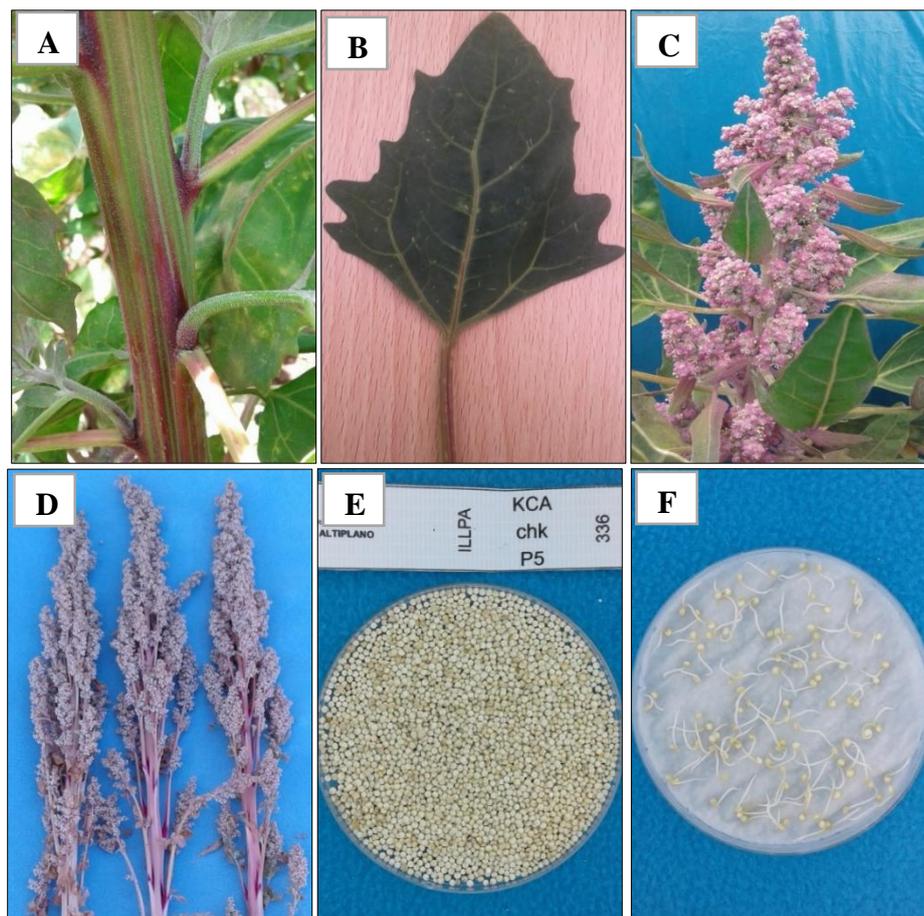


Figura 43. KCA. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).

4.4.4. Pasankalla (PAS)

presenta variaciones de plantas con tallo blanco y rojo, contenido de saponina bajo, panoja rosada, alto contenido de proteína, tolerante al mildiu y es susceptible al ataque de aves (Mujica *et al.*, 2013). Se describe las siguientes características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de estrías purpura, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica rosado, forma de panoja glomerulada, color del perigonio purpura, color del pericarpio café claro, color de episperma café rojizo, forma de grano cilíndrico. Características agronómicas: efusión de saponina poca, resistencia a plagas alta, resistencia al mildiu bajo, tolerancia intermedia a heladas, tolerante a sequias, daños provocado por ave muy alta. En la Figura 44, se muestra las principales características del genitor.

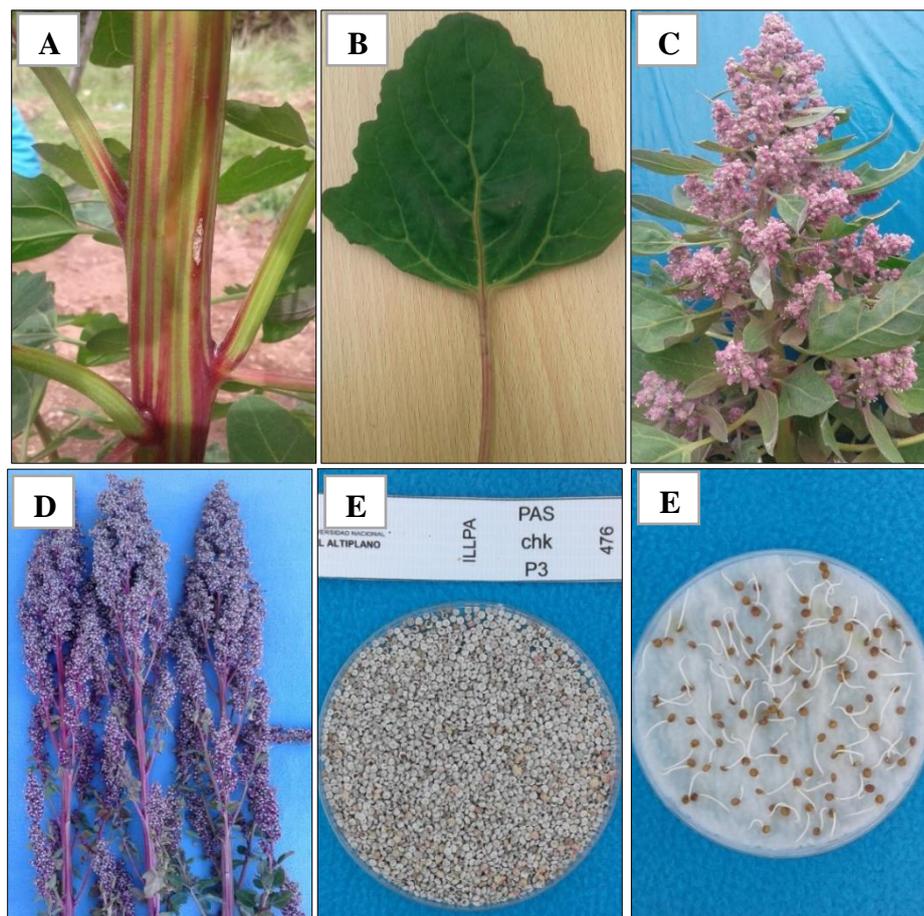


Figura 44. PAS. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).

4.4.5. Negra Collana (COL)

Se caracteriza por el color de la panoja grisáceo, color de episperma negro, tamaño de grano mediano y contenido de saponina dulce (Tapia *et al.*, 2014). Se describe las siguientes características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de las estrías purpura, color de panoja en floración purpura, color de panoja en madurez fisiológica gris, forma de panoja glomerulada, densidad de panoja laxa, color del perigonio gris, color del pericarpio crema, color de episperma negro, forma de grano elipsoidal y de tamaño mediano. Características agronómicas: efusión de saponina poca, resistencia a plagas bajo, resistencia al mildiu bajo, tolerante a heladas, tolerante a sequías, daños provocados por ave muy alta. En la Figura 45, muestran las principales características del genitor.

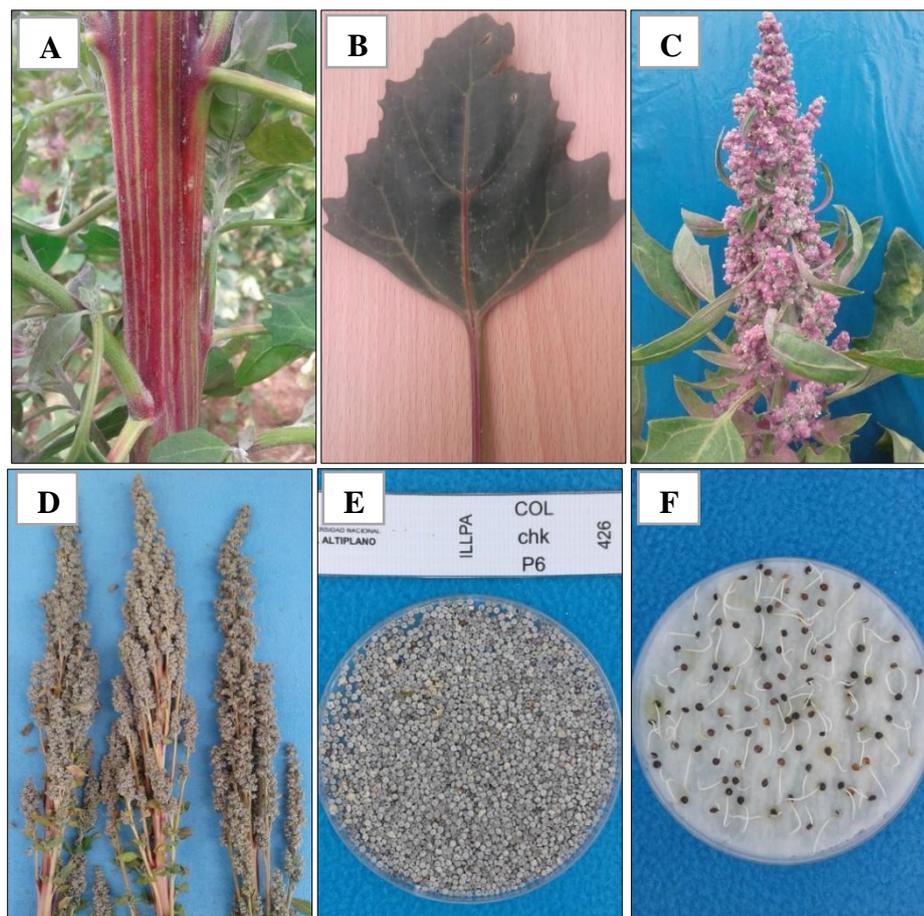


Figura 45. COL. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).

4.4.6. Pandela Rosada (PAN)

Proviene del altiplano sur de Bolivia, son precoces, de granos grande, susceptible al mildiu, no es tolerante a la sequía (Tapia, 2000). Tiene las siguientes características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas presentes, color de las estrías purpura, color de la lámina foliar verde, color de la panoja en la floración purpura, color de la panoja en la madurez fisiológica rosado, forma de panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta, color del perigonio rosado, color del pericarpio rosado, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico y de tamaño grande. Características agronómicas: efusión de saponina regular, resistencia a plagas bajo, resistencia al mildiu muy bajo, resistencia a sequías bajo y resistencia a heladas bajo. En la Figura 46, se muestran las principales características del genitor.

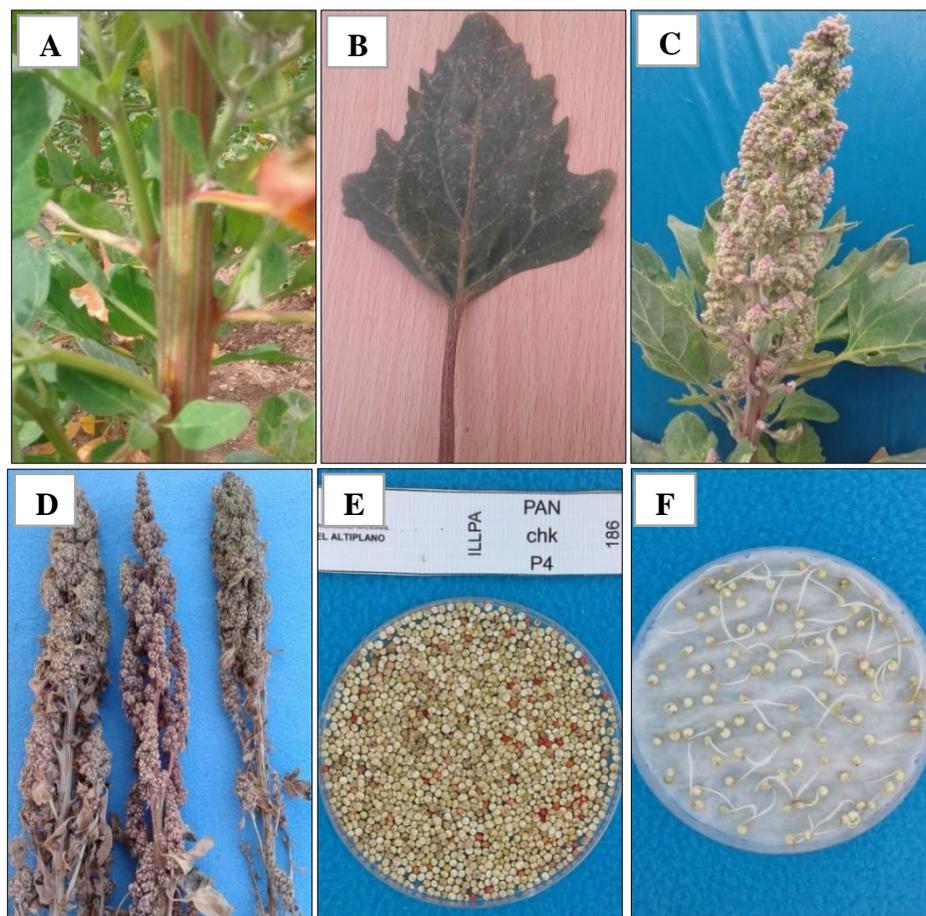


Figura 46. PAN. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).

4.5. TESTIGO

4.5.1 Altiplano (ATP)

Características morfológicas: presencia de axilas pigmentadas ausentes, color de las estrías verde claro, color de lámina foliar verde, color del peciolo verde, color de panoja en floración verde, color de panoja en madurez fisiológica blanco, forma de la panoja amarantiforme, densidad de panoja compacta, color del perigonio crema, color del pericarpio crema, color de episperma blanco, forma de grano cilíndrico y de tamaño grande. Características agronómicas: efusión de saponina poca, resistencia a plagas intermedio, resistencia al mildiu intermedio, tolerante a bajas temperaturas, tolerante a sequías, daño provocado por aves bajo. En la Figura 47, se muestra las principales características del testigo.

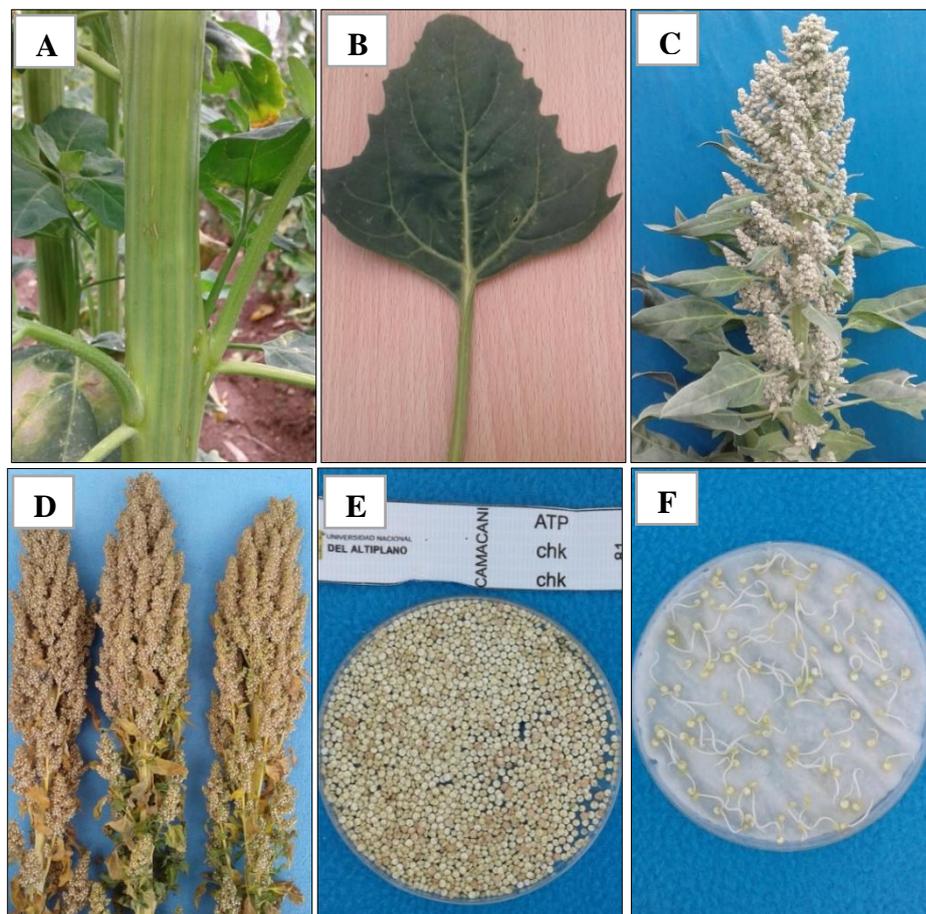


Figura 47. ATP. Características del tallo (A), hoja (B), panoja en floración (C), panoja en madurez fisiológica (D), grano (E), prueba de germinación a 24 horas (F).



