

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS**

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERIZACIÓN  
AGROBOTÁNICA DE 10 LÍNEAS DE KIWICHA EN PROCESO DE SELECCIÓN  
PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y VARIEDAD CICA 2006 (*Amaranthus  
caudatus L.*) EN K'AYRA-CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. PEDRO ENRIQUE VEGA CENTENO  
ZUNIGA

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

**ASESOR:**

Dr. AQUILINO ÁLVAREZ CÁCERES

**CUSCO – PERÚ**

**2026**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

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

El que suscribe, el Asesor AQUILINO ALVAREZ CACERES.....  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE GRANO  
Y CARACTERIZACIÓN AGROBOTÁNICA DE 10 LÍNEAS DE KIWICHA EN PROCESO  
DE SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y VARIEDAD CICA 2006  
(Amaranthus caudatus L.) EN KAYRA - CUSCO.....

Presentado por: PEDRO ENRIQUE VEGA CENTENO ZUNIGA..... DNI N° 75438572.....;  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRÓNOMO.....

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

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

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

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

Cusco, 15 de ENERO..... de 2026.....

Firma

Post firma AQUILINO ALVAREZ CACERES.....

Nro. de DNI 23988814.....

ORCID del Asesor 0000-0002-7699-692X.....

#### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:546250810.....

# TESIS PEDRO CORREGIDO DICTAMEN FINAL.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546250810

Fecha de entrega

14 ene 2026, 4:28 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

15 ene 2026, 7:11 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS PEDRO CORREGIDO DICTAMEN FINAL.docx

Tamaño del archivo

16.3 MB

185 páginas

33.209 palabras

169.864 caracteres

# 6% Similitud general

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




## Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- Trabajos entregados
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

## Exclusiones


- N.º de coincidencias excluidas

## Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
28 caracteres sospechosos en N.º de página  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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

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

## DEDICATORIA

Con todo cariño a mis padres: Pedro y Antonina, quienes con mucho esfuerzo y sacrificio hicieron posible mi educación en este largo viaje académico hasta el momento, con su apoyo emocional, económico y todos los consejos que siempre me brindan.

A mi hermano Billanthony, quien siempre me brindó su apoyo en los momentos que más necesitaba y fue un gran soporte en mi formación profesional.

A mis tíos y primos que me brindaron su apoyo en los momentos más difíciles que me tocó enfrentar. Y en especial a mi abuelita Celedonia que en paz descansa, quien siempre me inculcó valores de amor, paz y respeto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los docentes de la escuela profesional de Agronomía de la FAZ de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, quienes formaron parte de mi vida universitaria brindándome sus conocimientos, valores y ayudándome a desarrollarme como persona profesional.

A mi asesor, Dr. Aquilino Álvarez Cáceres por su predisposición, paciencia y apoyo incondicional durante mi vida universitaria inculcando siempre valores de respeto, honestidad, responsabilidad, puntualidad, etc. Además, por ayudarme a superar cada obstáculo que tuve que enfrentar en los peores momentos durante la ejecución de mi trabajo de investigación.

A la Dra. Elisabet Céspedes Flórez, quien significó para mí un apoyo muy importante con sus consejos, sugerencias y valores que me sirvieron durante mi vida universitaria antes, durante y después de la ejecución de mi trabajo de investigación.

Al Programa de investigación en Kiwicha del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) por haberme proporcionado los insumos, herramientas y maquinaria que hicieron posible la ejecución de mi tesis.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESÚMEN .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
I PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 Planteamiento del problema objeto de investigación .....	1
1.2 Formulación del problema .....	2
1.2.1 Problema general .....	2
1.2.2 Problemas específicos .....	2
II OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	3
2.1 Objetivo general .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
2.3 Justificación .....	4
III HIPÓTESIS .....	6
3.1 Hipótesis general .....	6
3.2 Hipótesis específicas .....	6
IV MARCO TEÓRICO .....	7
4.1 Antecedentes .....	7
4.2 Bases teóricas .....	8
4.2.1 Origen .....	8
4.2.2 Importancia de la kiwicha .....	9
4.2.3 Clasificación taxonómica .....	10
4.2.4 Producción y rendimiento .....	11
4.2.4.1 Rendimiento .....	11
4.2.4.2 Componentes de rendimiento .....	11
4.2.4.3 Producción y rendimiento nacional .....	11
4.2.5 Aspectos relacionados al mejoramiento genético de plantas .....	13
4.2.5.1 Mejoramiento genético .....	13
4.2.5.2 Objetivos del mejoramiento genético .....	14
4.2.6 Métodos de mejoramiento en plantas cultivadas .....	14
4.2.6.1 Selección .....	15
4.2.6.2 Métodos de selección .....	15
4.2.6.3 Hibridación .....	18

4.2.7 Plantas autóгамas, alógamas y mixtas.....	18
4.2.7.1 Plantas autóгамas .....	18
4.2.7.2 Plantas alógamas .....	19
4.2.7.3 Plantas mixtas .....	19
4.2.8 Descripción botánica de la kiwicha .....	19
4.2.8.1 Raíz .....	20
4.2.8.2 Tallo.....	20
4.2.8.3 Hojas .....	20
4.2.8.4 Inflorescencia.....	20
4.2.8.5 Fruto .....	21
4.2.8.6 Semilla.....	21
4.2.9 Requisitos edafoclimáticos .....	22
4.2.9.1 Altitud.....	22
4.2.9.2 Temperatura .....	22
4.2.9.3 Precipitación .....	22
4.2.9.4 Fotoperiodo.....	22
4.2.9.5 Suministro de agua .....	23
4.2.9.6 Suelo .....	23
4.2.10 Manejo agronómico del cultivo .....	23
4.2.10.1 Preparación del suelo .....	23
4.2.10.2 Épocas de siembra .....	24
4.2.10.3 Profundidad de siembra .....	24
4.2.10.4 Deshierbo .....	24
4.2.10.5 Raleo .....	24
4.2.10.6 Aporque .....	24
4.2.10.7 Cosecha .....	25
4.2.11 Composición nutricional.....	25
4.2.12 Plagas .....	26
4.2.12.1 Diabrotica (Diabrotica spp).....	26
4.2.12.2 Insectos cortadores de plantas tiernas.....	26
4.2.12.3 Insectos cortadores de hojas e inflorescencia .....	27
4.2.13 Enfermedades .....	27
4.2.13.1 Micoplasma.....	27
4.2.13.2 Esclerotinia (Sclerotinia sclerotiorum) .....	27
4.2.13.3 Alternaria (Alternaria spp) .....	27

4.3 Definición de términos .....	28
4.3.1 Rendimiento .....	28
4.3.2 Evaluación .....	28
4.3.3 Características agronómicas .....	28
4.3.4 Descriptor .....	28
4.3.4.1 Descriptores.....	28
4.3.4.2 Caracterización .....	30
4.3.4.3 Caracterización botánica.....	30
4.3.4.4 Características botánicas.....	30
4.3.5 Testigo .....	30
4.3.6 Variedad .....	30
4.3.7 Línea .....	31
4.3.8 Líneas puras.....	31
4.3.9 Multilíneas .....	32
4.3.10 Híbrido.....	32
4.3.11 Sintéticos .....	32
4.3.12 Compuesto .....	33
V DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
5.1 Generalidades de la investigación.....	34
5.1.1 Tipo de investigación.....	34
5.1.2 Ubicación del campo experimental .....	34
5.1.2.1 Ubicación política .....	34
5.1.2.2 Ubicación geográfica .....	34
5.1.2.3 Ubicación hidrográfica .....	34
5.1.2.4 Ubicación satelital del campo experimental .....	35
5.1.3 Zona de vida.....	36
5.1.4 Ubicación temporal.....	36
5.1.5 Historial del campo experimental.....	36
5.2 Materiales y métodos .....	37
5.2.1 Materiales y equipos.....	37
5.2.1.1 Material genético.....	37
5.2.1.2 Materiales de escritorio .....	38
5.2.1.3 Materiales de campo .....	38
5.2.1.4 Equipos y maquinarias .....	39