4.6. ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS

Las principales variables evaluadas se presentan de la siguiente manera; presencia de axilas pigmentadas: las progenies PASxKCA 1, 42 y 158, COLxKCA 14, 29 y 114 así mismo, los genitores Pasankalla (PAS), Negra Collana (COL) y Kcancolla (KCA) presentaron axilas pigmentadas, el resto de progenies y genitores no presentaron axilas pigmentadas; Color de panoja en floración: las progenies HUAxKCA 53, 174 y 194, SALxHUA 33 y 195, PASxKCA 1, 42 y 158, SALxPAN 58, 165 y 171, COLxKCA 14, 29 y 114, así mismo, los genitores Huariponcho (HUA), Kcancolla (KCA), Pasankalla (PAS), Negra Collana (COL) y Pandela Rosada (PAN) presentaron panojas de color Purpura y las progenies SALxHUA 6, SALxCOL 30, 37 y 46 presentaron panojas de color verde en floración; Color de panoja en madurez fisiológica: las progenies HUAxKCA 53, 174 y 194, SALxHUA 33 y 195 así mismo, el genitor Huariponcho (HUA) presentaron panojas de color anaranjado y las progenies SALxHUA 6, SALxCOL 30, 37 y 46 de la misma manera los genitores Salcedo INIA (SAL) y Kcancolla (KCA) presentaron panojas de color blanco, las progenies (PASxKCA 1, 42 y 158, SALxPAN 58, 165 y 171 así mismo, los genitores Pasankalla (PAS), Pandela Rosada (PAN) presentaron panojas de color rosado y las progenies COLxKCA 14, 29, 114 y el genitor Negra Collana (COL) presentaron panojas de color gris en madurez fisiológica; Forma de panoja: las progenies HUAxKCA 53, 174 y 194, SALxHUA 6, COLxKCA 14, 29 y 114, PASxKCA 1, 42 y 158 presentaron forma de panoja intermedia, así mismo las progenies SALxPAN 58, 165 y 171, SALxHUA 33 y 195, SALxCOL 30, 37 y 46 presentaron forma de panoja amarantiforme; color de pericarpio: las progenies HUAxKCA 53, 174 y 194 así mismo SALxHUA 195 presentaron el pericarpio de color amarillo, por otro lado la progenie SALxHUA 33 presentó el pericarpio de color amarillo dorado, las progenies PASxKCA 1, 42 y 158 presentaron el pericarpio de color café claro



y las progenies SALxHUA 6, SALxPAN 58, 165 y 171, COLxKCA 14, 29 y 114, SALxCOL 30, 37 y 46 presentaron el pericarpio de color crema. En cuanto al color de episperma: las progenies HUAxKCA 53, 174 y 194, SALxHUA 6, 33 y 195, SALxPAN 58, 165 y 171, SALxCOL 30, 37 y 46 presentaron la episperma de color blanco, las progenies PASxKCA 1, 42 y 158 presentaron la episperma de color café y las progenies COLxKCA 14, 29 y 114 presentaron la episperma de color negro. Las progenies con alto contenido de saponina fueron: HUAxKCA 53, 174 y 194 de la misma manera los genitores Huariponcho (HUA) y Kcancolla (KCA) presentan alto contenido de saponina y las progenies COLxKCA 14, 29 y 114, PASxKCA 1, 42 y 158, SALxCOL 30, 37 y 46 así mismo los genitores Negra Collana (COL), Pasankalla (PAS) son de granos dulces. Resistencia a plagas y enfermedades: las progenies HUAxKCA 53, 174 y 194, así mismo los genitores Huariponcho (HUA) y Kcancolla (KCA) son muy resistentes a plagas y enfermedades. Por otro lado, las progenies COLxKCA 14, 29, 114, PASxKCA 1, 42, 158 y los genitores Pasankalla (PAS) y Negra Collana (COL) presentaron ataque de aves muy alto.

4.7. RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS

En la Figura 48, se muestra la resistencia a bajas temperaturas que fueron evaluadas según a la escala de valoración por Bioversity Internacional 2013, se tomaron cinco escalas tales como; muy baja, baja, intermedio, alta y muy alta; en la localidad de Camacani las progenies Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA 53, 174, 194), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA 33, 195), Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL 30, 37, 46) y los genitores Huariponcho (HUA), Kcancolla (KCA) se mostraron de muy alta resistencia a bajas temperaturas, así mismo, las progenies Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA 14, 29, 114), Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA 1, 42, 158), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA 6), Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN 58, 165, 171)

y los genitores Negra Collana (COL) y Salcedo INIA (SAL) mostraron alta resistencia a bajas temperaturas. En la localidad de Camacani casi no se presentaron periodos de helada con temperaturas por debajo de -2 C° , a excepción del mes de mayo que las temperaturas bajaron hasta -2.8C° . En cuanto a la localidad de Illpa se puede observar que las progenies Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA 53, 174,194), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA 33, 195) y el genitor Huariponcho (HUA) se mostraron de muy alta resistencia a bajas temperaturas, así mismo las progenies Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA 14, 29, 114), Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL 30, 37, 46), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA 6), Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN 58, 165, 171) y los genitores Huariponcho (HUA), Kcancolla (KCA) mostraron alta resistencia a bajas temperaturas. En esta zona existe periodos de helada con temperaturas muy bajas, el día 40 y 134 después de la siembra las temperaturas bajas descendieron por debajo de -2.2 C° , pausando el desarrollo de las plantas como en hojas, panojamiento, floración y llenado de granos.

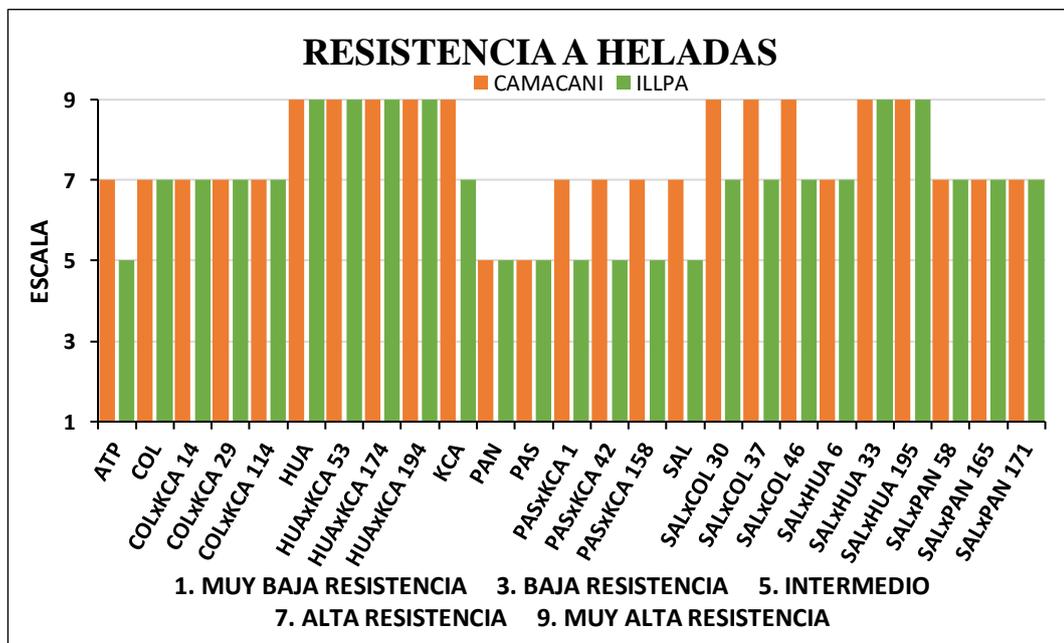


Figura 48. Resistencia a bajas temperaturas de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2029).

4.8. RESISTENCIA A LA SEQUIA

La sequía en el altiplano se puede definir como la falta de lluvias durante un período prolongado de tiempo que produce sequedad y escasez de agua en los campos, perjudicando el normal desarrollo de la planta, afectando sus principales funciones como el rendimiento del cultivo. En la Figura 49, se muestra el efecto de la sequía, se evaluó mediante la escala de valoración por Bioversity Internacional 2013, se tomaron cinco escalas tales como: muy baja, baja, intermedia, alta y muy alta, en las cuales las progenies Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA 53, 174, 194) y los genitores Huariponcho (HUA) y Kcancolla (KCA) mostraron muy alta resistencia a la sequía en ambas localidades, así mismo las progenies Negra Collana x Kcancolla (COLxKCA 14, 29, 114), Pasankalla x Kcancolla (PASxKCA 1, 42, 158), Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL 30, 37, 46), Salcedo INIA x Pandela Rosada (SALxPAN 58, 165, 171) y los genitores Salcedo INIA (SAL), Pasankalla (PAS) y Negra Collana (COL) mostraron alta resistencia a la sequía durante la campaña, la deficiencia de agua es un factor ambiental importante que afecta la turgencia de la célula y la apertura de los estomas de las hojas.

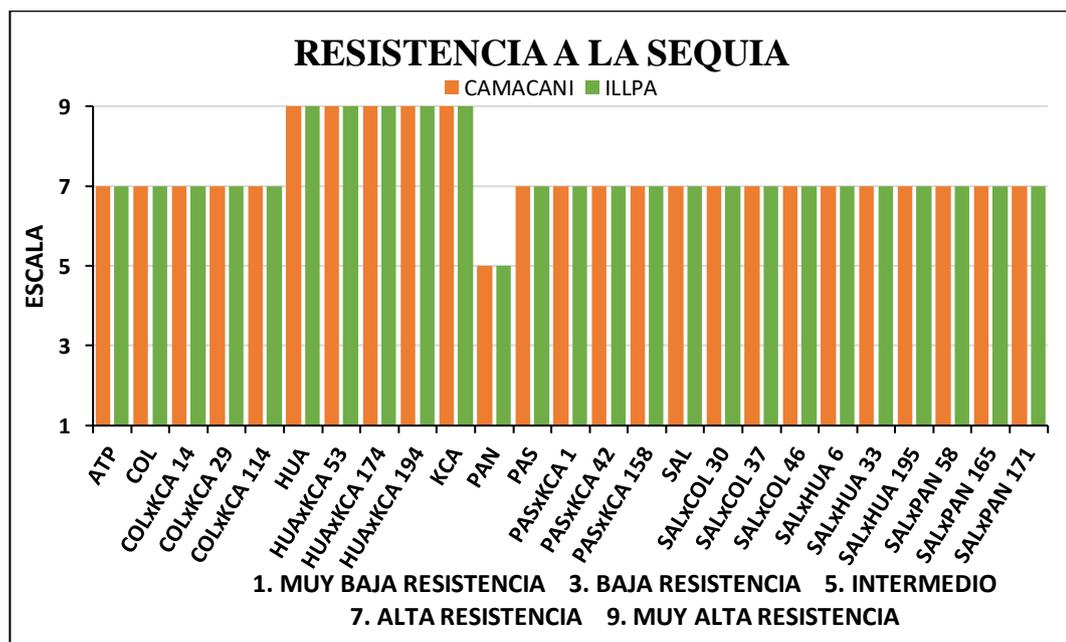


Figura 49. Resistencia a sequias de progenies, genitores y testigo. (Campaña agrícola 2018-2019).



4.9. ANÁLISIS MULTIVARIADO

4.9.1. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (PCA) es una técnica estadística de síntesis de información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí (Cayuela, 2011). Cada componente contiene parte de la variabilidad total de los caracteres, siendo el primer componente el que contiene la mayor parte de la variabilidad, el segundo componente la mayor variabilidad restante (Franco e Hidalgo, 2003)

Para realizar el análisis de componentes principales se utilizó el software estadístico R studio 3.6.1 con la finalidad de transformar un conjunto de variables, a las que se denomina originales, en un nuevo conjunto de variables denominadas componentes principales (De La Fuente, 2011).

El objetivo es construir un pequeño número de nuevas variables llamadas componentes en los cuales se concentre la mayor cantidad posible de información para ello se consideró las siguientes variables; rendimiento en kilogramos por hectárea (rdt_1), peso de 1000 granos (pmg_pc), diámetro de grano (dgr_pc), diámetro de panoja (dpa_mf), diámetro de tallo principal (dtp_mf), altura de planta (adp_mf), índice de cosecha (ic_cs) y número de días hasta la madurez fisiológica (nnd_mf). Dentro del plano principal se trabajó con dos componentes (dimensiones) donde la componente uno contiene el 36.86 % de información de la tabla de datos original y la componente dos contiene el 27.25 % de información de la tabla de datos original, esto explica que entre el eje uno y dos, se está trabajando con el 64.11 % de los datos originales.

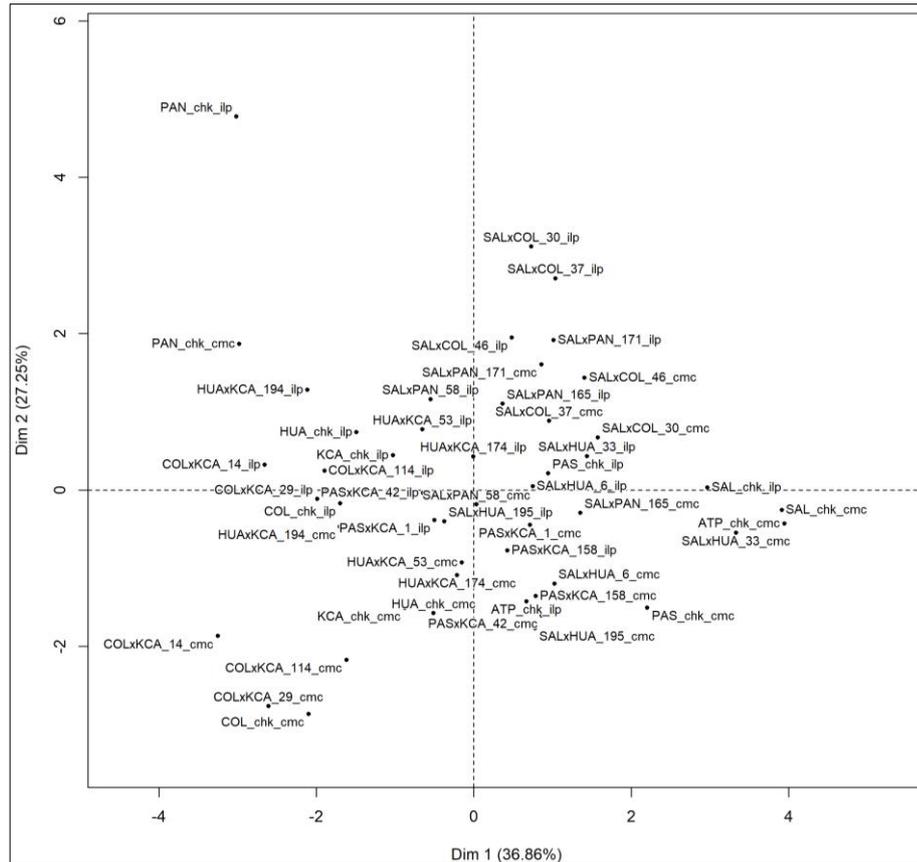


Figura 50. Plano factorial de análisis de componentes principales.

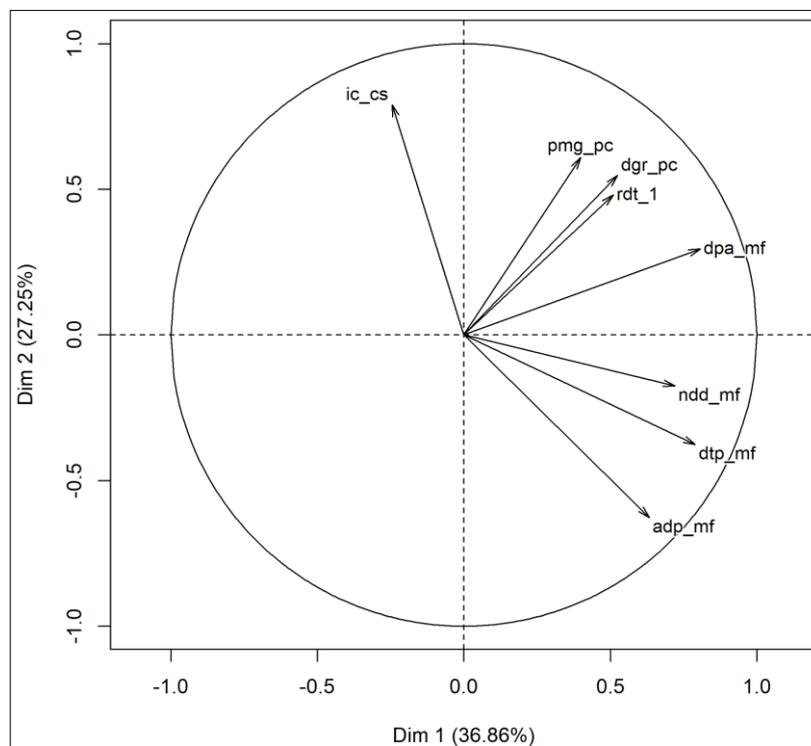


Figura 51. Circulo de correlación para variables del experimento.

En la Figura 51, se observa el análisis de correlación entre las variables, que explican la variación; se evidencia que existe una correlación de similitud entre las variables rendimiento de semilla (rdt_1), peso de 1000 granos (pmg_pc) y diámetro de grano (dgr_pc), que toman diferencia con respecto de las demás variables, además la variable diámetro de panoja se correlaciona positivamente con el rendimiento que están ubicados en el cuadrante 1, así mismo se puede apreciar que los vectores están bien representados positivamente. Por otro lado, entre las variables número de días hasta la madurez fisiológica (nnd_mf), diámetro de tallo principal (dtp_mf) y altura de planta (adp_mf) existen dependencias fuertes y están representadas positivamente en el círculo de correlaciones. En cuanto a la variable índice de cosecha (ic_cs) se puede apreciar que existe una correlación inversa con respecto a la variable altura de planta (adp_mf), y diámetro de tallo principal (dtp_mf), pero que sí están representadas positivamente en el círculo de correlaciones.

4.10. ÍNDICE DE SELECCIÓN

Elston (2014), menciona que el índice de Elston es el producto de los valores fenotípicos menos el mínimo observado para cada característica. Encontrando, que con correlaciones genéticas y fenotípicas adversas los índices simples llevan a bajas ganancias esperadas en algunas características y diferentes grupos de individuos son elegidos como el mejor, sin embargo, donde las características son positivamente asociadas todos los índices producen similares ganancias esperadas y grupos similares de individuos seleccionados como el mejor.

El valor índice fue calculado de acuerdo a los resultados de las dos localidades, de manera que nos permitirá separar las progenies en base a una evaluación simultánea de varias características tales como: rendimiento de grano por hectárea, diámetro de grano, número de días hasta la madurez fisiológica (precocidad) e índice de cosecha. El

ranking establece una relación entre progenies y genitores, en tanto, cada progenie posee una característica propia que lo hará superior o inferior del resto de las progenies.

Tabla 30. Índice de selección de progenies promisorias de quinua. (Campaña agrícola 2018 – 2019)

| Tratamientos | Índice de Elston | Madurez fisiológica | Rendimiento por hectárea | Índice de cosecha | Diámetro de grano |
|--------------|------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| SALxPAN 171 | 26.9 | 184.6 | 10694.5 | 39.2 | 2.25 |
| SALxCOL 30 | 25.7 | 184.9 | 7888.9 | 39.2 | 2.47 |
| SALxCOL 37 | 22.4 | 183.3 | 7861.0 | 37.6 | 2.41 |
| SALxCOL 46 | 14.7 | 184.4 | 7125.0 | 36.1 | 2.44 |
| HUAxKCA 53 | 10.1 | 172.1 | 7569.5 | 35.8 | 2.12 |
| SALxPAN 58 | 9.9 | 183.6 | 6611.1 | 36.4 | 2.32 |
| HUAxKCA 194 | 6.4 | 172.0 | 6611.1 | 39.7 | 2.05 |
| HUAxKCA 174 | 6.3 | 174.1 | 6722.4 | 34.3 | 2.14 |
| SALxPAN 165 | 6.1 | 184.8 | 6722.3 | 35.7 | 2.21 |
| HUA | 3.7 | 174.1 | 6652.8 | 37.6 | 2.03 |
| KCA | 2.0 | 174.3 | 6736.3 | 35.0 | 2.01 |
| SALxHUA 33 | 1.9 | 195.8 | 6902.8 | 35.8 | 2.37 |
| SALxHUA 6 | 1.8 | 193.4 | 6889.0 | 32.7 | 2.28 |
| SALxHUA 195 | 1.7 | 186.9 | 6055.6 | 33.2 | 2.13 |
| COLxKCA 114 | 1.4 | 172.5 | 5458.4 | 34.4 | 2.03 |
| ATP | 1.0 | 195.3 | 7930.5 | 32.1 | 2.22 |
| PASxKCA 1 | 0.3 | 193.0 | 4458.4 | 32.8 | 2.36 |
| COL | 0.3 | 185.9 | 4833.3 | 32.2 | 2.04 |
| COLxKCA 14 | 0.1 | 172.8 | 4319.5 | 35.3 | 1.99 |
| PASxKCA 42 | 0.1 | 193.9 | 4430.6 | 30.4 | 2.33 |
| PAS | 0.1 | 194.2 | 5847.4 | 28.6 | 2.32 |
| PAN | 0.0 | 148.6 | 4166.8 | 40.8 | 2.58 |
| PASxKCA 158 | 0.0 | 194.8 | 4694.5 | 28.3 | 2.32 |
| COLxKCA 29 | 0.0 | 171.8 | 5500.0 | 31.2 | 1.96 |
| SAL | 0.0 | 198.1 | 8638.9 | 30.1 | 2.39 |

En la Tabla 30, se observa el índice de selección donde la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171) fue superior al resto de las progenies con el mayor índice de selección de 26.9 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 184.6 días, rendimiento de 10694.5 kg/ha, índice de cosecha 39.2 % y diámetro de grano con 2.25 mm; así mismo la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) con índice de selección que alcanzó el 25.7 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 183.3 días, rendimiento de 7888.9 kg/ha, índice de cosecha con 39.2% y diámetro de grano con 2.41 mm; seguido de la



progenie Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con índice de selección que alcanzó el 22.4 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 184.9 días, rendimiento grano por hectárea 7861 kg/ha, índice de cosecha con 37.6 % y diámetro de grano con 2.47 mm; la progenie Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con índice de selección de 14.7 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 184.4 días, rendimiento de grano por hectárea 7125 kg/ha, índice de cosecha con 36.1 %, y diámetro de grano con 2.44 mm; la progenie Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) con índice de selección de 10.1 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 172.1 días, rendimiento de grano por hectárea 7569.5 kg/ha, índice de cosecha 35.8% y diámetro de grano con 2.12 mm; la progenie Salcedo INIA x Pandela Rosada 58 (SALxPAN 58) con índice de selección de 9.9 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 183.6 días, rendimiento de grano por hectárea 6611.1 kg/ha, índice de cosecha 36.4% y diámetro de grano con 2.32 mm; la progenie Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194) con índice de selección de 6.4 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 172 días, rendimiento de grano por hectárea 6611.1 kg/ha, índice de cosecha 39.7 % y diámetro de grano con 2.05 mm y la progenie Huariponcho x Kcancolla 174 (HUAxKCA 174) con índice de selección de 6.3 % con las siguientes características: madurez fisiológica con promedio de 174 días, rendimiento de grano por hectárea 6722.4 kg/ha, índice de cosecha 34.3 % y diámetro de grano con 2.14 mm, fueron las progenies con características superiores respecto a los genitores y testigo.



V. CONCLUSIONES

Se ha logrado comparar el rendimiento de dieciocho progenies de quinua, de las cuales las progenies con mejores rendimientos fueron: Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30), Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37), Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53) y Salcedo INIA x Negra Collana 46 (SALxCOL 46) con promedios de 10694.5 7888.9, 7861, 7569.5 y 7125 kg/ha respectivamente. Así mismo las progenies con mayor índice de cosecha fueron Huariponcho x Kcancolla 194 (HUAxKCA 194), Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30) y Salcedo INIA x Negra Collana 37 (SALxCOL 37) con 39.7, 39.2, 39.2 y 37.6%. Además, las condiciones medio ambientales de las localidades de Camacani e Illpa donde se ha desarrollado la investigación son apropiadas para el cultivo de quinua, así mismo tienen todas las condiciones que el cultivo requiere según el análisis del suelo.

Entre las progenies presentaron una variabilidad fenológica, principalmente en las etapas de floración y madurez fisiológica que definieron su periodo vegetativo, de las cuales se concluye que las progenies promisorios fueron Salcedo INIA x Pandela Rosada 171 (SALxPAN 171), Salcedo INIA x Negra Collana 37, (SALxCOL 37), Salcedo INIA x Negra Collana 30 (SALxCOL 30), Salcedo INIA Negra Collana 46 (SALxCOL 46) y Huariponcho x Kcancolla 53 (HUAxKCA 53), siendo las mejores adaptadas en condiciones de Puno. Las progenies muy tolerantes a temperaturas bajas fueron: Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA 53, 174 y 194), Salcedo INIA x Negra Collana (SALxCOL 30, 37 y 46), Salcedo INIA x Huariponcho (SALxHUA 33 y 195). Así mismo las progenies muy tolerantes a la sequía fueron: Huariponcho x Kcancolla (HUAxKCA 53, 174 y 194).



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios bajo diferentes condiciones de suelo, clima y demás factores, priorizando las progenies que obtuvieron mejores cualidades agronómicas.

Elaborar trabajos de investigación con las progenies seleccionadas, con niveles de fertilización, resistencia a plagas y enfermedades con labores culturales adecuadas.

Se recomienda tomar en cuenta las variables morfológicas para una futura caracterización de aquellas que resulten ser las mejores ya que servirán como apoyo para la descripción y caracterización de las futuras y posibles variedades.

Tomar en cuenta la variable del diámetro de tallo principal, variable que todavía refleja inestabilidad en algunas progenies, un criterio claro para una futura liberación de variedad que dependerá de una evaluación minuciosa en los próximos trabajos de investigación.



VII. REFERENCIAS

- Aluwi, N. A., Gu, B. J., Dhumal, G. S., Medina, I. G., Murphy, K. M. y Ganjyal, G. M. (2016). Impacts of scarification and degermination on the expansion characteristics of select quinoa varieties during extrusion processing. *Journal of food science*, 81(12), pp. 2939-2949.
- Andrade, H. (2012). Métodos de mejora genética en maíz (*Zea mays* L.). S.L. S.E. 38.
- 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 para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 119 p.
- Apaza, J. (2017). Selección de líneas a partir de autofecundaciones S5 de seis cruzas simples, genéticamente distantes y cercanas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones ambientales de Puno. Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 185 p.
- Apaza, M. (1999). Resultados de investigación y perspectivas para el nuevo milenio en el cultivo de quinua. PNICA INIA. Cusco, Perú.
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria. 76 p.
- Arcaya, J. (2018). Determinación de la calidad física y fisiológica de semillas de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de color. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 84 p.
- Barioglio, C. F. (2006). Diccionario de las Ciencias agropecuarias. 1ra edición Córdoba: 496 p.



- Bastidas, E. G., Roura, R., Rizzolo, D. A., Massanés, T. y Gomis, R. (2016). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from nutritional value to potential health benefits: An integrative review. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6(3), pp. 2-10.
- Bazile, D., Jacobsen, S. y Verniau, A. (2016). The global expansion of quinoa: trends and limits. *Frontiers in plant science*, 7(622), pp.1-6.
- Bazile, D., Bertero, H. D. y Nieto, C. (2015). State of the art report on quinoa around the world in 2013. FAO. 605 p.
- Benavides, A. y Rodríguez, M. (2007). Evaluación y selección de 16 líneas promisorias de quinua dulce en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 87 p.
- Benlhabib, O., Boujartani, N., Maughan, P., Jacobsen, S. y Jellen, E. (2016). Elevated Genetic Diversity in an F2:6 Population of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Developed through an Inter-ecotype Cross. *Frontiers in Plant Science*, 7(1222), pp. 1-9.
- Bhargava, A., Shukla, S. y Ohri, D. (2006). (*Chenopodium quinoa* Willd.) An Indian perspective. *Industrial Crops and Products*, 23(1), pp. 73-87.
- Bioversity International, FAO, PROIMPA, INIAF y FIDA. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. 64 P.
- Bojanic, A. (2011). La quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).



- Bonifacio, A. (2006). El futuro de los productos andinos en la región alta y los valles centrales de los andes. Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial. La Paz, Bolivia. 34 P.
- Borrajo, C. (2006). Importancia de la calidad de semillas. Curso internacional en ganadería tropical. E.E.A. Mercedes. INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Bustincio, R. (2013). Obtención de progenie de cruza simples en ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), mediante la estimación de distancias genéticas asistida por marcadores moleculares. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Perú. 72 p.
- Calderón, I. y Guarachi, A. (2009). Contribución al estudio físico-químico integral de 15 ecotipos y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con fines agroindustriales (tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad Técnica, Química industrial. La Paz, Bolivia.
- Campos, E., Bravo, R., Valdivia, R. y Soto, J. (2012). Plagas insectiles en áreas de intensificación de quinua en Puno. Diario de Ciencia y Tecnología Agraria. 2, 379 p.
- Carcasi, A., Alberto, C. y Pereira, P. (2014). Determinación de características físicas en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) mediante procesamiento digital de imágenes. 18 p.
- Cayuela, L. (2011). Análisis multivariante. Tulipán: Área de Biodiversidad y Conservación, Universidad Rey Juan Carlos.
- Choquechambi, L. (2016). Caracterización de progenies S5 autofecundadas, procedentes de cruza simples en seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) genéticamente distantes y cercanas en Camacani. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 180 p.



- Christensen, S. A., Pratt, D. B., Pratt, C., Nelson, P. T., Stevens, M. R., Jellen, E. N., Coleman, C. E., Fairbanks, D. J., Bonifacio, A. y Maughan, P. J. (2007). Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using microsatellite markers. *Plant Genetic Resources*, 5(2), pp. 82-95.
- De La Fuente, S. (2011). *Análisis de Componentes Principales*. 34 p.
- Delgado, A., Palacios, J. y Betancourt, C. (2009). Evaluation of 16 genotypes of sweet quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the municipality of Iles, Nariño Colombia. *Agronomía Colombiana*, 27(2), pp. 159-167.
- Domínguez, J. (2014). Caracterización agromorfológica de progenies autofecundadas S4, procedentes de cruza simples, genéticamente distantes y cercanas en seis cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en condiciones de Campiña de Arequipa. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad nacional San Agustín - Arequipa, Perú. 110 p.
- Eisa, S. S., Eid, M. A., Abd El-Samad, E. H., Hussin, S. A., Abdel-Ati, A. A., El-Bordeny, N. E., Ali, S. H., Al-Sayed, H., Lotfy, M. E. y Masoud, A. M. (2017). (*Chenopodium quinoa* Willd.) A new cash crop halophyte for saline regions of Egypt. *Australian Journal of Crop Science*, 11(3), pp. 343-351.
- Elston, R. C. (2014). A Weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. 85-97.
- Fan, X., Kang, M., Chen, H., Zhang, Y., Tan, J. y Xu, C. (2007). Yield Stability of Maize Hybrids Evaluated in Multi-Environment Trials in Yunnan, China. *Agronomy Journal*, 99(1), pp. 220-228.
- FAO. (2000). *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.)* Santiago, Chile.



- Fernández, E., Cruz, M. y Silva, R. (2019). Comportamiento agronómico de ocho genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Distrito Molinopampa, Provincia Chachapoyas, Amazonas. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, 1(2), pp. 63-71.
- Flores, S. (2017). Caracterización agronómica y variabilidad genética de progenies de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de autofecundaciones S5 de cruza simples cercanas y distantes genéticamente. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 134 p.
- Franco, T. L. e Hidalgo, R. (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos - Boletín Técnico IPGRI No. 8. Bioversity International.
- Frías, A. M. y Tapia, M. E. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO, ANPE-Perú.
- Fuentes, F., Maughan, P. y Jellen, E. (2009). Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Revista geográfica de Valparaíso, 42(1), pp. 20-33.
- Gabriel, J., Luna, N., Vargas, A., Magne, J., Angulo, A., La Torre, J. y Bonifacio, A. (2012). Quinua de valle (*Chenopodium quinoa* Willd.) Fuente valiosa de resistencia genética al mildiu (*Peronospora farinosa* Willd.) Journal of the Selva Andina Research Society, 3(2), pp. 27-44.
- García, C., Barco, O. y Rosas, I. (2007). Evaluación y transferencia de tecnología para tres genotipos promisorios de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los municipios de Pasto y Guaitarilla del departamento de Nariño, Colombia. Revista de Ciencias Agrícolas, 24(1-2), pp. 74-87.



- Gómez, A., Iafelice, G., Verardo, V., Marconi, E. y Caboni, M. (2014). Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Food Chemistry, 157(2014), pp. 174-178.
- Gómez, L. y Aguilar, E. (2016). Guía del cultivo de quinua. Primera edición. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. 121 p.
- Hernández, S., López, R., Porras, F., Parra, S., Villarreal, M. y Osuna, T. (2010). Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de Chile silvestre. Agrociencia, 44(6), pp. 667–677.
- Hussin, S., Khalifa, W., Geissler, N. y Koyro, H.-W. (2017). Influence of the root endophyte Piriformospora indica on the plant water relations, gas exchange and growth of (*Chenopodium quinoa* Willd.) at limited water availability. Journal of Agronomy and Crop Science, 203(5), pp. 373-384.
- Inguilán, J. y Pantoja, C. (2007). Evaluación y selección de 16 selecciones promisorias de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Municipio de Córdoba, Departamento de Nariño. Trabajo de grado. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.
- ITIS. (2019). Integrated Taxonomic Information System. Recuperado 13 de noviembre de 2019.
- Iturregui, L., Canaza, A. y Barriga, P. (2019). Producción agroecológica de ecotipos de quinua de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos eficaces. Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 21(3), pp. 173-181.
- Jellen, E. (2014). Botánica, Filogenia y Evolución. En estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Chile-Francia: FAO- CIRAD. pp. 12-13.



- Ku, P. (2017). Perú como primer exportador de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a nivel mundial. *Quipukamayoc*, 25(47), pp. 75-83.
- León, H. (2003). Cultivo de la quinua en Puno Perú, descripción manejo y producción.
- Lozano, A. y Rubiano, A. (2007). Caracterización de tres ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) mediante técnicas agroecológicas, en dos zonas agro climatológicamente diferentes del departamento de Cundinamarca. 2(2), pp. 89-101.
- Maliro, M., Guwela, V., Nyaika, J. y Murphy, K. (2017). Preliminary Studies of the Performance of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes under Irrigated and Rainfed Conditions of Central Malawi. *Frontiers in Plant Science*, 8(227), pp.1-9.
- Mamani, F. y Zanabria, E. (2017). Granos andinos nutracéutica. Quinoa, cañihua y kiwicha de Perú y Bolivia.
- Mendoza, Y. (2013). Índices catastróficos asegurable para el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la región Puno basado en circulación atmosférica. Tesis M. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 41 p.
- Mujica, A. (2006). Descriptores para la caracterización del cultivo de quinua. Manual para caracterización in situ de cultivos nativos. INIEA Lima, Perú. pp. 90-94.
- 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: Quinoa, Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro. Santiago de Chile. pp. 9-53.



- Mujica, A. y Jacobsen, S. E. (1988). Agrobiodiversidad de las aynokas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la seguridad alimentaria. Proc. Seminario Taller agro biodiversidad en la región andina y amazónica. pp. 23-25.
- Mujica, A., Suquilanda, M., Chura, E., Ruiz, E., León, A., Cutipa, S. y Ponce, C. (2013). Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Puno, Perú: Sociedad Peruana para el Fomento y Competitividad de la Innovación Agraria (FINCAGRO). 56, pp. 59–61.
- Mujica A., Jacobsen, S., Izquierdo, J. y Marathee, J. (2001). Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro. Santiago: FAO.
- Murphy, K. M., Bazile, D., Kellogg, J. y Rahmanian, M. (2016). Development of a Worldwide Consortium on Evolutionary Participatory Breeding in Quinoa. *Frontiers in Plant Science*, 7(608), pp. 1-7.
- Peterson, A., Jacobsen, S., Bonifacio, A. y Murphy, K. (2015). A crossing method for quinoa. *Sustainability*, 7(3), pp. 3230-3243.
- Pinto, J. (2013). Caracterización morfológica y agronómica de progenies F1 de cruza simples de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en condiciones de invernadero. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa, Perú. 127 p.
- Pirovano, H. (2010). Valor cultural de las semillas.
- Poulsen, K. (1999). Análisis de semillas. Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), pp. 14-20.
- PROINPA. (2015). Informe compendio 2011-2014. Cochabamba, Bolivia.



- Razzaghi, F., Jacobsen, S.-E., Jensen, C. R. y Andersen, M. N. (2015). Ionic and photosynthetic homeostasis in quinoa challenged by salinity and drought-mechanisms of tolerance. *Functional plant biology*, 42(2), pp. 136–148.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. y Jacobsen, S.-E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Food reviews international*, 19(1-2), pp. 179–189.
- Rodríguez, J. (2005). El papel del tamaño de semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra. 117 p.
- Rojas, M. (2018). Evaluación carpológica y agronómica de 100 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a 3,320 msnm Morochucos. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal. Ayacucho, Perú 116 p.
- Rojas, R. (2015). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad hualhuas, en el Distrito de Huando. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. 69 p.
- Rojas, W. y Camargo, A. (2003). Establecimiento de un método de reducción del contenido de la humedad del grano de quinua. Fundación PROINPA. Informe Anual 2003, A1-A8.
- Rojas, W., Risi, J., Bonifacio, A. y Gandarillas, H. (2014). Consultoría estudio de la producción y mercado de la quinua. La Paz, Bolivia. 26 p.



- Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gomez P., Leon-Lobos, L. G., Alercia, A., Diulgheroff, S., Padulosi, S. y Bazile, D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua. FAO. pp. 65-94.
- Sánchez, F. (2013). Proyecto de factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua. Sierra Exportadora. Lima, Perú
- 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.
- Sezen, S. M., Yazar, A., Tekin, S. y Yildiz, M. (2016). Use of drainage water for irrigation of quinoa in a mediterranean environment. Proceedings of 2nd World Irrigation Forum (WIF2), pp. 6-8.
- Tapia. (2000). Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación: Agronomía de los cultivos andinos. Cultivos Andinos. FAO (CD – ROM) Chile.
- Tapia, Canahua, A. e Ignacio, S. (2014). Razas de quinuas del Perú de los andes al mundo. Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 173 p.
- UPOV. (2017). Unión de protección y obtención vegetal.
- Vallejo, F. y Estrada, E. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia. 80 p.
- Veloza, C., Romero, G. y Gómez, J. (2016). Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la sabana Norte de Bogotá, Colombia. 19(2), pp. 332
- Wahli, C. y Latinreco, S. A. (1990). Quinua hacia su cultivo comercial.
- Zevallos, V. F., Herencia, L. I. y Ciclitira, P. J. (2013). Quinoa, coeliac disease and gluten-free diet. State of the Art Report of Quinoa in the World in. pp. 300-313.



Zurita, A., Fuentes, F., Zamora, P., Jacobsen, S. y Schwember, A. (2014). Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Potential and perspectives. *Molecular Breeding*, 34(1), pp. 13-30.

Zurita, A., Jacobsen, S., Razzaghi, F., Álvarez, R., Ruiz, K., Morales, A. y Silva, H. (2014). Respuestas a la sequía y adaptación de la quinua. FAO/CIRAD.

ANEXOS

Tabla 31. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 380.34 | 126.78 | 1.34 | 2.76 | 4.13 | n. s. |
| TRAT. | 24 | 18996.37 | 791.52 | 8.4 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 6787.91 | 94.28 | | | | |
| Total | 99 | 26164.63 | | | | | |

CV = 6.37143%

Tabla 32. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 721.18 | 240.39 | 3.30 | 2.76 | 4.13 | * |
| TRAT. | 24 | 13092.25 | 545.51 | 7.50 | 1.70 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 5240.02 | 72.78 | | | | |
| Total | 99 | 19053.44 | | | | | |

CV = 6.64621%

Tabla 33. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de tallo principal en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 6.57 | 2.19 | 0.92 | 2.76 | 4.13 | n. s. |
| TRAT. | 24 | 228.51 | 9.52 | 4.02 | 1.70 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 170.55 | 2.37 | | | | |
| Total | 99 | 405.63 | | | | | |

CV = 7.79292 %

Tabla 34. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de tallo principal en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 4.02 | 1.34 | 0.63 | 2.76 | 4.13 | n. s. |
| TRAT. | 24 | 192.86 | 8.04 | 3.77 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 153.37 | 2.13 | | | | |
| Total | 99 | 350.25 | | | | | |

CV = 8.342504 %

Tabla 35. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de panoja en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 328.99 | 109.66 | 6.42 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 1900.73 | 79.20 | 4.64 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 1229.49 | 17.08 | | | | |
| Total | 99 | 3459.22 | | | | | |

CV = 8.68633 %

Tabla 36. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de panoja en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|-------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 63.89 | 21.30 | 2.25 | 2.76 | 4.13 | n. s. |
| TRAT | 24 | 1661.99 | 69.25 | 7.33 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 680.42 | 9.45 | | | | |
| Total | 99 | 2406.29 | | | | | |

CV = 6.43593 %

Tabla 37. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de panoja en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 2135.25 | 711.75 | 12.49 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 19504.09 | 812.67 | 14.26 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 4102.71 | 56.98 | | | | |
| Total | 99 | 25742.05 | | | | | |

CV = 9.14660 %

Tabla 38. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de panoja Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 209.36 | 69.79 | 1.62 | 2.76 | 4.13 | n. s. |
| TRAT | 24 | 12923.25 | 538.47 | 12.51 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 3100.19 | 43.06 | | | | |
| Total | 99 | 16232.80 | | | | | |

CV = 7.30046 %

Tabla 39. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta la formación del botón floral en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif |
|---------|----|--------|-------|------|------|------|--------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 1.55 | 0.52 | 0.9 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 718.24 | 29.93 | 52.3 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 41.20 | 0.57 | | | | |
| Total | 99 | 760.99 | | | | | |

CV = 1.08080 %

Tabla 40. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta la formación del botón floral en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 1.64 | 0.55 | 0.52 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 1007.26 | 41.97 | 39.83 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 75.86 | 1.05 | | | | |
| Total | 99 | 1084.76 | | | | | |

CV = 1.40958 %

Tabla 41. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el inicio de floración en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 1.39 | 0.46 | 0.38 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 1446.74 | 60.28 | 49.97 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 86.86 | 1.21 | | | | |
| Total | 99 | 1534.99 | | | | | |

CV = 1.36459 %

Tabla 42. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el inicio de floración en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 11.72 | 3.91 | 1.36 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 1729.56 | 72.07 | 25.15 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 206.28 | 2.87 | | | | |
| Total | 99 | 1947.56 | | | | | |

CV = 2.00027 %

Tabla 43. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el 50% de floración en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 1.79 | 0.60 | 0.62 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 2292.16 | 95.51 | 99.72 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 68.96 | 0.96 | | | | |
| Total | 99 | 2362.91 | | | | | |

CV = 1.08175

Tabla 44. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el 50% de floración en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 19.44 | 6.48 | 2.56 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 2255.84 | 93.99 | 37.07 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 182.56 | 2.54 | | | | |
| Total | 99 | 2457.84 | | | | | |

CV = 1.69326 %

Tabla 45. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el grano lechoso en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|--------|--------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 3.95 | 1.32 | 0.79 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 5559.94 | 231.66 | 138.65 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 120.30 | 1.67 | | | | |
| Total | 99 | 5684.19 | | | | | |

CV = 1.168828 %

Tabla 46. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de días hasta el grano lechoso en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|--------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 32.12 | 10.71 | 4.02 | 2.76 | 4.13 | * n.s. |
| TRAT. | 24 | 4163.24 | 173.47 | 65.09 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 191.88 | 2.67 | | | | |
| Total | 99 | 4387.24 | | | | | |

CV = 1.41635 %

Tabla 47. Análisis de varianza (ANOVA) para días hasta el grano pastoso en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|--------|--------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 8.72 | 2.91 | 1.22 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 8636.24 | 359.84 | 151.27 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 171.28 | 2.38 | | | | |
| Total | 99 | 8816.24 | | | | | |

CV = 1.11572 %

Tabla 48. Análisis de varianza (ANOVA) para días hasta el grano pastoso en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|---------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 72.67 | 24.22 | 5.56 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 6867.86 | 286.16 | 65.7 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 313.58 | 4.36 | | | | |
| Total | 99 | 7254.11 | | | | | |

CV = 1.44755 %

Tabla 49. Análisis de varianza (ANOVA) para madurez fisiológica en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|--------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 17.84 | 5.95 | 2.64 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 14633.04 | 609.71 | 270.71 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 162.16 | 2.25 | | | | |
| Total | 99 | 14813.04 | | | | | |

CV = 0.83208 %

Tabla 50. Análisis de varianza (ANOVA) para madurez fisiológica en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|--------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 42.68 | 14.23 | 4.41 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 11270.00 | 469.58 | 145.53 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 232.32 | 3.23 | | | | |
| Total | 99 | 11545.00 | | | | | |

CV = 0.97 %

Tabla 51. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento de semilla por planta en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 767.48 | 255.83 | 2.26 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 22660.54 | 944.19 | 8.36 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 8134.02 | 112.97 | | | | |
| Total | 99 | 31562.04 | | | | | |

CV = 19.73422%

Tabla 52. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento de semilla por planta en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|----------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 1766.27 | 588.76 | 2.35 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 21238.46 | 884.94 | 3.54 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 18010.98 | 250.15 | | | | |
| Total | 99 | 41015.71 | | | | | |

CV = 24.99796%

Tabla 53. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento por hectárea en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif |
|--------|----|-------------|------------|------|------|------|--------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 8955245.6 | 2985081.9 | 2.12 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 282974833.3 | 11790618.1 | 8.39 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 101200130.9 | 1405557.4 | | | | |
| Total | 99 | 393130209.8 | | | | | |

C.V. = 19.82%

Tabla 54. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento por hectárea en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif |
|--------|----|-------------|------------|------|------|------|--------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 21808028.7 | 7269342.9 | 2.35 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 262209181.0 | 10925382.5 | 3.54 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 222357564.3 | 3088299.5 | | | | |
| Total | 99 | 506374774.0 | | | | | |

C.V. = 25 %

Tabla 55. Análisis de varianza (ANOVA) para peso de 1000 granos en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.29 | 0.10 | 2.68 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 25.72 | 1.07 | 29.27 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 2.64 | 0.04 | | | | |
| Total | 99 | 28.65 | | | | | |

CV = 5.69570 %

Tabla 56. Análisis de varianza (ANOVA) para peso de 1000 granos en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.24 | 0.08 | 1.87 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 32.90 | 1.37 | 31.71 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 3.11 | 0.04 | | | | |
| Total | 99 | 36.25 | | | | | |

CV = 6.23644 %

Tabla 57. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de grano en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.003 | 0.001 | 0.18 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 3.755 | 0.156 | 27.78 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 0.405 | 0.006 | | | | |
| Total | 99 | 4.163 | | | | | |

CV = 3.33815 %

Tabla 58. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de grano en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.07 | 0.02 | 1.94 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 2.61 | 0.11 | 9.21 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 0.85 | 0.01 | | | | |
| Total | 99 | 3.52 | | | | | |

CV = 4.89018 %

Tabla 59. Análisis de varianza (ANOVA) para espesor de grano en camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|-------|-------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.003 | 0.001 | 0.51 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 0.442 | 0.018 | 11.23 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 0.118 | 0.002 | | | | |
| Total | 99 | 0.563 | | | | | |

CV = 3.20735 %

Tabla 60. Análisis de varianza (ANOVA) para espesor de grano en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|-------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.003 | 0.001 | 0.45 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 0.511 | 0.021 | 9.18 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 0.167 | 0.002 | | | | |
| Total | 99 | 0.681 | | | | | |

C.V. = 3.72920 %

Tabla 61. Análisis de varianza (ANOVA) para índice de cosecha en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|---------|-------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 145.30 | 48.43 | 1.33 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 1508.01 | 62.83 | 1.73 | 1.7 | 2.12 | * |
| Error | 72 | 2617.33 | 36.35 | | | | |
| Total | 99 | 4270.63 | | | | | |

C.V. = 18.22955

Tabla 62. Análisis de varianza (ANOVA) para índice de cosecha en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|---------|--------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 690.30 | 230.10 | 9.51 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 1720.82 | 71.70 | 2.96 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 1742.20 | 24.20 | | | | |
| Total | 99 | 4153.32 | | | | | |

C.V. = 13.6406

Tabla 63. Análisis de varianza (ANOVA) para peso hectolitrico en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 22.82 | 7.61 | 1.99 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 183.83 | 7.66 | 2 | 1.7 | 2.12 | * n.s. |
| Error | 72 | 275.82 | 3.83 | | | | |
| Total | 99 | 482.47 | | | | | |

CV = 3.03618 %

Tabla 64. Análisis de varianza (ANOVA) para peso hectolitrico en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 9.55 | 3.18 | 0.81 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 200.22 | 8.34 | 2.13 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 281.77 | 3.91 | | | | |
| Total | 99 | 491.54 | | | | | |

CV = 3.10711 %

Tabla 65. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud del peciolo en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 6.09 | 2.03 | 6.75 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 19.57 | 0.82 | 2.71 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 21.67 | 0.30 | | | | |
| Total | 99 | 47.33 | | | | | |

CV = 7.93303 %

Tabla 66. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud del peciolo en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|-------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 3.33 | 1.11 | 3.22 | 2.76 | 4.13 | * n.s. |
| TRAT. | 24 | 20.16 | 0.84 | 2.44 | 1.7 | 2.12 | * * |
| Error | 72 | 24.82 | 0.34 | | | | |
| Total | 99 | 48.31 | | | | | |

CV = 8.57097 %

Tabla 67. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud máxima de la hoja en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 8.02 | 2.67 | 2.85 | 2.76 | 4.13 | * n.s |
| TRAT. | 24 | 75.91 | 3.16 | 3.38 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 67.46 | 0.94 | | | | |
| Total | 99 | 151.39 | | | | | |

CV= 8.76037 %

Tabla 68. Análisis de varianza (ANOVA) para longitud máxima de la hoja en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif |
|---------|----|--------|------|------|------|------|--------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 2.79 | 0.93 | 1.04 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 64.57 | 2.69 | 3.02 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 64.17 | 0.89 | | | | |
| Total | 99 | 131.53 | | | | | |

CV= 8.63345 %

Tabla 69. Análisis de varianza (ANOVA) para ancho máximo de la hoja en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.85 | 0.28 | 0.34 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 72.35 | 3.01 | 3.58 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 60.60 | 0.84 | | | | |
| Total | 99 | 133.80 | | | | | |

CV = 9.33005 %

Tabla 70. Análisis de varianza (ANOVA) para ancho máximo de la hoja en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 0.58 | 0.19 | 0.27 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 51.60 | 2.15 | 2.98 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 51.98 | 0.72 | | | | |
| Total | 99 | 104.16 | | | | | |

CV = 8.73870 %

Tabla 71. Análisis de varianza (ANOVA) para número de dientes de la hoja en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 8.99 | 3.00 | 3.49 | 2.76 | 4.13 | * n.s |
| TRAT. | 24 | 49.36 | 2.06 | 2.4 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 61.76 | 0.86 | | | | |
| Total | 99 | 120.11 | | | | | |

CV = 8.96576 %

Tabla 72. Análisis de varianza (ANOVA) para número de dientes de la hoja en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|---------|----|--------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUES | 3 | 4.40 | 1.47 | 1.45 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT | 24 | 35.24 | 1.47 | 1.46 | 1.7 | 2.12 | n.s |
| Error | 72 | 72.60 | 1.01 | | | | |
| Total | 99 | 112.24 | | | | | |

CV = 9.80623 %

Tabla 73. Análisis de varianza (ANOVA) para pureza de semilla en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 0.70 | 0.23 | 6.76 | 2.76 | 4.13 | ** |
| TRAT. | 24 | 2.20 | 0.09 | 2.63 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 2.50 | 0.03 | | | | |
| Total | 99 | 5.40 | | | | | |

C.V. = 0.18822

Tabla 74. Análisis de varianza (ANOVA) para pureza de semilla en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 0.13 | 0.04 | 0.73 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 4.46 | 0.19 | 3.05 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 4.39 | 0.06 | | | | |
| Total | 99 | 8.99 | | | | | |

C.V. = 0.24941%

Tabla 75. Análisis de varianza (ANOVA) para poder germinativo en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|-------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 1.47 | 0.49 | 1.78 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 14.86 | 0.62 | 2.25 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 19.78 | 0.27 | | | | |
| Total | 99 | 36.11 | | | | | |

C.V. = 0.525875

Tabla 76. Análisis de varianza (ANOVA) para poder germinativo en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif |
|--------|----|-------|------|------|------|------|--------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 4.04 | 1.35 | 2.23 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 27.34 | 1.14 | 1.89 | 1.7 | 2.12 | * |
| Error | 72 | 43.46 | 0.60 | | | | |
| Total | 99 | 74.84 | | | | | |

C.V. = 0.78114%

Tabla 77. Análisis de varianza (ANOVA) para valor cultural en Camacani.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|-------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 0.45 | 0.15 | 0.36 | 2.76 | 4.13 | n.s. |
| TRAT. | 24 | 21.25 | 0.89 | 2.12 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 30.06 | 0.42 | | | | |
| Total | 99 | 51.75 | | | | | |

V.C. = 0.6551%

Tabla 78. Análisis de varianza (ANOVA) para valor cultural en Illpa.

| F.V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|--------|----|-------|------|------|------|------|---------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 | |
| BLOQUE | 3 | 4.40 | 1.47 | 2.26 | 2.76 | 4.13 | n.s |
| TRAT. | 24 | 38.49 | 1.60 | 2.47 | 1.7 | 2.12 | ** |
| Error | 72 | 46.83 | 0.65 | | | | |
| Total | 99 | 89.72 | | | | | |