5.2.1.5	Análisis físico químico del suelo .....	39
5.2.2	Metodología de investigación .....	41
5.2.2.1	Diseño experimental .....	41
5.2.2.2	Características del campo experimental .....	42
5.2.2.3	Croquis del campo experimental .....	44
5.2.2.4	Características de la unidad experimental .....	45
5.2.2.5	Conducción del experimento .....	46
5.2.2.6	Manejo del experimento .....	48
5.2.2.7	Evaluaciones durante el experimento .....	56
VI	RESULTADOS .....	60
6.1	Evaluación de rendimiento de grano .....	60
6.1.1	Rendimiento de peso de grano por planta .....	60
6.1.2	Rendimiento de grano transformado a t/ha .....	62
6.2	Evaluaciones de características agronómicas .....	64
6.2.1	Altura de planta .....	64
6.2.2	Diámetro de tallo .....	66
6.2.3	Longitud de hoja .....	68
6.2.4	Ancho de hoja .....	70
6.2.5	Longitud de panoja principal .....	72
6.2.6	Ancho de panoja principal .....	74
6.2.7	Diámetro de grano .....	76
6.2.8	Peso de broza fina .....	78
6.2.9	Peso de tallo seco .....	80
6.2.10	Peso de 1000 granos .....	82
6.3	Evaluaciones de características botánicas .....	84
6.3.1	Caracterización general de la planta .....	84
6.3.2	Características botánicas del tallo .....	86
6.3.3	Características botánicas de la panoja .....	88
6.3.4	Características botánicas del grano .....	90
6.3.5	Características botánicas de hoja .....	92
VII	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	95
7.1	De rendimiento de grano .....	95
7.1.1	Rendimiento de grano por planta .....	95
7.2.2	Rendimiento de grano proyectado a t/ha .....	96

7.2 De las características agronómicas .....	96
7.2.1 Altura de planta .....	96
7.2.2 Diámetro de tallo .....	97
7.2.3 Longitud de hoja .....	98
7.2.4 Ancho de hoja .....	99
7.2.5 Longitud de panoja principal .....	100
7.2.6 Ancho de panoja .....	101
7.2.7 Diámetro de grano .....	102
7.2.8 Peso de broza fina .....	103
7.2.9 Peso de tallo seco .....	104
7.2.10 Peso de 1000 granos .....	104
7.3 De las características botánicas .....	105
7.3.1 Caracterización general de la planta .....	105
7.3.2 Características del tallo .....	106
7.3.3 Características de panoja .....	107
7.3.4 Características del grano .....	108
7.3.5 Características de la hoja .....	109
VIII CONCLUSIONES .....	111
IX RECOMENDACIONES .....	113
X BIBLIOGRAFÍA .....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Composición grano de kiwicha (100 g)</i> .....	26
<b>Tabla 2</b> <i>Historial del campo experimental</i> .....	37
<b>Tabla 3</b> <i>Líneas a utilizar</i> .....	38
<b>Tabla 4</b> <i>Fertilizantes comerciales utilizados</i> .....	40
<b>Tabla 5</b> <i>Cantidad de fertilizante para el experimento</i> .....	41
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de varianza</i> .....	46
<b>Tabla 7</b> <i>Peso de grano en gramos, promedio de diez plantas</i> .....	60
<b>Tabla 8</b> <i>Análisis de varianza para peso de grano por planta</i> .....	60
<b>Tabla 9</b> <i>Prueba de Tukey para peso de grano por planta</i> .....	61
<b>Tabla 10</b> <i>Peso de grano de parcela neta (9.6 m<sup>2</sup>) transformado a t/ha</i> .....	62
<b>Tabla 11</b> <i>Análisis de varianza para rendimiento de grano transformado a t/ha</i> .....	62
<b>Tabla 12</b> <i>Prueba de Tukey para rendimiento de grano transformado a t/ha</i> .....	63
<b>Tabla 13</b> <i>Altura de planta en metros, promedio de diez plantas</i> .....	64
<b>Tabla 14</b> <i>Análisis de varianza para altura de planta</i> .....	64
<b>Tabla 15</b> <i>Prueba de Tukey para altura de planta</i> .....	65
<b>Tabla 16</b> <i>Diámetro de tallo en cm promedio de diez plantas</i> .....	66
<b>Tabla 17</b> <i>Análisis de varianza para diámetro de tallo</i> .....	66
<b>Tabla 18</b> <i>Prueba de Tukey para diámetro de tallo</i> .....	67
<b>Tabla 19</b> <i>Longitud de hoja en cm promedio de diez plantas</i> .....	68
<b>Tabla 20</b> <i>Análisis de varianza para longitud de hoja</i> .....	68
<b>Tabla 21</b> <i>Prueba de Tukey para longitud de hoja</i> .....	69
<b>Tabla 22</b> <i>Ancho de hoja en cm promedio de diez plantas</i> .....	70
<b>Tabla 23</b> <i>Análisis de varianza para ancho de hoja</i> .....	70
<b>Tabla 24</b> <i>Prueba de Tukey para ancho de hoja</i> .....	71
<b>Tabla 25</b> <i>Longitud de panoja principal en cm promedio de diez plantas</i> .....	72

<b>Tabla 26</b> <i>Análisis de varianza para longitud de panoja principal</i> .....	72
<b>Tabla 27</b> <i>Prueba de Tukey para longitud de panoja</i> .....	73
<b>Tabla 28</b> <i>Ancho de panoja principal en cm promedio de diez plantas</i> .....	74
<b>Tabla 29</b> <i>Análisis de varianza para ancho de panoja principal</i> .....	74
<b>Tabla 30</b> <i>Prueba de Tukey para ancho de panoja principal</i> .....	75
<b>Tabla 31</b> <i>Diámetro de grano en mm promedio de diez plantas</i> .....	76
<b>Tabla 32</b> <i>Análisis de varianza para diámetro de grano</i> .....	76
<b>Tabla 33</b> <i>Prueba de Tukey para diámetro de grano</i> .....	77
<b>Tabla 34</b> <i>Peso de broza fina en gramos promedio de diez plantas</i> .....	78
<b>Tabla 35</b> <i>Análisis de varianza para peso de broza fina</i> .....	78
<b>Tabla 36</b> <i>Prueba de Tukey para peso de broza fina</i> .....	79
<b>Tabla 37</b> <i>Peso de tallo seco en gramos promedio de diez plantas</i> .....	80
<b>Tabla 38</b> <i>Análisis de varianza para peso de tallo seco</i> .....	80
<b>Tabla 39</b> <i>Orden de mérito para peso de tallo seco</i> .....	81
<b>Tabla 40</b> <i>Peso de 1000 granos en gramos</i> .....	82
<b>Tabla 41</b> <i>Análisis de varianza para peso de 1000 granos</i> .....	82
<b>Tabla 42</b> <i>Prueba de Tukey para peso de 1000 granos</i> .....	83
<b>Tabla 43</b> <i>Grado de germinación, homogeneidad de germinación, color de los cotiledones, hábito de crecimiento y caracteres de la raíz</i> .....	84
<b>Tabla 44</b> <i>Color, pubescencia y ramificación del tallo</i> .....	86
<b>Tabla 45</b> <i>Forma de panoja, tipo de panoja, densidad de panoja, actitud de panoja, color de panoja y presencia de panoja axilar</i> .....	88
<b>Tabla 46</b> <i>Forma, color y tipo de grano</i> .....	90
<b>Tabla 47</b> <i>Espinas en axilas de hojas, pubescencia en las hojas y pigmentación de la hoja</i> .....	92

<b>Tabla 48</b> <i>Forma de la hoja, márgenes de la hoja, prominencia de venas de las hojas y pigmentación del peciolo.....</i>	93
<b>Tabla 49</b> <i>Peso de grano por planta – Bloque I (g) .....</i>	119
<b>Tabla 50</b> <i>Peso de grano por planta – Bloque II (g) .....</i>	119
<b>Tabla 51</b> <i>Peso de grano por planta – Bloque III (g) .....</i>	120
<b>Tabla 52</b> <i>Rendimiento de grano de parcela neta (9.6 m<sup>2</sup>) en kg.....</i>	120
<b>Tabla 53</b> <i>Altura de planta- Bloque I (m).....</i>	121
<b>Tabla 54</b> <i>Altura de planta – Bloque II (m) .....</i>	121
<b>Tabla 55</b> <i>Altura de planta – Bloque III (m) .....</i>	122
<b>Tabla 56</b> <i>Diámetro de tallo – Bloque I (cm) .....</i>	122
<b>Tabla 57</b> <i>Diámetro de tallo – Bloque II (cm) .....</i>	123
<b>Tabla 58</b> <i>Diámetro de tallo – Bloque III (cm) .....</i>	123
<b>Tabla 59</b> <i>Longitud de hoja – Bloque I (cm).....</i>	124
<b>Tabla 60</b> <i>Longitud de hoja – Bloque II (cm).....</i>	124
<b>Tabla 61</b> <i>Longitud de hoja – Bloque III (cm).....</i>	125
<b>Tabla 62</b> <i>Ancho de hoja – Bloque I (cm) .....</i>	125
<b>Tabla 63</b> <i>Ancho de hoja – Bloque II (cm) .....</i>	126
<b>Tabla 64</b> <i>Ancho de hoja – Bloque III (cm) .....</i>	126
<b>Tabla 65</b> <i>Longitud de panoja – Bloque I (cm).....</i>	127
<b>Tabla 66</b> <i>Longitud de panoja – Bloque II (cm).....</i>	127
<b>Tabla 67</b> <i>Longitud de panoja – Bloque III (cm).....</i>	128
<b>Tabla 68</b> <i>Ancho de panoja – Bloque I (cm) .....</i>	128
<b>Tabla 69</b> <i>Ancho de panoja - Bloque II (cm) .....</i>	129
<b>Tabla 70</b> <i>Ancho de panoja – Bloque III (cm).....</i>	129
<b>Tabla 71</b> <i>Diámetro de grano – Bloque I (mm).....</i>	130
<b>Tabla 72</b> <i>Diámetro de grano – Bloque II (mm).....</i>	130

<b>Tabla 73</b> <i>Diámetro de grano – Bloque III (mm)</i> .....	131
<b>Tabla 74</b> <i>Peso de broza fina – Bloque I (g)</i> .....	131
<b>Tabla 75</b> <i>Peso de broza fina – Bloque II (g)</i> .....	132
<b>Tabla 76</b> <i>Peso de broza fina – Bloque III (g)</i> .....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Perú: Principales zonas productoras de kiwicha (2017=2,7 mil t).....</i>	12
<b>Figura 2</b> <i>Perú: Superficie cosechada y rendimiento de kiwicha, 2000-17.....</i>	13
<b>Figura 3</b> <i>Mapa del Perú .....</i>	35
<b>Figura 4</b> <i>Mapa del distrito de San Jerónimo.....</i>	35
<b>Figura 5</b> <i>Vista satelital del campo experimental.....</i>	36
<b>Figura 6</b> <i>Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental.....</i>	44
<b>Figura 7</b> <i>Características y dimensiones de la unidad experimental.....</i>	45
<b>Figura 8</b> <i>Riego de machaco.....</i>	46
<b>Figura 9</b> <i>Presencia de Diabrotica spp y micoplasma.....</i>	50
<b>Figura 10</b> <i>Cosecha de parcela neta .....</i>	51
<b>Figura 11</b> <i>Secado de tallos .....</i>	52
<b>Figura 12</b> <i>Trillado de plantas individuales .....</i>	53
<b>Figura 13</b> <i>Venteado o limpieza de grano .....</i>	54
<b>Figura 14</b> <i>Secado de grano de plantas individuales.....</i>	54
<b>Figura 15</b> <i>Pesado de grano limpio .....</i>	55
<b>Figura 16</b> <i>Peso de grano por planta en gramos .....</i>	61
<b>Figura 17</b> <i>Rendimiento de grano t/ha.....</i>	63
<b>Figura 18</b> <i>Altura de planta en metros.....</i>	65
<b>Figura 19</b> <i>Diámetro de tallo en cm .....</i>	67
<b>Figura 20</b> <i>Longitud de hoja en cm.....</i>	69
<b>Figura 21</b> <i>Ancho de hoja en cm .....</i>	71
<b>Figura 22</b> <i>Longitud de panoja en cm.....</i>	73
<b>Figura 23</b> <i>Ancho de panoja en cm .....</i>	75
<b>Figura 24</b> <i>Diámetro de grano en mm .....</i>	77
<b>Figura 25</b> <i>Peso de broza fina en gramos .....</i>	79

<b>Figura 26</b> Peso de tallo seco en gramos.....	81
<b>Figura 27</b> Peso de 1000 granos en gramos .....	83
<b>Figura 28</b> Homogeneidad de germinación .....	85
<b>Figura 29</b> Grado de germinación .....	85
<b>Figura 30</b> Color de los cotiledones.....	85
<b>Figura 31</b> Hábito de crecimiento .....	85
<b>Figura 32</b> Caracteres de la raíz.....	86
<b>Figura 33</b> Pubescencia del tallo .....	87
<b>Figura 34</b> Color del tallo.....	87
<b>Figura 35</b> Ramificación del tallo .....	87
<b>Figura 36</b> Tipo de panoja .....	89
<b>Figura 37</b> Forma de panoja.....	89
<b>Figura 38</b> Densidad de panoja .....	89
<b>Figura 39</b> Actitud de panoja principal .....	89
<b>Figura 40</b> Presencia de panoja axilar.....	90
<b>Figura 41</b> Color de panoja .....	90
<b>Figura 42</b> Color de grano .....	91
<b>Figura 43</b> Forma de grano .....	91
<b>Figura 44</b> Tipo de grano .....	91
<b>Figura 45</b> Pubescencia foliar .....	92
<b>Figura 46</b> Espinas en las axilas de las hojas.....	92
<b>Figura 47</b> Pigmentación de la hoja.....	93
<b>Figura 48</b> Márgenes de la hoja .....	94
<b>Figura 49</b> Forma de hoja.....	94
<b>Figura 50</b> Prominencia de venas en las hojas.....	94
<b>Figura 51</b> Pigmentación del peciolo .....	94

<b>Figura 52</b> Riego de machaco .....	152
<b>Figura 53</b> Preparación del terreno .....	153
<b>Figura 54</b> Trazado del campo experimental .....	154
<b>Figura 55</b> Siembra a chorro continuo .....	154
<b>Figura 56</b> Riego por aspersión.....	155
<b>Figura 57</b> Deshierbo .....	155
<b>Figura 58</b> Raleo .....	156
<b>Figura 59</b> Primer aporque .....	156
<b>Figura 60</b> Marcado de diez plantas individuales .....	157
<b>Figura 61</b> Segundo aporque .....	157
<b>Figura 62</b> Evaluaciones durante el experimento .....	158
<b>Figura 63</b> Cosecha de plantas individuales y parcela neta.....	158
<b>Figura 64</b> Secado de plantas individuales y parcela neta.....	159
<b>Figura 65</b> Secado de tallos .....	159
<b>Figura 66</b> Trillado, tamizado y limpieza de plantas individuales y parcela neta .....	160
<b>Figura 67</b> Embolsado y pesado de grano limpio .....	160
<b>Figura 68</b> Evaluaciones de grano .....	161
<b>Figura 69</b> Peso de 1000 granos.....	161
<b>Figura 70</b> Líneas evaluadas.....	162

## RESÚMEN

El presente trabajo de investigación titulado “RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERIZACIÓN AGROBOTÁNICA DE 10 LÍNEAS DE KIWICHA EN PROCESO DE SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y VARIEDAD CICA 2006 (*Amaranthus caudatus* L.) EN K'AYRA-CUSCO” se realizó durante la campaña agrícola 2023-2024 en el potrero Turpaysiqui del Centro Agronómico K'ayra del Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: para rendimiento de grano, el promedio general fue de 3.95 t/ha. Para las características agronómicas se obtuvieron los siguientes promedios: altura de planta 1.43 m, diámetro de tallo 2.58 cm, longitud de hoja 19.18 cm, ancho de hoja 9.71 cm, longitud de panoja 62.08 cm, ancho de panoja 13.84 cm, diámetro de grano 1.23 mm, peso de broza fina 70.41 g, peso de tallo seco 81.64 g y peso de 1000 granos 0.75 g. Para las características botánicas la mayoría presentaron grado de germinación muy lento, homogeneidad de germinación irregular, color de cotiledones pigmentado en haz y envés, hábito de crecimiento postrado, raíz pivotante poco ramificada, color de tallo amarillo, pubescencia de tallo intermedia sin ramificaciones, forma de panoja amarantiforme, tipo diferenciada y terminal con densidad intermedia, presentaron actitud de panoja erecta de color rosado sin panojas axilares, el grano fue elipsoidal u ovoide de color blanco amarillento y tipo opaco, no hubo presencia de espinas en las hojas, no se observó pubescencia foliar y las hojas presentaron márgenes y venas pigmentadas, tuvieron forma lanceolada, márgenes onduladas, venas prominentes y el peciolo de color rosado.