V.C. = 0.8189%

Tabla 79. Registro de fases fenológicas en Camacani e Illpa

| PROGENIES, GENITORES Y TESTIGO | CAMACANI | | | | | | ILLPA | | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|---|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|
| | Días hasta la formación de botón floral | Días hasta el inicio de floración | Días hasta el 50% de floración | Días hasta el grano lechoso | Días hasta grano pastoso | Días hasta el 50% de madurez fisiológica | Días hasta la formación de botón floral | Días hasta el inicio de floración | Días hasta el 50% de floración | Días hasta el grano lechoso | Días hasta grano pastoso | Días hasta el 50% de madurez fisiológica |
| HUAxKCA 53 | 68 | 77 | 86 | 104 | 129 | 169 | 68 | 79 | 88 | 108 | 138 | 176 |
| HUAxKCA 174 | 69 | 79 | 87 | 105 | 132 | 171 | 69 | 78 | 88 | 108 | 135 | 177 |
| HUAxKCA 194 | 69 | 76 | 86 | 103 | 128 | 170 | 70 | 82 | 91 | 109 | 137 | 175 |
| SALxHUA 6 | 71 | 83 | 94 | 116 | 146 | 192 | 77 | 90 | 101 | 123 | 151 | 195 |
| SALxHUA 33 | 72 | 82 | 95 | 120 | 150 | 195 | 77 | 90 | 102 | 124 | 155 | 197 |
| SALxHUA 195 | 70 | 82 | 92 | 113 | 143 | 186 | 74 | 86 | 95 | 117 | 147 | 188 |
| PASxKCA 1 | 74 | 85 | 97 | 121 | 150 | 192 | 76 | 89 | 100 | 123 | 153 | 194 |
| PASxKCA 42 | 73 | 85 | 96 | 121 | 149 | 194 | 74 | 86 | 96 | 119 | 150 | 194 |
| PASxKCA 158 | 73 | 84 | 97 | 118 | 148 | 194 | 77 | 90 | 101 | 123 | 153 | 196 |
| SALxPAN 58 | 70 | 81 | 93 | 113 | 139 | 180 | 75 | 87 | 96 | 117 | 147 | 188 |
| SALxPAN 165 | 69 | 80 | 91 | 111 | 140 | 179 | 74 | 86 | 96 | 119 | 149 | 189 |
| SALxPAN 171 | 71 | 83 | 94 | 115 | 142 | 180 | 73 | 85 | 94 | 115 | 146 | 189 |
| COLxKCA 14 | 68 | 77 | 85 | 102 | 128 | 169 | 71 | 82 | 91 | 110 | 137 | 177 |
| COLxKCA 29 | 68 | 78 | 86 | 102 | 130 | 168 | 68 | 81 | 90 | 110 | 138 | 176 |
| COLxKCA 114 | 67 | 77 | 85 | 103 | 129 | 168 | 71 | 82 | 91 | 111 | 138 | 177 |
| SALxCOL 30 | 70 | 80 | 88 | 109 | 138 | 183 | 73 | 85 | 94 | 115 | 143 | 187 |
| SALxCOL 37 | 71 | 81 | 89 | 109 | 136 | 180 | 73 | 85 | 95 | 116 | 147 | 187 |
| SALxCOL 46 | 69 | 79 | 89 | 110 | 138 | 183 | 73 | 85 | 91 | 112 | 143 | 186 |
| HUA | 68 | 77 | 86 | 104 | 128 | 168 | 73 | 84 | 93 | 112 | 142 | 180 |
| KCA | 69 | 79 | 87 | 105 | 132 | 171 | 73 | 85 | 91 | 110 | 136 | 178 |
| SAL | 74 | 86 | 96 | 120 | 148 | 196 | 77 | 90 | 101 | 124 | 154 | 200 |
| PAS | 75 | 88 | 99 | 122 | 152 | 195 | 74 | 86 | 96 | 120 | 152 | 194 |
| PAN | 63 | 72 | 80 | 94 | 115 | 148 | 64 | 72 | 82 | 98 | 118 | 150 |
| COL | 70 | 80 | 90 | 110 | 139 | 186 | 72 | 84 | 94 | 115 | 145 | 186 |
| ATP | 75 | 87 | 97 | 119 | 149 | 195 | 76 | 89 | 100 | 124 | 154 | 196 |

Tabla 80. Resultados de las evaluaciones de campo, altura de planta (cm).

| PROGENIES | CAMACANI | | | | ILLPA | | | |
|-------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| HUAxKCA 53 | 153.0 | 168.0 | 144.6 | 162.8 | 140.8 | 116.0 | 137.1 | 128.5 |
| HUAxKCA 174 | 140.6 | 151.4 | 163.5 | 162.8 | 130.9 | 127.8 | 137.6 | 140.3 |
| HUAxKCA 194 | 143.1 | 142.5 | 145.6 | 151.2 | 105.0 | 108.1 | 109.2 | 117.0 |
| SALxHUA 6 | 153.5 | 153.8 | 152.7 | 159.5 | 136.4 | 133.0 | 134.2 | 147.9 |
| SALxHUA 33 | 174.1 | 175.9 | 168.9 | 180.8 | 142.9 | 148.8 | 145.2 | 148.2 |
| SALxHUA 195 | 166.1 | 165.9 | 143.5 | 176.0 | 148.5 | 129.7 | 133.9 | 128.5 |
| PASxKCA 1 | 145.4 | 165.7 | 153.8 | 157.6 | 139.0 | 132.6 | 133.7 | 121.6 |
| PASxKCA 42 | 171.1 | 139.3 | 146.9 | 163.4 | 139.0 | 116.8 | 131.8 | 128.9 |
| PASxKCA 158 | 156.1 | 138.2 | 157.1 | 153.6 | 151.9 | 132.4 | 132.0 | 137.1 |
| SALxPAN 58 | 172.8 | 152.9 | 139.5 | 155.0 | 139.0 | 128.6 | 117.8 | 123.0 |
| SALxPAN 165 | 152.5 | 178.0 | 162.0 | 158.4 | 118.3 | 127.8 | 133.4 | 125.8 |
| SALxPAN 171 | 148.8 | 139.9 | 140.1 | 133.3 | 131.5 | 126.7 | 118.4 | 121.8 |
| COLxKCA 14 | 114.3 | 140.8 | 130.4 | 147.6 | 119.5 | 115.0 | 117.4 | 119.4 |
| COLxKCA 29 | 148.7 | 145.2 | 144.2 | 133.6 | 131.5 | 103.5 | 128.4 | 128.9 |
| COLxKCA 114 | 149.3 | 132.3 | 150.4 | 155.8 | 108.7 | 127.1 | 131.7 | 139.3 |
| SALxCOL 30 | 143.3 | 152.1 | 133.1 | 154.8 | 133.6 | 119.7 | 109.4 | 119.7 |
| SALxCOL 37 | 153.3 | 149.7 | 141.5 | 141.7 | 106.4 | 107.0 | 139.9 | 118.5 |
| SALxCOL 46 | 166.5 | 132.5 | 132.6 | 133.5 | 117.0 | 101.4 | 121.6 | 114.5 |

Tabla 81. Resultados de las evaluaciones de campo, rendimiento por hectárea (kg).

| PROGENIES | CAMACANI | | | | ILLPA | | | |
|-------------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| HUAxKCA 53 | 7667 | 7222 | 5556 | 8444 | 6333 | 8556 | 8111 | 8667 |
| HUAxKCA 174 | 5333 | 4667 | 5667 | 7222 | 9556 | 7778 | 5889 | 7667 |
| HUAxKCA 194 | 5778 | 6111 | 4778 | 6556 | 6444 | 7333 | 8889 | 7000 |
| SALxHUA 6 | 5111 | 7889 | 5667 | 5778 | 8667 | 8111 | 4333 | 9556 |
| SALxHUA 33 | 6111 | 7333 | 5778 | 9222 | 6333 | 9000 | 5556 | 5889 |
| SALxHUA 195 | 6556 | 7222 | 5333 | 4000 | 8000 | 6556 | 5556 | 5222 |
| PASxKCA 1 | 3111 | 4222 | 4556 | 5556 | 5556 | 3778 | 4444 | 4444 |
| PASxKCA 42 | 4000 | 4667 | 3667 | 4667 | 4000 | 2333 | 5778 | 6333 |
| PASxKCA 158 | 3556 | 4000 | 5222 | 6556 | 5556 | 4444 | 4444 | 3778 |
| SALxPAN 58 | 7222 | 6667 | 5111 | 6556 | 7333 | 6000 | 5111 | 8889 |
| SALxPAN 165 | 7778 | 7779 | 7222 | 5556 | 11222 | 7000 | 6889 | 8111 |
| SALxPAN 171 | 7889 | 8667 | 10444 | 10222 | 12667 | 12000 | 15000 | 8667 |
| COLxKCA 14 | 2556 | 3778 | 3111 | | 7667 | 8000 | 3333 | 6111 |
| COLxKCA 29 | 4556 | 4889 | 4778 | 3667 | 8444 | 3333 | 8111 | 6222 |
| COLxKCA 114 | 4556 | 4667 | 4111 | 6444 | 5556 | 4889 | 6444 | 7000 |
| SALxCOL 30 | 6111 | 8667 | 5778 | 8778 | 9444 | 8333 | 9000 | 7000 |
| SALxCOL 37 | 6111 | 6889 | 6222 | 8778 | 13444 | 5333 | 9222 | 6889 |
| SALxCOL 46 | 7222 | 8333 | 6444 | 8111 | 7778 | 3778 | 6556 | 8778 |

Tabla 82. Resistencia a factores bióticos y abióticos de progenies de quinua.

| Tratamientos | Resistencia a plagas | Resistencia a Mildiu | Resistencia a heladas | Resistencia a sequias | Daño por aves |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| HUAxKCA 53 | Muy alto | Muy alta | Muy alta | Muy alta | Muy baja |
| HUAxKCA 174 | Muy alto | Muy alta | Muy alta | Muy alta | Muy baja |
| HUAxKCA 194 | Muy alto | Muy alta | Muy alta | Muy alta | Muy baja |
| SALxHUA 6 | Alto | Alta | Alta | Alta | Baja |
| SALxHUA 33 | Alto | Alta | Muy alta | Alta | Baja |
| SALxHUA 195 | Alto | Alta | Muy alta | Alta | Baja |
| PASxKCA 1 | Intermedio | Intermedio | Intermedia | Alta | Muy alta |
| PASxKCA 42 | Intermedio | Intermedio | Intermedia | Alta | Muy alta |
| PASxKCA 158 | Intermedio | Intermedio | Intermedia | Alta | Muy alta |
| SALxPAN 58 | Alta | Alta | Alta | Alta | Baja |
| SALxPAN 165 | Alta | Alta | Alta | Alta | Baja |
| SALxPAN 171 | Alta | Alta | Alta | Alta | Baja |
| COLxKCA 14 | Intermedio | Bajo | Alta | Alta | Muy alta |
| COLxKCA 29 | Intermedio | Bajo | Alta | Alta | Muy alta |
| COLxKCA 114 | Intermedio | Bajo | Alta | Alta | Muy alta |
| SALxCOL 30 | Alta | Intermedio | Alta | Alta | Alta |
| SALxCOL 37 | Alta | Intermedio | Alta | Alta | Alta |
| SALxCOL 46 | Alta | Intermedio | Alta | Alta | Alta |

Tabla 83. Características del tallo principal en progenies de quinua.

| Tratamientos | Forma de tallo | Color de tallo | Presencia de axilas pigmentadas | Color de las estrías |
|--------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------|
| HUAxKCA 53 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| HUAxKCA 174 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| HUAxKCA 194 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxHUA 6 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxHUA 33 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxHUA 195 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| PASxKCA 1 | Cilíndrico | Verde | Presentes | Purpura |
| PASxKCA 42 | Cilíndrico | Verde | Presentes | Purpura |
| PASxKCA 158 | Cilíndrico | Verde | Presentes | Purpura |
| SALxPAN 58 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxPAN 165 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxPAN 171 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| COLxKCA 14 | Cilíndrico | Verde | Presentes | Purpura |
| COLxKCA 29 | Cilíndrico | Verde | Presentes | Purpura |
| COLxKCA 114 | Cilíndrico | Verde | Presentes | Purpura |
| SALxCOL 30 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxCOL 37 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |
| SALxCOL 46 | Cilíndrico | Verde | Ausente | Verde |

Tabla 84. Características de la hoja en progenies de quinua y efusión de saponina.

| Tratamientos | Forma de hoja | Color de peciolo | Color de lámina foliar | Efusión de saponina |
|--------------|---------------|------------------|------------------------|---------------------|
| HUAxKCA 53 | Romboidal | Verde | Verde | Mucha |
| HUAxKCA 174 | Romboidal | Verde | Verde | Mucha |
| HUAxKCA 194 | Romboidal | Verde | Verde | Mucha |
| SALxHUA 6 | Romboidal | Verde | Verde | Regular |
| SALxHUA 33 | Romboidal | Verde | Verde | Regular |
| SALxHUA 195 | Romboidal | Verde | Verde | Regular |
| PASxKCA 1 | Romboidal | verde-rojizo | Verde | Poca |
| PASxKCA 42 | Romboidal | verde-rojizo | Verde | Poca |
| PASxKCA 158 | Romboidal | verde-rojizo | Verde | Poca |
| SALxPAN 58 | Romboidal | verde-rojizo | Verde | Regular |
| SALxPAN 165 | Romboidal | Verde | Verde | Regular |
| SALxPAN 171 | Romboidal | Verde | Verde | Regular |
| COLxKCA 14 | Romboidal | Verde-rojizo | Verde | Poca |
| COLxKCA 29 | Romboidal | Verde-rojizo | Verde | Poca |
| COLxKCA 114 | Romboidal | Verde-rojizo | Verde | Poca |
| SALxCOL 30 | Romboidal | Verde | Verde | Poca |
| SALxCOL 37 | Romboidal | Verde | Verde | Poca |
| SALxCOL 46 | Romboidal | Verde | Verde | Poca |

Tabla 85. Características de la panoja en progenies de quinua.

| Tratamientos | Color de panoja en floración | Color de panoja en madurez fisiológica | Forma de panoja | Densidad de panoja |
|--------------|------------------------------|--|-----------------|--------------------|
| HUAxKCA 53 | Purpura | Anaranjado | Intermedio | Intermedia |
| HUAxKCA 174 | Purpura | Anaranjado | Intermedio | Intermedia |
| HUAxKCA 194 | Purpura | Anaranjado | Intermedio | Intermedia |
| SALxHUA 6 | Verde | Blanco | Intermedio | Intermedia |
| SALxHUA 33 | Purpura | Anaranjado | Amarantiforme | Compacta |
| SALxHUA 195 | Purpura | Anaranjado | Amarantiforme | Compacta |
| PASxKCA 1 | Purpura | Rosado | Intermedia | Intermedio |
| PASxKCA 42 | Purpura | Rosado | Intermedia | Intermedio |
| PASxKCA 158 | Purpura | Rosado | Intermedia | Intermedio |
| SALxPAN 58 | Purpura | Rosado | Amarantiforme | Compacta |
| SALxPAN 165 | Purpura | Rosado | Amarantiforme | Compacta |
| SALxPAN 171 | Purpura | Rosado | Amarantiforme | Compacta |
| COLxKCA 14 | Purpura | gris | Intermedia | Laxa |
| COLxKCA 29 | Purpura | gris | Intermedia | Laxa |
| COLxKCA 114 | Purpura | gris | Intermedia | Laxa |
| SALxCOL 30 | verde | Blanco | Amarantiforme | Compacta |
| SALxCOL 37 | verde | Blanco | Amarantiforme | Compacta |
| SALxCOL 46 | verde | Blanco | Amarantiforme | Compacta |

Tabla 86. Características de la semilla en progenies de quinua.

| Tratamientos | Grado de dehiscencia | Aspecto del perigonio | Color del perigonio | Color del Pericarpio |
|--------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| HUAxKCA 53 | Regular | Semiabierto | Crema | Amarillo |
| HUAxKCA 174 | Regular | Semiabierto | Crema | Amarillo |
| HUAxKCA 194 | Regular | Semiabierto | Crema | Amarillo |
| SALxHUA 6 | Regular | Semiabierto | Rosado | Crema |
| SALxHUA 33 | Fuerte | Semiabierto | Café claro | Amarillo-dorado |
| SALxHUA 195 | Fuerte | Semiabierto | Café claro | Amarillo |
| PASxKCA 1 | Regular | Semiabierto | Purpura | Café claro |
| PASxKCA 42 | Regular | Semiabierto | Purpura | Café claro |
| PASxKCA 158 | Regular | Semiabierto | Purpura | Café claro |
| SALxPAN 58 | Fuerte | Cerrado | Rosado | Crema |
| SALxPAN 165 | Fuerte | Cerrado | Rosado | Crema |
| SALxPAN 171 | Fuerte | Cerrado | Rosado | Crema |
| COLxKCA 14 | Regular | Cerrado | Crema | Crema |
| COLxKCA 29 | Regular | Cerrado | Crema | Crema |
| COLxKCA 114 | Regular | Cerrado | Crema | Crema |
| SALxCOL 30 | Regular | Semiabierto | Crema | Crema |
| SALxCOL 37 | Regular | Semiabierto | Crema | Crema |
| SALxCOL 46 | Regular | Semiabierto | Crema | Crema |

Tabla 87. Características del grano y el hábito de crecimiento.

| Tratamientos | Apariencia de episperma | Color del Episperma | Forma de Grado | Habito de crecimiento |
|--------------|-------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| HUAxKCA 53 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| HUAxKCA 174 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| HUAxKCA 194 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxHUA 6 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxHUA 33 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxHUA 195 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| PASxKCA 1 | Vítreo | Café | Cilíndrico | Simple |
| PASxKCA 42 | Vítreo | Café | Cilíndrico | Simple |
| PASxKCA 158 | Vítreo | Café | Cilíndrico | Simple |
| SALxPAN 58 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxPAN 165 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxPAN 171 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Ramificado |
| COLxKCA 14 | Vítreo | Negro | Elipsoidal | Simple |
| COLxKCA 29 | Vítreo | Negro | Elipsoidal | Simple |
| COLxKCA 114 | Vítreo | Negro | Elipsoidal | Simple |
| SALxCOL 30 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxCOL 37 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |
| SALxCOL 46 | Opaco | Blanco | Cilíndrico | Simple |