Palabras clave: Línea, Rendimiento, Agronómico, Botánico.

## INTRODUCCIÓN

La kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) también llamada amaranto entre otros nombres comunes, es un cultivo ancestral de gran importancia nutricional, el cual fue cultivada en los valles interandinos hace miles de años por las antiguas culturas preincas. La kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) tiene origen en los valles interandinos de América del sur y apreciada por las diversas culturas precolombinas, debido al alto valor nutritivo que poseen sus granos. Antiguamente, la cultivaron los Aztecas en el valle de México y los Inkas en Sudamérica incluyendo a Perú, Bolivia y Ecuador conjuntamente con el maíz, frijoles, papa, calabaza y quinua, tal como evidencian los restos arqueológicos encontrados. (Mujica y Chura, 2012)

La kiwicha prospera en regiones cálidos o templados y muestra una notable resistencia a condiciones climáticas adversas. Su capacidad de adaptarse con facilidad a diferentes tipos de suelos y climas la convierte en un cultivo versátil. Además, la planta es conocida por su resistencia al daño por plagas y enfermedades, lo que la convierte en una opción atractiva para agricultores preocupados por la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

En la región del Cusco, la producción de kiwicha se desarrolla en las provincias de Anta, Calca y Paucartambo; así mismo, agricultores en provincias como Paruro, Acomayo, Quispicanchis, también cultivan, aunque en menor proporción. Sin embargo, son las provincias de Calca y Anta, las cuales destacan con las mayores áreas cultivadas cada año. Así mismo, según datos del MIDAGRI, el rendimiento promedio dentro de la región Cusco es de 1.77 t/ha, valor que puede variar según la variedad, el manejo del cultivo y otros factores ambientales.

Desde el punto de vista nutricional, las semillas de kiwicha son una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales. Su composición rica en aminoácidos esenciales como la lisina la convierte en un componente valioso para una dieta equilibrada, en ese sentido, muchos investigadores indican que se debe aprovechar este tipo de cultivos por su alto contenido nutricional, entre sus características principales de este cultivo, se encuentra su alto valor

nutritivo por el contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, el cual supera a los cereales como el maíz, el arroz y trigo, también contiene calcio, fosforo, hierro y potasio.

Desde el punto de vista económico, este cultivo presenta un gran potencial en términos de rendimiento de grano y características fenotípicas y genotípicas, lo que constituye una ventaja considerable en nuestro entorno local, para la comercialización del grano en el ámbito local, regional, nacional e internacional, así de esta manera contribuir con el estudio en la obtención de mejores variedades de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) con rendimientos superiores a las variedades existentes actualmente.

Hoy en día, muchas instituciones vienen realizando investigación en el cultivo de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). Una de ellas es el Programa de Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ – UNSAAC, dentro de la línea de mejoramiento genético mediante los diversos métodos de mejoramiento genético científico utilizados universalmente, las accesiones del Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en kiwicha, es una fuente de gran valor para los trabajos de mejoramiento genético, y a partir de este material genético, en la línea de mejoramiento, uno de los objetivos es conocer el rendimiento de grano y los genotipos seleccionados, próximamente generen variedades para un determinado piso ecológico y puedan responder positivamente ante los desafíos del cambio climático que hoy en día afecta al planeta, de tal forma se pueda contribuir a la seguridad alimentaria futura y al mejoramiento genético de este cultivo.

Este proyecto tiene por objetivo comparar el rendimiento de 10 líneas de kiwicha, con el objetivo de identificar al genotipo que supere en rendimiento de grano a la variedad testigo entre las 10 líneas y cuáles son los que responden satisfactoriamente ante el efecto del cambio climático, dado que hasta el momento se desconoce el comportamiento experimental de estas líneas del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.).

El presente trabajo de investigación busca determinar a las líneas de kiwicha que tengan el mejor rendimiento. A partir de esos resultados, se llevará a cabo la selección de las líneas más

promisorios, priorizando aquellas que muestren resistencia a condiciones adversas del ambiente y que tengan rendimiento de grano superiores a las variedades existentes. Estas líneas continuaran en el proceso de selección y evaluación para convertirse en variedades que puedan ser liberadas más adelante.

El programa de investigación en Kiwicha del Centro de Investigación de Cultivos Andinos en la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (CICA-FAZ-UNSAAC) dentro de la línea de mejoramiento genético, cuenta con más de 500 genotipos en proceso de selección, de los cuales se tomaron 10 líneas y como testigo a la variedad CICA 2006 para el trabajo de investigación, debido a que no se tiene información alguna acerca del rendimiento de grano en forma experimental de las líneas, tampoco de las características agrobotánicas de dicho material genético.

El autor.

## **I PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema objeto de investigación**

En la línea de mejoramiento genético del Programa de Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ – UNSAAC es esencial llevar a cabo evaluaciones en cuanto a las características productivas y caracterización agrobotánica de 10 líneas en proceso de selección de las más de 500 genotipos constituidos por híbridos, segregantes, compuestos, poblaciones endogámicas y líneas en proceso de selección que posee el programa de investigación. Para esta investigación se tomaron 10 líneas más un testigo constituido por la variedad CICA 2006.

Este proyecto de investigación es de suma importancia, ya que permite comparar el rendimiento de grano y las características agrobotánicas de 10 líneas y 1 variedad de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra, puesto que aún no se ha realizado a la fecha las evaluaciones en los genotipos utilizados en el presente trabajo de investigación, motivo por el cual, los resultados obtenidos contribuirán en el proceso de selección de los mejores genotipos, y con los genotipos seleccionados se pueda obtener poblaciones superiores para rendimiento de grano así como determinar las características agronómicas y su fenología, de esta manera contribuir en el proceso de selección para lograr la obtención de variedades con mejor producción buscando beneficios tanto para los agricultores de la región como para los del país.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuánto será el rendimiento del grano y cuáles serán las características agrobotánicas de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en proceso de selección para rendimiento de grano y de la variedad CICA 2006 bajo condiciones de K'ayra-Cusco-Perú, campaña agrícola 2023-2024?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Cuánto será el rendimiento de grano de 10 líneas de kiwicha en proceso de selección para rendimiento de grano y de la variedad CICA 2006?
- b) ¿Cómo serán las características agronómicas de 10 líneas de kiwicha en proceso de selección para rendimiento de grano y de la variedad CICA 2006?
- c) ¿Cómo serán las características botánicas de 10 líneas de kiwicha en proceso de selección para rendimiento de grano y de la variedad CICA 2006?

## II OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1 Objetivo general

Comparar el rendimiento de grano y las características agrobotánicas de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en proceso de selección para rendimiento de grano y de la variedad CICA 2006, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra del Distrito de San Jerónimo de la Provincia y Región Cusco, campaña Agrícola 2023 – 2024.

### 2.2 Objetivos específicos

- a) Comparar el rendimiento de grano de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en proceso de selección para rendimiento de grano con el testigo constituido por la variedad CICA 2006.
- b) Comparar las características agronómicas de planta, tallo, hoja, panoja y grano de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en proceso de selección para rendimiento de grano con la variedad CICA 2006.
- c) Determinar las características botánicas de tallo, hoja, panoja y grano de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en proceso de selección para rendimiento de grano y de la variedad CICA 2006 de acuerdo al descriptor propuesto por el Programa de Investigación en Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del CICA – FAZ – UNSAAC.

## 2.3 Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica debido a que no se cuenta con información sobre el rendimiento de grano, características agrobotánicas de las 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en proceso de selección para rendimiento de grano y teniendo como testigo a la variedad CICA 2006. Además, existe una necesidad actual de desarrollar nuevas variedades con mejores características agronómicas que permitan un manejo eficiente en la agricultura moderna, los mismos que puedan contribuir al mejoramiento genético de la planta y ser capaces de hacer frente al cambio climático en la que nos encontramos, y los genotipos superiores a obtenerse tengan una producción sostenible contribuyendo de la misma manera a la preservación de la biodiversidad del cultivo. En el presente estudio el experimento realizado no generará impacto ambiental negativo, debido a que estas fueron seleccionadas individualmente del banco de germoplasma del programa de investigación en kiwicha del CICA, utilizando únicamente la variabilidad genética natural sin recurrir a los métodos de la ingeniería genética con los cuales se obtienen transgénicos.

Así mismo, es esencial comprender el rendimiento de grano de la kiwicha para identificar líneas con mayor eficiencia en comparación con variedades locales conocidas. Esto contribuiría a la creación de nuevas variedades genotípicamente superiores, que contribuyan en la obtención de variedades con altos rendimientos y calidad de grano, aptas para la agricultura a nivel regional, nacional e internacional. La información obtenida será de suma importancia, para un manejo adecuado en las diversas zonas agroecológicas, y pueda contribuir en la seguridad alimentaria de la sociedad actual, así como para las futuras generaciones.

Desde el punto de vista económico, el presente estudio proporcionará información crucial para optimizar el cultivo de kiwicha, incrementando la producción, en consecuencia, generar mayores ingresos económicos para los agricultores de la región, de este modo también, mayor número de la población podrá adquirir este grano a precios alcanzables por las grandes mayorías de la sociedad. Así mismo, los resultados del estudio contribuirán en la difusión de nuevas

variedades para el agricultor, en consecuencia, para el consumidor, generando oportunidades comerciales y fortaleciendo la cadena de valor de la kiwicha.

En el Banco de Germoplasma del Programa de Investigación en Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del CICA – FAZ – UNSAAC, se cuenta con más de 1600 accesiones y con más de 500 genotipos en proceso de selección. Estos genotipos se refrescan y evalúan cotidianamente en parcelas de observación. Con el fin de aprovechar la variabilidad natural existente, pero debido a la enorme cantidad de genotipos en proceso de selección, se tiene la programación de experimentos para rendimiento de grano en grupos que permitan evaluar eficientemente los genotipos en el Centro Agronómico K'ayra, utilizando diseños experimentales y con la información que se obtenga en la campaña agrícola, se pueda decidir qué líneas permanecerá en el proceso de selección.

Las variables cualitativas y cuantitativas de este material genético se evaluarán, desde la siembra hasta las labores de poscosecha, bajo condiciones de campo y laboratorio, En ese sentido constituyen datos de suma importancia las obtenidas sobre las líneas en estudio, los cuales serán de suma importancia para continuar con el proceso de selección, tanto para los agricultores como para la sociedad mediante la información generada.

### III HIPÓTESIS

#### 3.1 Hipótesis general

El rendimiento de grano y las características agrobotánicas de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L), en proceso de selección para rendimiento de grano serán iguales a la del testigo CICA 2006 bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra del Distrito de San Jerónimo de la Provincia y Región Cusco, campaña agrícola 2023-2024.

#### 3.2 Hipótesis específicas

- a) El rendimiento de grano de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L), en proceso de selección para rendimiento de grano serán iguales a la del testigo CICA 2006.
- b) Las características agronómicas de tallo, hoja, panoja y grano de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en proceso de selección para rendimiento de grano serán similares a la del testigo CICA 2006.
- c) Las características botánicas de tallo, hoja, panoja y grano de 10 líneas de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en proceso de selección para rendimiento de grano serán semejantes a la del testigo CICA 2006 de acuerdo al descriptor propuesto por el Programa de Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ – UNSAAC.

## IV MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes

Según los estudios realizados por Huamanchumo & Marin (2020), en su trabajo de investigación que titula “Comparativo de rendimiento de dos variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en dos densidades de siembra en Santa, Ancash” obtuvieron para la variedad Centenario con una densidad de 71.428 plantas/ha, un rendimiento de 2.5 kg/parcela y 1.56 t/ha proyectado, 953 granos por gramo, 50.6 g/planta.

Huillca (2013), en su trabajo de investigación titulado “Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de Kiwicha (*Amaranthus Caudatus* L.) en condiciones de K’ayra” llegó a obtener el rendimiento de grano para la variedad CICA 2006 (1.78 t/ha), para el compuesto 7 (1.62 t/ha), para el compuesto 4 (1.58 t/ha), para el compuesto 3 (1.56 t/ha), para el compuesto 1 (1.43 t/ha) y para la variedad Oscar Blanco (1.34 t/ha).

Por otro lado, Panihuara (2023), en su trabajo de investigación denominado “Comparativo de rendimiento de grano, características agronómicas y botánicas de 17 compuestos por color de grano de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), y variedad Oscar Blanco en el centro agronómico K’ayra” obtuvo los siguientes resultados en cuanto al: rendimiento. T1 (4.56 t/ha), T2 (3.55 t/ha), T3 (3.61 t/ha), T4 (4.05 t/ha), T5 (4.56 t/ha), T6 (3.26 t/ha), T7 (3.60 t/ha), T8 (4.30 t/ha) y T9 (3.37 t/ha), T10 (3.57 t/ha), T11 (3.21 t/ha), T12 (2.24 t/ha), T13 (4.08 t/ha), T14 (3.84 t/ha), T15 (3.77 t/ha), T16 (3.71 t/ha), T17 (3.59 t/ha), T18 (4.53 t/ha). Por tanto, el mejor rendimiento de grano lo tiene el tratamiento T1 con 4.56 t/ha, seguido por el tratamiento T5 con 4.56 t/ha. El menor rendimiento fue para el tratamiento T12 con 2.24 t/ha.

Huamanguillas (2023), en su trabajo de investigación que titula “Comparativo de rendimiento de grano de 14 líneas promisorias de grano blanco y una variedad mejorada de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en el Centro Agronómico K’ayra”, obtuvo para peso de grano por planta promedio 53.98 g, peso de grano por hectárea promedio 2.05 t/ha y peso de tallo seco por planta promedio 85.2 g. No se detectó diferencias estadísticas significativas al 95% de

confianza, entre las 14 líneas y de la variedad mejorada para peso de grano por planta, peso de grano por hectárea y peso de tallo seco por planta. Los promedios de las características morfológicas cuantitativas fueron: Altura de planta 1.5 m, número de ramas por planta 2.38, diámetro de tallo 2.53 cm, longitud máxima de hoja 14.26 cm, ancho máximo de hoja 6.61 cm, longitud de peciolo 7.27 cm, longitud de panoja 52.62 cm, diámetro de panoja 10.28 cm y diámetro de grano 1.23 mm. La línea SRK-342-4A presentó el mejor resultado para altura de planta con 1.81 m. La línea SRK-342-5B mostró el mejor diámetro de tallo con 2.88 cm. La línea SRK-329-8 presentó la mayor longitud de peciolo de hoja con 9.55 cm. La línea SRK-342-5B presentó el mejor resultado para longitud de panoja con 63.98 cm. Las 14 líneas promisorias evaluadas más la variedad CICA 2006, presentó mayormente: porte de planta erecto, ramificación muchas ramas distribuidas cerca a la base, color de tallo amarillo, color de estrías de tallo rosado, sin pubescencia en el tallo, forma de hoja lanceolada, margen de hoja ondulada, sin espinas en la axila de la hoja, sin pubescencia en la hoja, color de hoja con franja verde pálido o clorótico en verde normal, pigmentación de la margen de hoja rosado, venas de hoja prominentes, sin pigmentación de las venas, pigmentación del peciolo rosado, tipo de inflorescencia diferenciada y terminal, color de panoja rosado, tipo de panoja amarantiforme, x densidad de inflorescencia intermedia, actitud erecta, sin inflorescencia axilar, color de grano blanco amarillo, tipo de grano intermedio y forma de grano elipsoidal u ovoide.