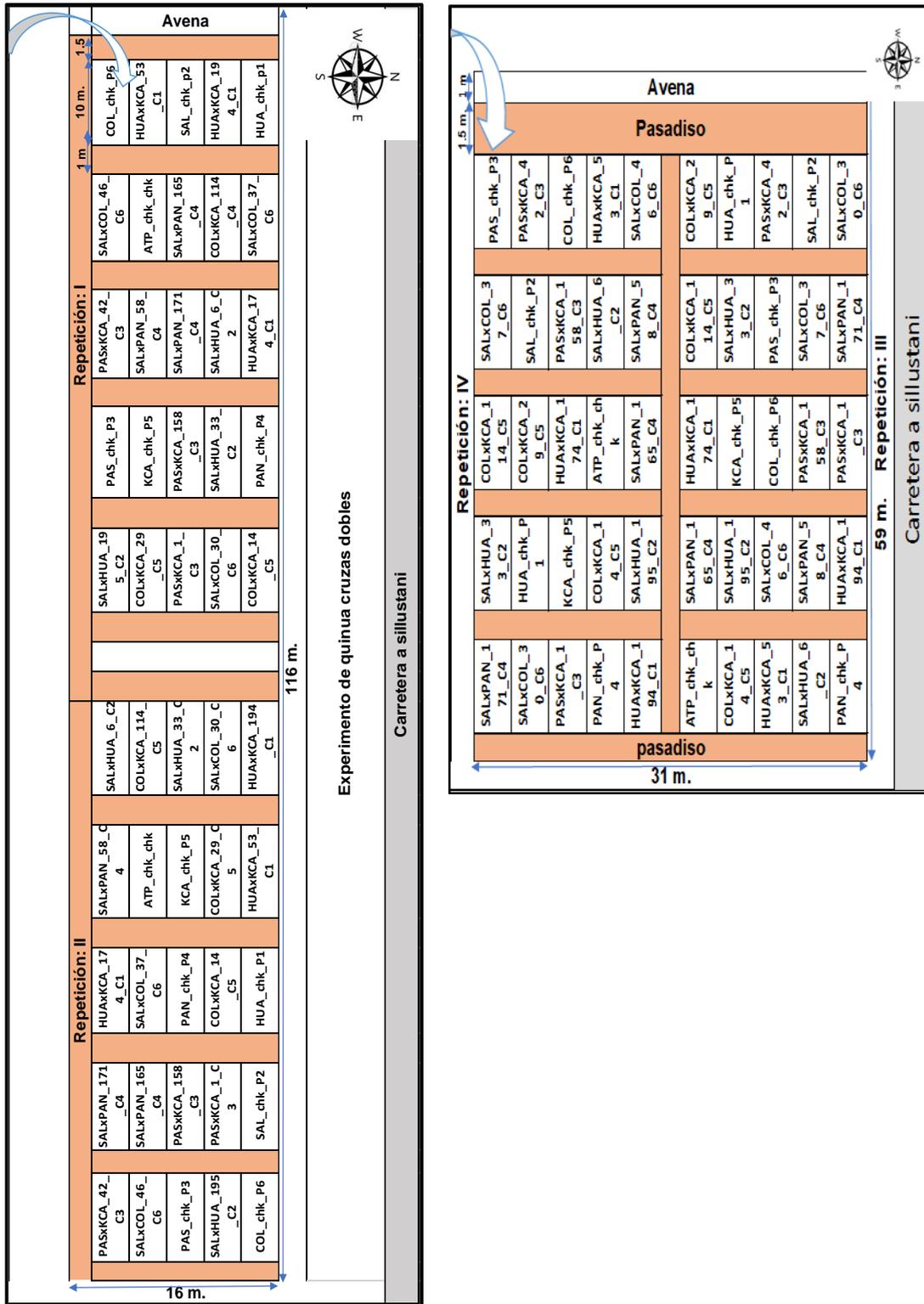


Figura 53. Croquis del experimento en el CIP. Illpa.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0177-2019-LENA-EPIA

SOLICITANTE : EDWIN BARRIENTOS ARPASI
 PROCEDENCIA : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
 TITULO DE TESIS : COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 18 LINEAS SELECTAS DE
 QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) PROCEDENTES DE CRUZAS
 SIMPLES DISTINTAS Y CERCANAS (CIP - CAMACANI - ILLPA
 2018-2019)
 PRODUCTOS : 18 LINEAS DE QUINUA
 PRESENTACION : 10g.
 ENSAYO SOLICITADO : PROTEINA
 FECHA DE RECEPCION : 18 de Setiembre del 2019
 FECHA DE ENSAYO : 18 de Setiembre del 2019
 FECHA DE EMISION : 25 de Setiembre del 2019

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS DE PROTEINA

| N° DE ANALISIS | CLAVE DE IDENTIFICACION | % PROTEINA |
|----------------|-------------------------|------------|
| 01 | HUA x KCA - 194 | 17,81 |
| 02 | HUA x KCA - 174 | 17,34 |
| 03 | HUA x KCA - 53 | 16,98 |
| 04 | SAL x HUA - 195 | 13,64 |
| 05 | SAL x HUA - 33 | 12,72 |
| 06 | SAL x HUA - 6 | 15,98 |
| 07 | SAL x COL - 46 | 16,19 |
| 08 | SAL x COL - 37 | 15,49 |
| 09 | SAL x COL - 30 | 14,56 |
| 10 | SAL x PAN - 171 | 14,18 |
| 11 | SAL x PAN - 165 | 14,80 |
| 12 | SAL x PAN - 58 | 16,65 |
| 13 | PAS x KCA - 158 | 15,26 |
| 14 | PAS x KCA - 42 | 13,88 |
| 15 | PAS x KCA - 1 | 13,81 |
| 16 | COL x KCA - 114 | 13,64 |
| 17 | COL x KCA - 29 | 17,34 |
| 18 | COL x KCA - 14 | 16,42 |

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

AOAC-2002

CONCLUSION : Los resultados de Proteína están conformes.

Puno, C.U. 25 de Setiembre del 2019



Oswaldo Arpasi Alca
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
C.I.P. 160625



Dr. Luis Acero Jiménez Morroy
C.I.P. 19512
JEFE DE LABORATORIO

E-mail: direccion.epiai@unap.edu.pe



LABORATORIO DE ANALISIS DE SEMILLA

INFORME N° 005-LAS-FCA-UNA-PUNO

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Nombres y Apellidos | : Edwin w. Barrientos Arpasi |
| Descripción | : Quinua |
| Procedencia | : CIP-Camacani |
| Fecha de ingreso | : 31 de Julio del 2019 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | |
|---------|---|
| Especie | : Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) |
| Líneas | : (18) más (7) genitores |

RESULTADO DE ANALISIS

| N° Muestra (1) | Pureza (%) | Poder germinativo (%) | Valor cultural (%) | Peso hectolitro (kg) |
|----------------|------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| HUAxKCA 53 | 99.2 | 99.9 | 99.1 | 66.3 |
| HUAxKCA 174 | 99.0 | 99.9 | 98.7 | 63.7 |
| HUAxKCA.194 | 99.3 | 99.4 | 98.5 | 64.9 |
| SALxHUA 6 | 99.2 | 99.8 | 98.9 | 62.9 |
| SALxHUA 33 | 99.0 | 99.9 | 98.8 | 63.1 |
| SALxHUA 195 | 99.3 | 100 | 98.9 | 64.1 |
| PASxKCA 1 | 98.8 | 99.8 | 97.9 | 63.8 |
| PASxKCA 42 | 98.9 | 99.9 | 98.8 | 62.7 |
| PASxKCA 158 | 98.8 | 99.7 | 98.4 | 63.8 |
| SALxPAN 58 | 99.2 | 99.7 | 98.8 | 63.5 |
| SALxPAN 165 | 99.2 | 99.9 | 98.8 | 62.5 |
| SALxPAN 171 | 99.1 | 100 | 98.2 | 67.0 |
| COLxKCA 14 | 99.0 | 99.8 | 98.6 | 61.7 |
| COLxKCA 29 | 99.1 | 99.7 | 98.9 | 60.6 |
| COLxKCA 114 | 99.1 | 99.5 | 98.7 | 62.2 |
| SALxCOL 30 | 99.1 | 99.0 | 98.1 | 63.6 |
| SALxCOL 37 | 99.2 | 99.4 | 98.5 | 64.1 |
| SALxCOL 46 | 99.2 | 99.7 | 98.7 | 64.5 |
| HUA chk | 99.0 | 99.6 | 98.7 | 64.7 |
| KCA chk | 99.1 | 99.7 | 98.8 | 64.4 |
| SAL chk | 98.9 | 99.8 | 98.8 | 65.5 |
| PAS chk | 98.9 | 99.2 | 98.7 | 63.9 |
| PAN chk | 98.6 | 98.0 | 96.6 | 61.8 |
| COL chk | 99.1 | 99.2 | 98.8 | 64.2 |
| ATP chk | 98.9 | 99.7 | 98.6 | 63.8 |

Puno, C.U. 07 de agosto 2019


ING. SATURNINO MARCA VILCA
 JEFE DE LABORATORIO


LUCIANO J. DUEÑAS QUISPE
 LABORATORISTA



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 : 23/08/18

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 | Suma de 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 García Bendezu
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telef.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



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 PUNO

Departamento : PUNO

Distrito :

Referencia : H.R. 62945-033SC-18

Fact.: 2582

Provincia : ILLPA

Predio :

Fecha : 06/08/18

| Lab | Número de Muestra | | 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 | Suma de Bases | % Sat De Bases | | |
|------|-------------------|----------|----------|-----------------|---------------------|--------|-------|-------|-------------------|--------|----------------|--------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|
| | Claves | | | | | | | | Arena % | Limo % | | | Arcilla % | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | | | | Na ⁺ | Al ⁺³ + H ⁺ |
| 2463 | Blander | Yoberson | 7.79 | 0.24 | 0.00 | 2.15 | 22.6 | 456 | 34 | 38 | 28 | Fr.Ar. | 21.60 | 17.08 | 3.13 | 1.09 | 0.30 | 0.00 | 21.60 | 21.60 | 100 |