## **4.2 Bases teóricas**

### **4.2.1 Origen**

Según Estrada (2011), la kiwicha (*Amaranthus spp*) fue cultivada y distribuida en América, África y Asia; mientras que en América del Sur se concentraron en los valles interandinos que comprenden Perú, Bolivia y el norte de Argentina.

En la región andina peruana, es conocida con diversas denominaciones dependiendo de la localidad. En Cusco se conoce como kiwicha, en Ayacucho como achita, en Áncash como

achis, coyo en Cajamarca, y en Arequipa como qamaya. En Bolivia la llaman coimi; millmi en Argentina y sangoracha en Ecuador.

También Mujica y Chura (2012), mencionan que en el Perú, la kiwicha ha sido encontrada en tumbas prehispánicas hace más de cuatro mil años, aunque es considerado como un cultivo rústico, se estima que fue totalmente domesticada hace miles de años y cultivada desde tiempos preincaicos en los Andes y Centroamérica.

Sin embargo, según Carrasco (1998), esta planta era cultivada por las poblaciones preincaicas y la cultura Inka, mucho antes de la invasión de los españoles, quienes llevaron las semillas a Europa, donde hoy es utilizada como planta ornamental. Los granos de color oscuro silvestres sufrieron una modificación, ocasionada por los antiguos agricultores, hasta llegar a un tono blanco para mejorar su sabor y calidad en el popeado.

#### **4.2.2 Importancia de la kiwicha**

De acuerdo con el estudio llevado a cabo por Sumar (1993), la kiwicha (*Amaranthus caudatus*), es un cultivo capaz de adaptarse a distintos pisos ecológicos en los Andes presentando una gran riqueza nutricional, destacando que los granos de kiwicha pueden consumirse directamente o después de procesarlos, evidenciando así que el *Amaranthus caudatus* es un alimento de calidad nutricional excepcional.

De lo expuesto por Sumar (1993), podemos decir que es fundamental estudiar y conocer la variabilidad genética de este cultivo, puesto que podría solucionar diversos problemas de desnutrición presentes en nuestro país y desempeñar un papel importante en la alimentación y seguridad nutricional en nuestra región.

Así mismo, Mujica y Chura (2012), explican que este cultivo se conduce principalmente en los valles interandinos de la región andina y en áreas pequeñas, a veces asociado con el maíz o formando límites frente a otros cultivos. En la costa peruana, su cultivo ha experimentado un aumento, adoptando prácticas avanzadas y tecnológicas como riego por aspersión y fertilización

intensiva, especialmente dirigida a la agroindustria y la exportación. También se han desarrollado variedades de alto rendimiento, se aplican técnicas de cultivo modernas y se ha progresado significativamente en la transformación y la agroindustria de este grano, principalmente impulsado por el sector privado, generando una variedad de productos con presentación y características diferenciadas.

#### 4.2.3 Clasificación taxonómica

Según APG IV (2016) citado por Álvarez y Céspedes (2017), la clasificación taxonómica de la kiwicha es de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Rosopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophylliae
Familia	Amaranthaceae
Subfamilia	Amaranthoideae
Genero	Amaranthus
Especie	<i>Amaranthus caudatus L.</i>

Nombres comunes en:

Perú: Kiwicha, Achis, Coyo, Achita, Qomaya y Bledo

Bolivia: Coimi, Millmi, Inca pachaqui o grano inca

Ecuador: Sangorache, Ataco, Quinoa de castilla

México: Alegría y Huanthi

India: Reigira, Ramdana, Eeera

#### **4.2.4 Producción y rendimiento**

##### **4.2.4.1 Rendimiento**

De acuerdo con Early (1996), los rendimientos pueden variar dependiendo de la forma en que se cultive, siendo más comunes los rendimientos que oscilan entre 1800 y 3000 kg/ha, aunque también es posible obtener desde 500 hasta 5540 kg/ha.

Según el estudio realizado por Huillca (2013), quien llevo a cabo la evaluación comparativa de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*), a 3570 m. de altitud, donde logro obtener un rendimiento de grano de 1.78 t/ha con la variedad CICA 2006, superando a los cinco compuestos con los que realizo la investigación.

##### **4.2.4.2 Componentes de rendimiento**

Zevallos (1999), explica que los componentes de rendimiento están referidos a los diversos caracteres ambientales de la planta que afectan directa o indirectamente la expresión del rendimiento que cumplen funciones biológicas, como la producción de grano. En ese sentido, no todos los componentes influyen de manera similar; algunos se destacan como primarios o secundarios según su efecto en comparación con otros y afectan directamente al rendimiento de este cultivo.

Los componentes que mencionó Zevallos (1999), fueron:

- Los componentes primarios comprenden: la longitud de panoja, peso de 1000 semillas, altura de planta durante la etapa de floración y diámetro del tallo al llegar a la madurez fisiológica.
- Los componentes secundarios incluyen aspectos como: los días de floración, peso seco de planta al alcanzar la madurez fisiológica, área foliar de la hoja media del tercio superior y los días requeridos para alcanzar la madurez fisiológica.

##### **4.2.4.3 Producción y rendimiento nacional**

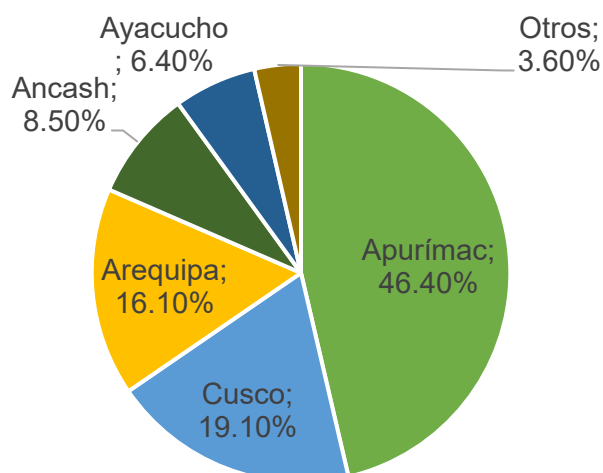
Según MINAGRI-DGESEP-SIEA (2018), el amaranto es uno de los cuatro cultivos andinos destacados en la producción peruana, principalmente en Cusco, Apurímac y Ancash.

Entre el 2000 y el 2005, la producción experimentó variaciones notables, alcanzando 2.7 miles de toneladas en el año 2000 y registrando su nivel más bajo en 2005 con 1,4 miles de toneladas. Posteriormente, la producción experimentó variaciones irregulares hasta alcanzar su punto máximo en 2015 con 4,8 miles de toneladas. Sin embargo, en los años siguientes la producción descendió a 2,7 miles de toneladas en 2017, explicado por la volatilidad en la superficie cosechada.

En la región del Cusco de acuerdo con la investigación de Estrada (2011), desde hace muchos años la producción de kiwicha se desarrolla de manera constante en las provincias de Anta, Calca y Paucartambo; así mismo, agricultores en provincias como Paruro, Acomayo, Quispicanchis, también cultivan, aunque en menor proporción. Sin embargo, cabe destacar que en las provincias de Calca y Anta se producen las mayores áreas cultivadas cada año.

**Figura 1**

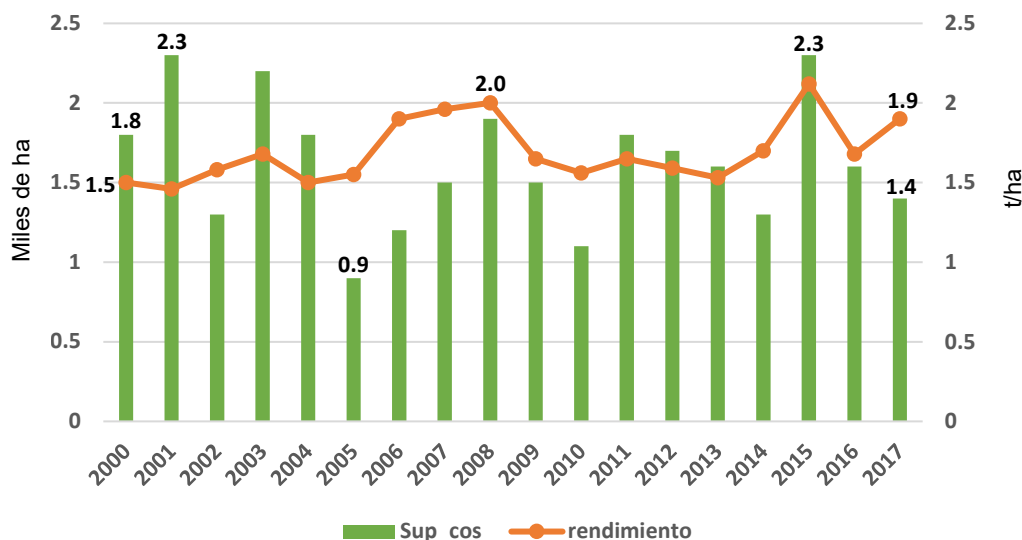
*Perú: Principales zonas productoras de kiwicha*



*Fuente: Perú: Principales zonas productoras de kiwicha (2017=2,7 mil t) MINAGRI-DGESEP-SIEA, 2018.*

**Figura 2**

*Perú: Superficie cosechada y rendimiento de kiwicha, 2000-17*



*Fuente: Perú: Principales zonas productoras de kiwicha (2017=2,7 mil t) MINAGRI-DGESEP-SIEA, 2018.*

Así mismo, Huilca (2013), en su trabajo de investigación titulado “Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de Kiwicha (*Amaranthus Caudatus L.*) en condiciones de K'ayra” menciona que el rendimiento de la variedad CICA 2006 alcanzó 1.78 t/ha.

## 4.2.5 Aspectos relacionados al mejoramiento genético de plantas

### 4.2.5.1 Mejoramiento genético

Poehlman (1995), sostiene que el mejoramiento de las especies, implica destreza artística y conocimiento científico para transformar y mejorar la herencia de las plantas. Este proceso comenzó cuando el hombre tuvo la capacidad de seleccionar las mejores plantas; convirtiendo la selección en el primer método de mejoramiento de las cosechas. El mejoramiento de las plantas, depende de la capacidad y habilidad del fitomejorador para identificar en las mismas, diferencias significativas de importancia económica, cruciales para satisfacer la demanda de los agricultores, industriales comerciantes, y consumidores en general y que además tengan

características de precocidad, alto rendimiento, calidad culinaria y resistencia a los principales factores bióticos y abióticos que afectan al cultivo.

También Sumar (1993), sostiene que el mejoramiento genético está relacionado directamente con genotipos de características deseables, siendo posible alcanzarlo mediante distintos métodos, entre los cuales destacan las características hereditarias, la hibridación y la selección.

#### **4.2.5.2 Objetivos del mejoramiento genético**

Para Poehlman y Allen (2003), el objetivo del fitomejoramiento es alterar la herencia de las plantas para obtener mejores rendimientos, que puedan manifestarse de diversas maneras, como en semillas, forrajes, fibras, frutos, tubérculos, flores u otros órganos que tengan un mayor rendimiento y una calidad superior en la cosecha; tanto si se está desarrollando un cultivar como si se busca un progenitor para un híbrido, el fitomejorador aspira a crear nuevos genotipos mejorados, con una o varias características clave como rendimiento, resistencia al acame y al desgrane, resistencia al invierno, resistencia al calor y a la sequía, estrés de suelo, resistencia a plagas y enfermedades y calidad del producto.

De acuerdo con Álvarez & Céspedes (2017), ambos autores mencionan en su investigación que el objetivo principal de la mayoría de fitomejoradores es incrementar el rendimiento en distintos cultivos. Si bien es cierto se ha logrado en algunos casos, no ha sido a través de mejoras específicas, como resistencia a plagas y enfermedades, sino más bien mediante la obtención de variedades más productivas debido a la fisiología eficiente de los genotipos.

#### **4.2.6 Métodos de mejoramiento en plantas cultivadas**

Considerando a Álvarez & Céspedes (2017), el mejoramiento genético es un medio por el cual las plantas experimentan cambios hacia formas más desarrolladas, brindando al agricultor una herramienta que le permite aumentar la producción y productividad en diversos cultivos. En este proceso de modificación, la selección se destaca como el método principal, favoreciendo

fenotipos o individuos deseables en la producción. Según destacan, son dos atributos fundamentales de la selección para entender los avances en el mejoramiento de plantas; la selección actúa exclusivamente sobre diferencias heredables y no genera nueva variabilidad, sino que opera únicamente sobre la ya existente.

También Álvarez & Céspedes (2017), manifiestan que los métodos de mejora genética en plantas cultivadas, dependen principalmente de los objetivos y problemas a tratar, así como de la forma de reproducción, el cual puede ser sexual o asexual. En el caso de reproducción sexual, se debe tener en cuenta si son autógamas o alógamas.

#### **4.2.6.1 Selección**

Según menciona Chávez (1993), la selección constituye uno de los métodos de mejoramiento genético más antiguos, cuando el hombre recién empezaba a cultivar plantas. Este proceso, ya sea natural o artificial, implica el aislamiento de plantas individuales o grupos dentro de poblaciones mezcladas, en el cual la velocidad de reproducción, ya sea por la naturaleza o por la intervención humana, favorece a los individuos de mayor calidad.

Así mismo, menciona que este método tiene por finalidad elegir los mejores individuos para posteriormente utilizarlos como progenitores en la siguiente generación, alterando así la frecuencia génica de la población original.

#### **4.2.6.2 Métodos de selección**

Según la FAO (1997), en plantas amarantáceas, los métodos de selección dependen del tipo de polinización y de las características de la flor. En la mayoría de cultivos, la polinización cruzada puede alcanzar un 10%, dependiendo del factor ambiental y principalmente de cultivares y especies. En general los agricultores no programan ni distancian sus siembras, lo que resulta a una libre polinización y autofecundación; por el contrario, en siembras más sofisticadas se aíslan para obtener semilleros más puros, eliminando plantas silvestres conocidas como “hat’aqos” y plantas atípicas antes de la floración. Esto para evitar la contaminación de polen y presencia de semillas oscuras que afectan la calidad y precio del producto en el mercado.

Los fitomejoradores de kiwicha en la región andina y en diversas latitudes se enfocan en la selección individual, la selección masal y más recientemente, la hibridación como métodos de mejoramiento.

#### **4.2.6.2.1 Selección individual**

Conforme a la FAO (1997), este método permite aprovechar la amplia variabilidad del amaranto sembrado en las parcelas de agricultores andinos o en las colecciones de germoplasma existentes, esto implica seleccionar y aislar individuos destacados para su evaluación en generaciones futuras. Dado que, en muchos casos, se siembran mezclas de formas, ecotipos o variedades de amaranto en las parcelas de agricultores, esta práctica facilita la selección, aunque cultivares genotípicamente similares puedan variar en aspectos como tamaño del grano, precocidad, altura de la planta y forma de la panoja. Además, se requiere, previamente establecer los caracteres a mejorar, para así lograr eficacia con este método.

También Espitia (1986), nos sugiere que, para mejorar el amaranto, se debe buscar resultados positivos de las metodologías convencionales de mejoramiento, identificando y estudiando los componentes clave de rendimiento, los cuales se enfocan en caracteres de panoja y planta con mayor heredabilidad que el rendimiento, Estos caracteres están correlacionados entre sí y por lo cual, se proponen índices de selección que superen en eficiencia al método de seleccionar únicamente por rendimiento de semilla.

De acuerdo con Álvarez & Céspedes (2017), proponen un enfoque de selección individual basado en tres fases, donde la primera fase implica realizar numerosas selecciones en base al fenotipo en la población original genéticamente variable. Destacan la gran importancia de estas selecciones, por lo general en toda la diversidad genética entre líneas distintas y poca dentro de las líneas, por lo tanto, realizar selecciones dentro de las líneas no es necesario, y si no se logran formas favorables en las selecciones originales, es improbable obtenerlos en trabajos de investigación posteriores.