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

Dr. Sady Garcia Bendeziú
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ESTACIÓN CO. 115052 | LATITUD | 15°59'26.1" | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | | |
| RINCON DE LA CRUZ - ACORA | LONGITUD | 69°48'39" | | PROVINCIA | PUNO | | | | |
| | ALTITUD | 3935 | | DISTRITO | ACORA | | | | |
| PARAMETRO: PROMEDIO DIARIA DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 18.0 | 18.8 | 17.4 | 17.0 | 17.2 | 15.0 | 15.8 | 15.0 | 14.8 |
| 2 | 14.2 | 18.0 | 16.0 | 15.6 | 16.0 | 13.2 | 16.6 | 15.2 | 19.8 |
| 3 | 14.0 | 16.2 | 17.8 | 17.4 | 16.2 | 13.4 | 15.0 | 14.6 | 16.4 |
| 4 | 14.2 | 15.0 | 17.2 | 18.2 | 16.4 | 14.0 | 16.8 | 15.4 | 16.4 |
| 5 | 15.0 | 15.2 | 15.4 | 18.0 | 15.6 | 14.6 | 17.2 | 15.0 | 15.0 |
| 6 | 15.4 | 15.0 | 15.8 | 16.4 | 16.6 | 15.8 | 16.4 | 15.2 | 15.6 |
| 7 | 16.2 | 15.6 | 16.0 | 17.4 | 17.6 | 14.8 | 17.2 | 14.4 | 15.4 |
| 8 | 15.6 | 14.2 | 17.0 | 17.0 | 17.4 | 14.8 | 16.4 | 15.6 | 16.0 |
| 9 | 15.8 | 17.2 | 18.6 | 19.8 | 18.4 | 14.4 | 14.4 | 16.0 | 15.2 |
| 10 | 15.0 | 17.4 | 19.2 | 19.2 | 16.4 | 14.4 | 15.2 | 16.4 | 16.4 |
| 11 | 15.4 | 15.0 | 19.4 | 19.2 | 15.4 | 14.4 | 16.0 | 15.8 | 17.2 |
| 12 | 15.2 | 16.4 | 18.2 | 20.2 | 16.4 | 14.8 | 16.4 | 14.0 | 14.2 |
| 13 | 15.8 | 13.0 | 18.0 | 16.6 | 14.8 | 12.6 | 15.8 | 15.0 | 10.4 |
| 14 | 15.4 | 18.2 | 18.4 | 18.2 | 15.4 | 16.4 | 15.8 | 16.0 | 14.6 |
| 15 | 16.4 | 14.2 | 17.8 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.6 | 13.4 |
| 16 | 17.2 | 16.8 | 18.6 | 16.0 | 16.2 | 13.8 | 16.2 | 13.8 | 14.8 |
| 17 | 16.0 | 17.8 | 17.4 | 15.0 | 15.4 | 16.4 | 14.6 | 14.2 | 15.0 |
| 18 | 14.6 | 16.6 | 18.8 | 14.8 | 15.2 | 17.2 | 15.0 | 17.0 | 16.0 |
| 19 | 17.2 | 16.6 | 16.4 | 15.0 | 15.6 | 17.2 | 16.4 | 16.8 | 16.2 |
| 20 | 17.2 | 15.0 | 18.6 | 14.8 | 16.6 | 14.4 | 13.6 | 16.8 | 14.2 |
| 21 | 17.4 | 16.0 | 18.4 | 16.4 | 16.2 | 16.6 | 14.4 | 16.0 | 15.0 |
| 22 | 16.0 | 16.8 | 18.8 | 16.4 | 14.4 | 16.6 | 16.8 | 15.4 | 15.0 |
| 23 | 15.4 | 16.6 | 19.4 | 18.4 | 15.2 | 17.4 | 15.8 | 14.9 | 17.0 |
| 24 | 15.0 | 16.2 | 15.8 | 16.0 | 15.8 | 16.8 | 16.6 | 15.2 | 13.8 |
| 25 | 16.6 | 13.8 | 19.0 | 16.4 | 14.8 | 16.8 | 15.4 | 16.0 | 14.6 |
| 26 | 14.6 | 16.6 | 19.0 | 16.2 | 15.4 | 16.6 | 14.0 | 15.2 | 16.6 |
| 27 | 16.6 | 18.0 | 16.2 | 16.6 | 16.4 | 15.0 | 14.4 | 15.4 | 15.6 |
| 28 | 16.8 | 17.2 | 16.8 | 17.0 | 14.6 | 14.4 | 14.2 | 15.0 | 15.0 |
| 29 | 16.6 | 17.4 | 17.2 | 14.8 | 14.0 | | 14.2 | 15.4 | 16.4 |
| 30 | 17.2 | 17.6 | 17.2 | 14.8 | 14.4 | | 14.6 | 15.6 | 15.8 |
| 31 | | 16.6 | | 16.4 | 11.8 | | 17.8 | | 15.8 |
| PROM. | 15.87 | 16.28 | 17.66 | 16.82 | 15.85 | 15.26 | 15.55 | 15.40 | 15.39 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESTACIÓN CO. 115052 | LATITUD | 15°59'26.1" | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | | |
| RINCON DE LA CRUZ - ACORA | LONGITUD | 69°48'39" | | PROVINCIA | PUNO | | | | |
| | ALTITUD | 3935 | | DISTRITO | ACORA | | | | |
| PARAMETRO: PROMEDIO DIARIA DE TEMPERATURA MINIMA EN °C | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 1.2 | 1.6 | 5.0 | 2.0 | 5.2 | 3.4 | 5.6 | 6.6 | 1.0 |
| 2 | -4.2 | 2.6 | 4.2 | 5.2 | 5.4 | 6.4 | 6.4 | 4.8 | 4.8 |
| 3 | 1.8 | 2.4 | 1.2 | 4.2 | 4.8 | 5.4 | 3.8 | 6.8 | -2.8 |
| 4 | -3.0 | 2.8 | 2.8 | -0.4 | 7.2 | 5.6 | 3.8 | 4.2 | 1.0 |
| 5 | 1.0 | 4.0 | 6.2 | -0.6 | 6.8 | 6.0 | 6.2 | 0.0 | 5.0 |
| 6 | -1.2 | 2.4 | 3.8 | 4.4 | 6.0 | 5.2 | 4.6 | 5.2 | 4.6 |
| 7 | -1.0 | 2.8 | 2.4 | 4.8 | 5.6 | 5.6 | 5.8 | 2.8 | 2.4 |
| 8 | 1.2 | 3.4 | 3.4 | 4.2 | 6.8 | 6.4 | 4.6 | 2.8 | 5.4 |
| 9 | 0.4 | 3.8 | 5.6 | 4.2 | 4.6 | 5.0 | 4.4 | 1.8 | 4.2 |
| 10 | 1.2 | 2.8 | 5.8 | 1.2 | 6.4 | 6.6 | 5.4 | 1.8 | 2.2 |
| 11 | 2.6 | 6.4 | 4.2 | 6.0 | 4.8 | 6.0 | 5.4 | 5.2 | 4.4 |
| 12 | -0.4 | 4.2 | 6.8 | 3.8 | 5.4 | 5.8 | 5.0 | 4.0 | 3.8 |
| 13 | 2.2 | 4.4 | 5.4 | 6.0 | 4.4 | 5.8 | 4.8 | 1.0 | 2.4 |
| 14 | 3.0 | 5.8 | 5.6 | 3.2 | 4.4 | 5.2 | 5.4 | 3.6 | -2.2 |
| 15 | 4.4 | 5.4 | 6.4 | 5.4 | 5.6 | 6.0 | 5.4 | 2.6 | -0.4 |
| 16 | 0.8 | 3.6 | 5.6 | 4.4 | 4.0 | 5.8 | 6.2 | 5.8 | 0.0 |
| 17 | 0.8 | 1.8 | 2.6 | 4.6 | 5.8 | 5.6 | 5.0 | 3.0 | 1.0 |
| 18 | -5.2 | 3.4 | 6.6 | 3.2 | 6.0 | 7.2 | 5.0 | 2.8 | -1.4 |
| 19 | -5.2 | 5.4 | 5.6 | 3.2 | 5.6 | 5.2 | 5.4 | 6.2 | 0.0 |
| 20 | -1.2 | 5.4 | 5.2 | 3.8 | 5.8 | 5.6 | 5.2 | 5.0 | -0.2 |
| 21 | 1.0 | 4.0 | 4.4 | 4.4 | 5.6 | 5.0 | 4.6 | 4.8 | -1.0 |
| 22 | 1.2 | 6.0 | 5.6 | 3.6 | 6.2 | 6.2 | 2.0 | 1.4 | 1.6 |
| 23 | 1.6 | 6.2 | 2.0 | 5.0 | 4.8 | 7.0 | 1.4 | 2.6 | 1.4 |
| 24 | 3.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.6 | 4.6 | 4.2 | 4.0 | -1.8 |
| 25 | 2.8 | 5.0 | 5.8 | 5.6 | 4.6 | 3.6 | 3.8 | 5.0 | 1.8 |
| 26 | 4.0 | 4.0 | 8.4 | 6.4 | 5.4 | 3.2 | 4.8 | 4.8 | -2.8 |
| 27 | 1.8 | 4.2 | 6.2 | 5.4 | 6.4 | 4.6 | 4.6 | 2.6 | 2.8 |
| 28 | 2.8 | 2.4 | 6.0 | 5.4 | 5.6 | 4.8 | 5.4 | 4.8 | -0.8 |
| 29 | 0.8 | 4.0 | 3.4 | 6.0 | 5.6 | | 4.4 | 1.6 | -1.4 |
| 30 | 1.0 | 4.0 | 2.2 | 6.4 | 5.0 | | 5.8 | 4.0 | 1.4 |
| 31 | | 7.6 | | 5.0 | 5.2 | | 4.8 | | -2.0 |
| PROM. | 0.64 | 4.09 | 4.78 | 4.23 | 5.50 | 5.46 | 4.81 | 3.72 | 1.11 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| ESTACION CO. 115052 | LATITUD | 15°59'26.1" | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | | |
| RINCON DE LA CRUZ - ACORA | LONGITUD | 69°48'39" | | PROVINCIA | PUNO | | | | |
| | ALTITUD | 3935 | | DISTRITO | ACORA | | | | |
| PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL DIARIA EN mm. | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 6.0 | 6.5 | 15.4 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 6.0 | 0.0 | 6.2 | 0.0 | 2.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.7 | 20.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 0.0 | 33.5 | 3.5 | 0.0 | T | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 0.0 | 30.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 1.0 |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 1.2 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 0.0 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 5.4 | 1.4 | 2.5 | 0.0 |
| 12 | 0.0 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 10.4 | 1.0 | 2.7 | 6.0 |
| 13 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 12.0 | 4.8 | 0.0 | 10.2 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 13.5 | 9.2 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 15.0 | 11.6 | 4.2 | 0.0 | 0.7 | 0.0 |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.7 | 1.6 | 11.6 | 16.9 | 1.2 | 0.0 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 37.1 | 5.2 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| 18 | 0.0 | 4.2 | 3.7 | 3.2 | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 |
| 19 | 0.0 | 3.8 | 2.0 | 15.8 | 2.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 0.2 | 2.3 | 0.0 | 0.0 |
| 21 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 11.5 | 0.0 | 4.2 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | T | 0.0 |
| 23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 12.0 | 1.0 | 0.0 | 2.7 | 0.0 |
| 24 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 4.6 | 0.5 | 0.0 | 6.7 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 7.6 | 5.4 | 0.0 |
| 26 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 5.0 | 3.0 | 1.8 | 5.8 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 6.0 | 2.8 | 7.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 5.5 | 15.2 | 0.5 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 23.0 | | 3.5 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 18.6 | | 1.9 | 8.2 | 0.0 |
| 31 | | 0.0 | | 0.5 | 5.0 | | 0.0 | | 0.0 |
| TOTAL | 0.0 | 105.9 | 16.7 | 124.7 | 172.9 | 127.8 | 71.4 | 49.4 | 8.2 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESTACIÓN CO. 115052 | LATITUD | 15°59'26.1" | | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | |
| RINCON DE LA CRUZ - ACORA | LONGITUD | 69°48'39" | | | PROVINCIA | PUNO | | | |
| | ALTITUD | 3935 | | | DISTRITO | ACORA | | | |
| PARAMETRO: PROMEDIO DIARIA DE HUMEDAD RELATIVA EN % | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 49.7 | 66.6 | 77.3 | 47.0 | 76.5 | 89.1 | 86.8 | 93.1 | 77.4 |
| 2 | 70.1 | 71.2 | 80.4 | 76.6 | 79.4 | 92.3 | 85.5 | 89.1 | 76.7 |
| 3 | 72.9 | 83.3 | 67.7 | 46.6 | 86.9 | 92.9 | 85.5 | 94.5 | 73.4 |
| 4 | 67.0 | 86.3 | 73.7 | 43.9 | 91.6 | 89.0 | 87.6 | 69.3 | 73.4 |
| 5 | 72.0 | 87.8 | 79.4 | 67.2 | 90.4 | 91.6 | 86.9 | 80.1 | 83.9 |
| 6 | 76.6 | 86.5 | 78.2 | 71.2 | 66.3 | 85.1 | 89.7 | 91.1 | 85.3 |
| 7 | 71.2 | 82.1 | 83.5 | 74.3 | 70.2 | 87.5 | 79.7 | 85.6 | 83.6 |
| 8 | 76.3 | 70.6 | 73.0 | 81.6 | 77.3 | 88.1 | 88.3 | 83.9 | 86.4 |
| 9 | 79.0 | 77.5 | 68.7 | 67.5 | 73.5 | 88.6 | 91.7 | 85.9 | 89.9 |
| 10 | 79.4 | 73.6 | 71.5 | 67.8 | 75.3 | 90.6 | 85.2 | 83.3 | 79.5 |
| 11 | 77.4 | 84.1 | 69.5 | 67.2 | 85.7 | 91.5 | 86.9 | 87.0 | 71.5 |
| 12 | 65.2 | 79.1 | 59.0 | 73.7 | 86.4 | 91.6 | 84.5 | 92.1 | 94.8 |
| 13 | 65.2 | 85.8 | 51.6 | 80.8 | 90.1 | 93.8 | 89.4 | 82.2 | 89.6 |
| 14 | 66.1 | 84.2 | 73.5 | 70.9 | 83.5 | 85.1 | 91.3 | 83.1 | 86.6 |
| 15 | 61.1 | 79.3 | 79.7 | 83.1 | 89.6 | 86.4 | 87.5 | 81.9 | 72.5 |
| 16 | 58.0 | 85.7 | 75.6 | 88.4 | 88.2 | 92.0 | 85.5 | 95.1 | 82.4 |
| 17 | 49.3 | 77.1 | 63.1 | 91.5 | 88.1 | 83.2 | 85.2 | 84.6 | 82.4 |
| 18 | 68.5 | 73.7 | 73.6 | 90.8 | 91.8 | 81.1 | 90.4 | 86.1 | 71.4 |
| 19 | 58.3 | 86.8 | 85.7 | 85.9 | 91.3 | 86.4 | 78.4 | 86.6 | 67.5 |
| 20 | 70.7 | 80.4 | 73.5 | 84.0 | 87.6 | 87.7 | 86.9 | 82.7 | 56.6 |
| 21 | 69.1 | 79.7 | 74.2 | 84.1 | 87.0 | 91.3 | 86.5 | 89.1 | 65.6 |
| 22 | 76.1 | 83.1 | 57.9 | 66.9 | 88.5 | 88.0 | 82.3 | 86.1 | 70.9 |
| 23 | 77.4 | 65.9 | 45.1 | 73.2 | 87.9 | 87.1 | 86.1 | 87.3 | 69.1 |
| 24 | 74.0 | 77.8 | 75.2 | 87.7 | 88.0 | 85.0 | 82.1 | 93.4 | 70.3 |
| 25 | 73.0 | 85.1 | 73.9 | 77.8 | 87.2 | 84.8 | 87.4 | 89.5 | 74.3 |
| 26 | 61.2 | 75.6 | 73.1 | 86.8 | 86.2 | 86.3 | 92.5 | 90.3 | 60.5 |
| 27 | 64.9 | 83.9 | 80.2 | 78.8 | 84.8 | 88.2 | 87.9 | 83.6 | 64.5 |
| 28 | 83.0 | 76.3 | 79.7 | 82.5 | 90.4 | 93.0 | 92.0 | 88.7 | 71.3 |
| 29 | 45.8 | 73.1 | 65.1 | 87.1 | 91.0 | | 92.4 | 83.4 | 65.0 |
| 30 | 57.4 | 74.2 | 47.8 | 83.7 | 92.1 | | 90.8 | 95.7 | 66.4 |
| 31 | | 72.2 | | 81.6 | 97.2 | | 89.9 | | 67.3 |
| PROM. | 67.9 | 79.0 | 71.0 | 75.8 | 85.5 | 88.5 | 87.2 | 86.8 | 75.2 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ESTACION CO. 472E4156 | LATITUD | 15°41'0" | | | DEPARTAMENTO | | | PUNO | |
| PAUCARCOLLA | LONGITUD | 70°10'0" | | | PROVINCIA | | | PUNO | |
| | ALTITUD | 3827 | | | DISTRITO | | | PAUCARCOLLA | |
| PARAMETRO: PROMEDIO DIARIA DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 18.0 | 18.9 | 18.4 | 19.0 | 15.7 | 14.8 | 16.6 | 15.1 | 16.7 |
| 2 | 15.9 | 19.2 | 16.8 | 16.5 | 17.6 | 12.5 | 16.9 | 15.6 | 19.9 |
| 3 | 14.8 | 16.7 | 18.7 | 20.8 | 16.8 | 11.7 | 15.8 | 14.0 | 18.0 |
| 4 | 16.3 | 15.3 | 17.9 | 20.7 | 13.8 | 14.3 | 17.4 | 16.6 | 16.6 |
| 5 | 15.8 | 16.3 | 15.8 | 19.9 | 16.0 | 14.7 | 17.5 | 16.6 | 15.5 |
| 6 | 16.5 | 16.3 | 17.5 | 17.0 | 18.0 | 15.6 | 15.6 | 16.5 | 16.8 |
| 7 | 17.1 | 14.3 | 16.3 | 17.8 | 18.7 | 14.0 | 17.8 | 15.0 | 16.6 |
| 8 | 17.0 | 15.5 | 17.6 | 16.6 | 18.7 | 12.9 | 17.6 | 15.8 | 16.2 |
| 9 | 16.5 | 17.3 | 19.3 | 20.1 | 18.9 | 14.9 | 14.9 | 16.7 | 16.2 |
| 10 | 16.1 | 17.2 | 20.3 | 20.1 | 17.1 | 14.4 | 16.2 | 17.8 | 17.8 |
| 11 | 16.5 | 17.1 | 20.1 | 20.3 | 16.1 | 14.1 | 16.5 | 15.8 | 17.0 |
| 12 | 16.9 | 16.2 | 19.2 | 20.7 | 15.6 | 13.2 | 16.9 | 16.6 | 13.8 |
| 13 | 18.0 | 14.5 | 19.4 | 16.9 | 15.9 | 13.5 | 16.6 | 17.0 | 12.1 |
| 14 | 17.7 | 15.6 | 17.7 | 19.8 | 15.3 | 16.1 | 16.9 | 16.8 | 15.2 |
| 15 | 17.7 | 13.7 | 18.9 | 16.6 | 14.7 | 16.4 | 16.5 | 17.0 | 15.4 |
| 16 | 18.4 | 17.0 | 18.7 | 15.9 | 15.0 | 13.6 | 15.9 | 13.5 | 15.3 |
| 17 | 18.2 | 18.5 | 19.4 | 15.6 | 15.5 | 16.6 | 15.8 | 14.1 | 16.0 |
| 18 | 16.7 | 16.6 | 19.1 | 14.6 | 14.9 | 17.7 | 15.4 | 17.2 | 16.6 |
| 19 | 18.0 | 16.6 | 17.5 | 17.3 | 16.1 | 18.2 | 17.5 | 6.3 | 17.1 |
| 20 | 18.5 | 14.9 | 19.3 | 14.8 | 15.9 | 14.3 | 13.9 | | 16.6 |
| 21 | 18.6 | 16.9 | 19.6 | 16.6 | 16.9 | 15.2 | 14.6 | | 16.3 |
| 22 | 16.7 | 17.7 | 21.1 | 16.1 | 13.5 | 16.4 | 16.7 | | 15.1 |
| 23 | 16.3 | 17.4 | 21.9 | 17.5 | 13.8 | 17.3 | 15.8 | | 16.6 |
| 24 | 14.0 | 16.7 | 16.7 | 16.3 | 15.8 | 17.9 | 15.7 | | 15.6 |
| 25 | 17.1 | 14.7 | 19.9 | 17.5 | 15.6 | 16.7 | 16.6 | | 16.7 |
| 26 | 17.3 | 17.3 | 19.5 | 14.7 | 15.2 | 16.9 | 13.7 | | 16.0 |
| 27 | 16.6 | 18.9 | 16.2 | 16.1 | 16.4 | 15.3 | 15.1 | | 17.0 |
| 28 | 16.8 | 18.1 | 17.8 | 16.9 | 15.7 | 13.6 | 14.3 | | 16.8 |
| 29 | 17.2 | 18.3 | 18.7 | 13.7 | 14.3 | | 14.7 | | 17.5 |
| 30 | 17.6 | 18.8 | 18.3 | 14.6 | 14.1 | | 14.4 | 5.6 | 18.0 |
| 31 | | 17.7 | | 16.3 | 12.1 | | 18.5 | | 16.6 |
| PROM. | 16.96 | 16.78 | 18.59 | 17.33 | 15.80 | 15.10 | 16.07 | 14.98 | 16.37 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| ESTACION CO. 472E4156 | LATITUD | 15°41'0" | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | | |
| PAUCARCOLLA | LONGITUD | 70°10'0" | | PROVINCIA | PUNO | | | | |
| | ALTITUD | 3827 | | DISTRITO | PAUCARCOLLA | | | | |
| PARAMETRO: PROMEDIO DIARIA DE TEMPERATURA MINIMA EN °C | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | -1.0 | -3.7 | 3.8 | -0.7 | 0.8 | 4.1 | 1.8 | 7.5 | -2.8 |
| 2 | -10.0 | 0.6 | 2.5 | 2.4 | 2.5 | 6.6 | 6.3 | 3.9 | 0.6 |
| 3 | -2.4 | -1.7 | 0.2 | -0.4 | 4.2 | 6.2 | 2.9 | 5.0 | -6.8 |
| 4 | -7.5 | 0.0 | 0.9 | 0.2 | 5.9 | 5.0 | 2.0 | 4.1 | -2.5 |
| 5 | -3.1 | 5.0 | 5.9 | -2.2 | 5.8 | 4.0 | 2.2 | -3.1 | 3.3 |
| 6 | -4.3 | 3.4 | 1.3 | 2.3 | 4.0 | 6.0 | 1.8 | -1.1 | 2.2 |
| 7 | -3.8 | 3.9 | 6.3 | 0.1 | 3.4 | 3.9 | 0.7 | -0.5 | 3.6 |
| 8 | -2.9 | 0.9 | 6.0 | 4.6 | 4.8 | 6.7 | 1.8 | -0.8 | 5.8 |
| 9 | -4.2 | 1.2 | 3.0 | 0.1 | 2.1 | 4.9 | -2.2 | -1.5 | 2.3 |
| 10 | -1.8 | 3.1 | 1.7 | -1.5 | 3.6 | 5.0 | 5.4 | 0.1 | -0.3 |
| 11 | -0.4 | 5.7 | 2.2 | 3.2 | 3.5 | 5.7 | 2.6 | 2.1 | -0.7 |
| 12 | -3.5 | 2.7 | 3.6 | 2.0 | 4.6 | 4.5 | 2.7 | 2.6 | 3.0 |
| 13 | -2.5 | 6.2 | 2.3 | 2.7 | 5.6 | 5.6 | 4.4 | -1.6 | 0.8 |
| 14 | -2.6 | 3.5 | 4.2 | 2.2 | 5.5 | 4.3 | 4.1 | 1.1 | -2.5 |
| 15 | 1.1 | 4.2 | 4.0 | 3.6 | 5.6 | 5.6 | 3.6 | -0.1 | -4.2 |
| 16 | -0.1 | 2.0 | 2.8 | 5.2 | 3.4 | 6.9 | 3.4 | 3.0 | -5.3 |
| 17 | -2.8 | 0.4 | 0.4 | 5.8 | 6.4 | 7.1 | 6.3 | 2.6 | -3.4 |
| 18 | -9.6 | 2.1 | 3.0 | 4.4 | 6.2 | 7.1 | 4.4 | -0.2 | -5.9 |
| 19 | -9.2 | 5.2 | 6.7 | 3.8 | 5.2 | 3.3 | 1.7 | 3.5 | -0.3 |
| 20 | -6.2 | 6.4 | 3.9 | 3.7 | 7.3 | 4.3 | 5.4 | | -0.6 |
| 21 | -2.3 | 2.6 | 1.7 | 5.0 | 5.0 | 3.7 | 6.0 | | -2.6 |
| 22 | -3.5 | 1.6 | 0.6 | 4.0 | 3.3 | 6.4 | -2.2 | | -4.1 |
| 23 | 0.3 | 4.9 | 0.4 | 3.9 | 4.2 | 3.9 | 0.4 | | 1.6 |
| 24 | -2.0 | 2.4 | 1.0 | 3.3 | 4.3 | 4.1 | 2.8 | | -5.5 |
| 25 | 0.9 | 4.2 | 2.3 | 4.7 | 1.2 | 2.3 | 1.5 | | -3.1 |
| 26 | 1.1 | 2.2 | 5.5 | 5.9 | 2.0 | 1.1 | 6.3 | | -4.8 |
| 27 | 0.2 | 1.5 | 4.7 | 5.7 | 5.9 | 4.2 | 4.6 | | -1.8 |
| 28 | -3.3 | 0.1 | 0.8 | 5.7 | 5.5 | 3.1 | 4.7 | | -5.4 |
| 29 | -3.4 | 1.4 | 1.6 | 6.5 | 5.6 | | 2.3 | | -4.7 |
| 30 | -3.4 | 1.2 | 2.1 | 6.2 | 6.3 | | 1.1 | 3.2 | -2.5 |
| 31 | | 6.9 | | 3.8 | 6.0 | | 4.0 | | -5.1 |
| PROM. | -3.07 | 2.58 | 2.85 | 3.10 | 4.51 | 4.84 | 2.99 | 1.49 | -1.67 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| ESTACION CO. 472E4156 | LATITUD | 15°41'0" | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | | |
| PAUCARCOLLA | LONGITUD | 70°10'0" | | PROVINCIA | PUNO | | | | |
| | ALTITUD | 3827 | | DISTRITO | PAUCARCOLLA | | | | |
| PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL DIARIA EN mm. | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 2.7 | 0.0 | 3.5 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 2.9 | 1.3 | 0.1 | 0.2 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.8 | 8.6 | 0.0 | 12.3 | 0.0 |
| 4 | 0.0 | 0.2 | 3.4 | 0.0 | 1.3 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 0.0 | 20.5 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 6.1 |
| 6 | 0.0 | 13.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.2 | 0.0 | 7.1 |
| 7 | 0.0 | 0.1 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 13.9 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 5.9 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| 12 | 0.0 | 2.3 | 6.3 | 0.0 | 3.4 | 8.1 | 3.0 | 0.3 | 3.4 |
| 13 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 3.9 | 9.8 | 3.5 | 8.4 | 0.0 | 0.1 |
| 14 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 13.2 | 0.2 | 4.3 | 0.0 | 0.1 |
| 15 | 0.1 | 0.5 | 2.1 | 2.7 | 2.2 | 6.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 0.0 | 0.9 | 5.1 | 11.0 | 0.0 | 9.8 | 0.1 | 1.0 | 0.0 |
| 17 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 16.8 | 1.1 | 0.2 | 5.3 | 1.8 | 0.0 |
| 18 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 4.4 | 2.6 | 0.1 | 1.9 | 11.3 | 0.0 |
| 19 | 0.0 | 6.2 | 0.2 | 4.2 | 0.0 | 10.8 | 11.6 | 2.3 | 0.0 |
| 20 | 0.0 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 4.3 | | 0.0 |
| 21 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 3.0 | 0.5 | 1.5 | 3.8 | | 0.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | | 0.0 |
| 23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 |
| 24 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 7.8 | 0.0 | 0.7 | 0.4 | 0.0 | | 0.0 |
| 26 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 7.3 | 0.0 | 4.6 | 0.1 | | 0.0 |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 3.4 | 0.3 | 1.7 | 2.7 | | 0.0 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 5.2 | 0.3 | 0.9 | | 0.0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 8.0 | | 0.0 | | 0.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.8 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 31 | | 0.0 | | 0.2 | 19.6 | | 4.1 | | 0.0 |
| TOTAL | 2.9 | 47.3 | 35.6 | 71.0 | 99.0 | 101.5 | 55.7 | 32.9 | 17.1 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |



| "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS" | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESTACION CO. 472E4156 | LATITUD | 15°41'0" | | DEPARTAMENTO | PUNO | | | | |
| PAUCARCOLLA | LONGITUD | 70°10'0" | | PROVINCIA | PUNO | | | | |
| | ALTITUD | 3827 | | DISTRITO | PAUCARCOLLA | | | | |
| PARAMETRO: PROMEDIO DIARIA DE HUMEDAD RELATIVA EN % | | | | | | | | | |
| DIA | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. |
| | 2018 | 2018 | 2018 | 2018 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| 1 | 23.8 | 30.7 | 54.5 | 23.8 | 75.6 | 82.8 | 77.1 | 89.4 | 67.5 |
| 2 | 33.3 | 44.8 | 72.0 | 34.3 | 73.8 | 87.0 | 71.5 | 83.4 | 49.9 |
| 3 | 42.8 | 60.3 | 49.3 | 28.9 | 83.8 | 90.6 | 72.9 | 86.5 | 41.0 |
| 4 | 48.3 | 66.9 | 46.9 | 21.2 | 83.3 | 85.6 | 70.1 | 55.6 | 60.0 |
| 5 | 48.0 | 69.2 | 65.3 | 21.1 | 78.9 | 83.7 | 67.8 | 56.8 | 81.8 |
| 6 | 47.0 | 79.5 | 60.5 | 38.9 | 53.2 | 77.3 | 77.6 | 65.0 | 78.1 |
| 7 | 44.4 | 69.7 | 75.8 | 51.8 | 46.7 | 81.0 | 70.9 | 71.0 | 78.3 |
| 8 | 45.0 | 55.0 | 63.8 | 57.9 | 58.6 | 86.0 | 71.4 | 72.0 | 76.6 |
| 9 | 60.7 | 54.1 | 48.9 | 50.0 | 62.5 | 78.9 | 77.2 | 69.2 | 74.5 |
| 10 | 48.0 | 54.7 | 49.9 | 41.3 | 65.8 | 83.0 | 76.7 | 63.0 | 56.0 |
| 11 | 52.1 | 62.1 | 42.2 | 43.0 | 72.9 | 81.9 | 74.9 | 70.2 | 51.3 |
| 12 | 28.8 | 59.7 | 46.4 | 47.5 | 77.4 | 85.4 | 77.6 | 69.7 | 70.3 |
| 13 | 21.3 | 77.4 | 34.8 | 64.4 | 81.3 | 84.1 | 80.0 | 59.8 | 84.1 |
| 14 | 31.0 | 68.1 | 39.0 | 57.0 | 78.5 | 76.3 | 83.6 | 62.6 | 70.5 |
| 15 | 35.2 | 77.9 | 57.1 | 64.8 | 81.0 | 78.0 | 80.5 | 65.6 | 54.5 |
| 16 | 31.2 | 71.3 | 66.8 | 74.9 | 78.5 | 91.2 | 76.4 | 86.5 | 55.6 |
| 17 | 21.9 | 59.8 | 52.4 | 81.4 | 77.3 | 78.1 | 76.2 | 82.8 | 46.3 |
| 18 | 23.9 | 63.9 | 43.4 | 83.1 | 77.0 | 76.3 | 78.7 | 76.4 | 44.4 |
| 19 | 22.4 | 71.5 | 62.0 | 75.4 | 69.8 | 75.7 | 76.6 | 99.8 | 41.2 |
| 20 | 30.9 | 75.0 | 66.3 | 68.5 | 77.8 | 83.1 | 87.1 | | 30.0 |
| 21 | 47.2 | 68.3 | 63.9 | 61.8 | 68.5 | 84.1 | 85.8 | | 44.6 |
| 22 | 58.3 | 60.9 | 35.5 | 66.8 | 77.1 | 76.4 | 74.2 | | 41.5 |
| 23 | 54.8 | 50.8 | 20.1 | 68.4 | 83.1 | 70.0 | 74.3 | | 35.4 |
| 24 | 66.9 | 55.5 | 31.4 | 72.0 | 76.0 | 66.4 | 79.5 | | 39.4 |
| 25 | 50.7 | 63.9 | 50.3 | 68.2 | 72.7 | 69.8 | 76.0 | | 41.9 |
| 26 | 25.7 | 58.4 | 66.6 | 77.0 | 74.9 | 71.0 | 84.6 | | 43.4 |
| 27 | 35.4 | 59.0 | 73.8 | 75.5 | 70.3 | 80.5 | 83.7 | | 38.5 |
| 28 | 58.4 | 43.2 | 52.9 | 76.2 | 74.6 | 83.4 | 84.8 | | 43.0 |
| 29 | 39.3 | 42.1 | 31.1 | 84.0 | 82.4 | | 78.4 | | 45.6 |
| 30 | 23.5 | 56.9 | 24.1 | 77.6 | 81.2 | | 84.1 | 95.0 | 40.1 |
| 31 | | 55.2 | | 82.0 | 93.0 | | 78.6 | | 39.6 |
| PROM. | 40.0 | 60.8 | 51.6 | 59.3 | 74.4 | 80.3 | 77.7 | 74.0 | 53.7 |
| Puno, 24 de Octubre del 2019. | | | | | | | | | |









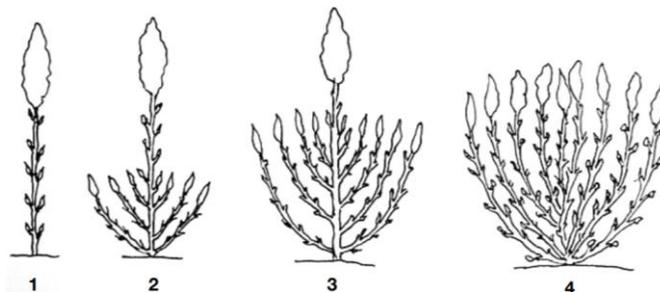
Descriptores para la quinua y sus parientes silvestres. (Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF, FIDA, 2013)

Descriptores de la planta

Para las medidas cuantitativas registrar la media de las plantas tomadas al azar en competencia completa (evitando plantas de bordura) y en las cualitativas en función al 50% de plantas de la población. Esta categoría contiene una lista mínima de descriptores importantes para discriminar y utilizar quinua que se resaltan en el texto y están indicados con un asterisco (*).

1.- Hábito de crecimiento (Véase la Fig. 1)

- 1 Simple
- 2 Ramificado hasta el tercio inferior
- 3 Ramificado hasta el segundo tercio
- 4 Ramificado con panoja principal no definida



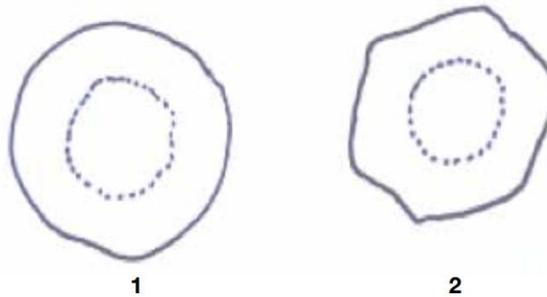
2. Altura de la planta (cm)

Medida en la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja. Promedio de 10 plantas.

3. Forma de tallo principal (Véase la Fig. 2.)

Vista transversal. Observado en el tercio inferior de la planta en la madurez

- fisiológica.
1 Cilíndrico
2 Anguloso



4. Diámetro del tallo principal (mm)

Medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica.
Promedio de al menos 10 plantas.

5. Color del tallo principal

Registro del color predominante en el tallo principal en la madurez fisiológica.

- 1 Blanco
 - 2 Púrpura
 - 3 Rojo
 - 4 Rosado
 - 5 Amarillo
 - 6 Anaranjado
 - 7 Marrón
 - 8 Gris
 - 9 Negro
 - 10 Verde
- 99 Otro (especificar en el descriptor **7.10 Notas**)

6. Presencia de axilas pigmentadas

Observado en la intersección entre el tallo principal y las ramas primarias, en la floración de la planta.

- 0 Ausentes
- 1 Presentes
- 2 No determinadas (por ej. aquellas plantas de tallo y ramas de color rojo, donde no se puede apreciar la presencia de axilas pigmentadas.)

7. Presencia de estrías

Observado en el tallo principal de la planta en floración.

- 0 Ausentes
- 1 Presentes

8. Color de las estrías

Observado en la parte media del tercio medio de la planta en plena floración.

- 1 Verdes
 - 2 Amarillas
 - 3 Rojas
 - 4 Púrpura
- 99 Otro (especificar e el descriptor **7.10 Notas**)

9. Forma de la hoja

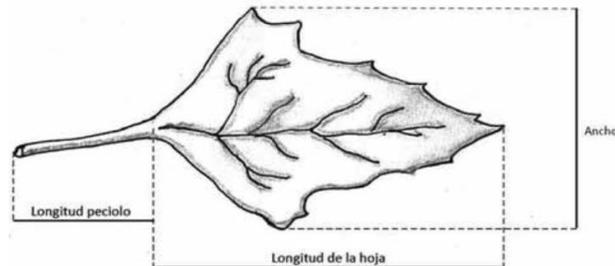
- 1 Romboidal
- 2 Triangular

10. Número de dientes en la hoja

Número total de dientes por hoja, media de al menos 10 hojas basales (una hoja por planta).

11. Longitud del pecíolo (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la Fig. 3.



12. Longitud máxima de la hoja (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la Fig. 3.

13. Ancho máximo de la hoja (cm)

Media de al menos 10 plantas (una hoja por planta). Véase la Fig. 3.

14. Color del pecíolo

- 1 Verde
- 2 Verde – Rojo (estriado/variegado)
- 3 Rojo

15. Color de la lámina foliar

- 1 Verde
- 2 Verde – Rojo (estriado/variegado)
- 3 Rojo

***16. Color de la panoja en la floración**

- 1 Verde
- 2 Púrpura
- 3 Rojo
- 4 Mixtura (púrpura y rojo)

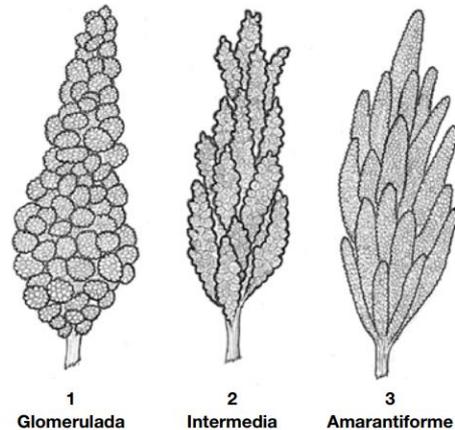
***17. Color de la panoja en la madurez fisiológica**

- 1 Blanco
- 2 Púrpura
- 3 Rojo
- 4 Rosado
- 5 Amarillo
- 6 Anaranjado
- 7 Marrón
- 8 Gris
- 9 Negro
- 10 Rojo y blanco
- 11 Rojo y rosado
- 12 Rojo y amarillo
- 13 Verde
- 14 Rojo y verde
- 99 Otros (especificar en el descriptor **7.10 Notas**)

***18. Forma de la panoja** (Véase la Fig. 4)

- 1 Glomerulada (glomérulos están insertos en los ejes glomerulares y presentan una forma globosa)
- 2 Intermedia (apariencia de ambas formas)

3 Amarantiforme (glomérulos están insertados directamente en el eje secundario y presentan una forma alargada)



***19. Longitud de la panoja (cm)**

Registrar en la madurez fisiológica, medir desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Media de al menos 10 plantas.

***7.8.6 Diámetro de la panoja (cm)**

Registrar en la madurez fisiológica, registrar el diámetro máximo de la panoja principal. Media de al menos 10 plantas.

***20. Densidad de la panoja**

- 1 Laxa
- 2 Intermedia
- 3 Compacta

***21. Grado de dehiscencia**

Persistencia del grano en la planta cuando alcanza la madurez fisiológica preferiblemente a medio día.

- 1 Ligera
- 2 Regular
- 3 Fuerte

22. Aspecto del perigonio

Registrado en la madurez fisiológica.

- 1 Semiabierta
- 2 Cerrada (abraza completamente al grano)

23. Color del perigonio

- 1 Verde
- 2 Blanco
- 3 Crema
- 4 Amarillo
- 5 Amarillo dorado
- 6 Rosado
- 7 Rojo
- 8 Anaranjado
- 9 Café claro
- 10 Café
- 11 Café oscuro
- 12 Café rojizo
- 13 Púrpura
- 14 Gris

15 Negro

99 Otro (especificar en el descriptor **7.10 Notas**)

***24. Diámetro del grano (mm)**

Promedio de 20 granos sin considerar el perigonio.

25. Espesor del grano (mm)

Promedio de 20 granos sin considerar el perigonio.

***26. Peso de 1000 granos (g)**

Registro del peso sin considerar el perigonio.

27. Peso hectolítrico (g/cm³)

Peso de semilla en un volumen conocido.

***28. Rendimiento de semilla por planta (g)**

Promedio de al menos 10 plantas.

29. Aspecto del pericarpio

1 Cenizo

2 Sucroso (acaramelado)

***30 Color de pericarpio**

1 Crema

2 Amarillo

3 Amarillo dorado

4 Rosado

5 Rojo

6 Café claro

7 Café

8 Café oscuro

9 Café verdoso

10 Púrpura

99 Otro (especificar en el descriptor **7.10 Notas**)

31. Apariencia del episperma

1 Vítreo (translúcido hialino)

2 Opaco

***32. Color de episperma**

1 Transparente

2 Blanco

3 Crema

4 Café claro

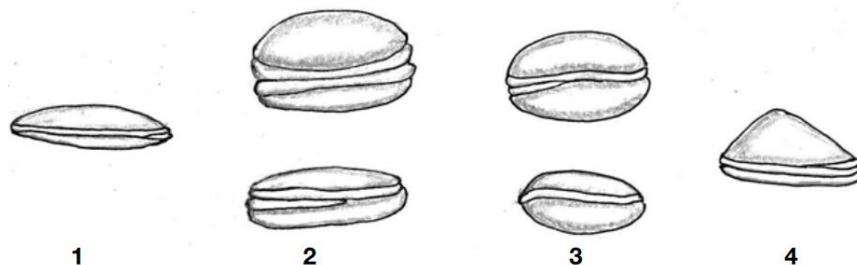
5 Café

6 Café oscuro

7 Café rojizo

8 Negro

99 Otro (especificar en el descriptor **7.10 Notas**)



33. Forma del grano Véase Fig. 5.



- 1 Lenticular
- 2 Cilíndrico
- 3 Elipsoidal
- 4 Cónico

34. Vigor a la emergencia

El vigor 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.

- 1 Malo
- 2 Regular
- 3 Bueno

35. Número de días hasta la formación del botón floral (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan formado el botón floral.

***36. Número de días hasta el inicio de floración (d)**

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan iniciado la floración.

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

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado el 50% de la floración.

38. Número de días hasta el final de floración (d)

Desde la siembra hasta que el 100% de las plantas presenten flores abiertas.

39. Número de días hasta grano lechoso (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten granos que liberen líquido blanquecino cuando se someten a presión.

40. Número de días hasta grano pastoso (d)

Desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado una apariencia de grano pastoso.

***41. Número de días hasta el 50% de la madurez fisiológica (d)**

***42. Presencia de saponina**

- 0 Ausente
- 1 Presente

43. Efusión de saponina

Espuma producida en tubos de ensayo luego de agitar 0.5 g de muestra en 5 ml de agua destilada.

- 0 Nada
- 3 Poca
- 5 Regular
- 7 Mucha

***44. Índice de cosecha**

$$IC = (PG/PB+PG * 100)$$

PG: Peso de Grano

PB: Peso de Broza

***45. Contenido de proteínas en la semilla (% PS)**

Porcentaje por 100 g de materia del peso de semillas secas.

***46. Composición de la proteína de las semillas (mg/g de proteína)**

47. Susceptibilidad al estrés abiótico

- 1 Muy baja o sin signos visibles de susceptibilidad
- 3 Baja
- 5 Intermedia
- 7 Alta
- 9 Muy alta

***Reacción a heladas**



Registrada en condiciones naturales durante la estación fría y/o cálida.

Reacción a altas temperaturas

Registrada en condiciones naturales durante la estación cálida.

***Reacción a la sequía**

Registrada en condiciones naturales durante el período diurno durante, por lo menos, cuatro semanas.

10. Susceptibilidad al estrés biológico

10.4 Notas. La susceptibilidad está codificada en una escala numérica del 1 al 9:

0 Ausente

1 Muy baja o sin signos visibles de susceptibilidad

3 Baja

5 Intermedia

7 Alta

9 Muy alta

10.1 Plagas

10.2 Enfermedades