En la segunda fase, se lleva a cabo el cultivo de las líneas resultantes de las selecciones individuales de plantas, a fin de realizar una observación de sus descendencias, esta evaluación visual puede prolongarse muchos años e implica eliminar inmediatamente las plantas con defectos evidentes. Por ello, a menudo se realizan inoculaciones artificiales de enfermedades para eliminar las formas no deseadas.

La última fase, inicia cuando el mejorador ya no puede tomar decisiones basándose solo en su observación, sino que también tiene que realizar experimentos utilizando diseños experimentales que le permitan comparar dichas selecciones entre sí y con variedades comerciales conocidas por su rendimiento y otros caracteres. Por consiguiente, el tiempo necesario que se necesita para la evaluación depende de las circunstancias, pero generalmente comprende por lo menos de cinco años consecutivos y en todas las localidades donde las condiciones climáticas son aptas para el crecimiento del cultivo.

#### **4.2.6.2.2 Selección masal**

De acuerdo con la FAO (1997), los propios agricultores andinos han empleado este método para purificar ecotipos locales o variedades. Esto implica la eliminación de genotipos no deseados, con algunas modificaciones como estratificación y competencia completa.

También indica que dentro del método de selección masal, se prefiere plantas individuales, las cuales se cosechan y posteriormente se agrupa toda la semilla para la siguiente generación. Esta selección se basa únicamente en el progenitor femenino, y no se controla la polinización, siendo un apareamiento al azar con selección. A pesar de ello, el objetivo de la selección masal es el incremento de la proporción de genotipos superiores en la población. De esta manera la selección masal ha demostrado ser efectiva para aumentar las frecuencias génicas en caracteres fácilmente observables o medibles. Sin embargo; no ha sido efectiva en la modificación de caracteres más complejos, como el rendimiento, que es controlado por diversos genes y difíciles de evaluar precisamente a partir de plantas individuales. Además, este

método de mejoramiento es prácticamente incapaz de alterar el rendimiento para variedades locales.

#### **4.2.6.3 Hibridación**

Borém *et al.* (2008), describen a la hibridación de plantas como un método en el cual se unen gametos diferentes, tanto genética como parentalmente, con el propósito de obtener descendencia con individuos híbridos heterocigotos para uno o más loci.

También mencionan que, en el caso de especies autóгамas, el procedimiento se realiza de manera artificial, siendo necesaria la eliminación de los órganos reproductores femeninos antes de la liberación del polen. Posteriormente, se recolecta el polen del progenitor masculino para luego ser aplicarlo sobre el estigma de la flor previamente desprovista de esos órganos. Este proceso varía según las especies.

Sin embargo, Acquah (2007), la define como el proceso en el cual el polen proveniente de una antera de una flor se transfiere hacia el estigma de la flor de otra planta, con el propósito de transferir genes hacia la descendencia (híbrido) que muestren un genotipo parental mixto.

### **4.2.7 Plantas autóгамas, alógamas y mixtas**

#### **4.2.7.1 Plantas autóгамas**

De acuerdo con Chávez (1993), las plantas autóгамas se caracterizan por su capacidad de reproducirse por autofecundación, donde los gametos que generan el cigoto provienen de la misma planta. Estas poblaciones de plantas autóгамas consisten típicamente en una mezcla de líneas homocigotas. Así mismo, la tasa de polinización cruzada natural en estas especies autóгамas fluctúa entre 0 y 5%.

En su investigación, Álvarez & Céspedes (2017), afirman que en poblaciones autóгамas, los individuos son homocigotos, y las poblaciones pueden ser homogéneas o heterogéneas; sin embargo si estas previamente han experimentado selección, tienden a ser homogéneas, lo que resulta en una baja variabilidad genética. La endocria en poblaciones autóгамas no produce

efectos, pero si se utiliza la hibridación puede dar lugar a la heterosis, y en generaciones futuras, se observa un aumento en la variabilidad genética y en la homocigosis.

#### **4.2.7.2 Plantas alógamas**

Según Chávez (1993), este grupo de plantas son las que se obtienen a través de la polinización cruzada, en el cual los gametos que se unen para crear el cigoto provienen de plantas diferentes. En poblaciones alógamas, los individuos son heterocigotas y la población suele ser altamente heterogénea, caracterizada por una variabilidad genética generalmente elevada.

#### **4.2.7.3 Plantas mixtas**

Como afirma Chávez (1993), este grupo de plantas engloba aquellas que experimentan tanto polinización cruzada como autopolinización en diversos niveles, algunos ejemplos incluyen al algodón con un rango entre 5-25% de polinización cruzada y el sorgo que presenta un 5% de polinización cruzada.

### **4.2.8 Descripción botánica de la kiwicha**

De acuerdo con las observaciones de Sumar (1993), describe a la planta de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) como una planta anual robusta y resistente, que se desarrolla bien en suelos fértiles, alcanzando una altura de 2.60 m. Su ciclo vegetativo es variable y está influenciado por la variedad y el lugar de siembra, generalmente entre 120 y 140 días. Esta planta típicamente presenta un solo eje central, aunque algunas formas pueden tener ramificaciones desde la base y a lo largo del tallo.

Del mismo modo, Mujica y Chura (2012), afirman que es una planta de 2-2.5 metros de altura, con tallo poco ramificado y hojas alternas de color verde o morado. Su inflorescencia puede ser terminal, erecta o colgante, con flores pequeñas que varían del anaranjado al morado y semillas de diferentes colores dependiendo la variedad. Se trata de una planta anual, herbácea

o arbustiva de diversos colores que van de verde al morado con gamas intermedias, además su periodo vegetativo es de 125-160 días.

#### **4.2.8.1 Raíz**

Mujica *et al.* (1997), en sus investigaciones mencionan que la raíz principal es de tipo pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, las cuales se extienden de manera rápida, una vez que el tallo comienza a ramificarse, facilitando así la absorción de agua y nutrientes.

#### **4.2.8.2 Tallo**

De igual forma Mujica *et al.* (1997), llegaron a describir el tallo de forma cilíndrica y angulosa con notables estrías gruesas longitudinales que genera una apariencia acanalada. Su longitud puede variar de 0.4 a 3 m y su grosor disminuye desde la base hasta el ápice. El tallo presenta coloraciones que por lo general coinciden con el color de las hojas, aunque en ocasiones se puede observar estrías de diferentes colores, así mismo presentan ramificaciones que a menudo inician de la base o a media altura, originándose en las axilas de las hojas, el número de ramificaciones depende de la densidad de población en que se cultiva.

#### **4.2.8.3 Hojas**

Según el estudio realizado por Sumar (1993), las hojas pueden ser lisas, con baja pubescencia o sin ella, y presentan nervaduras claramente visibles en el envés. La lámina muestra una diversidad de colores que van desde el verde hasta el rojo encarnado. Son hojas simples, enteras y alternas, con peciolo largos. En el envés de la hoja, las venas son prominentes y, a veces, pigmentadas. La forma de las hojas puede ser lanceolada, elíptica, ovoide, ovotainada o romboidal, y su longitud varía entre 6.5 cm y 14 cm. Respecto a la coloración del haz es variable según la variedad y el ecotipo.

#### **4.2.8.4 Inflorescencia**

La inflorescencia según Mujica *et al.* (1997), se presenta en forma de panojas amarantiformes, intermedias o glomeruladas, destacando por su vistosidad y pudiendo ser tanto

terminales como axilares. Estas inflorescencias presentan una gama de colores que incluye amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado y púrpura. Pueden ser decumbentes, erectas o semierectas, y llegan a alcanzar hasta 90 cm de longitud, con densidades variables, ya sea densas o laxas. La inflorescencia, también llamada panoja, está compuesta por grupos de flores denominados glomérulos, que a su vez llevan grupos de flores llamados dicasios. Estas panojas se encuentran en la parte terminal de los tallos primarios, secundarios y en algunas ocasiones en las axilas de las hojas. En el caso de las panojas glomeruladas, los glomérulos se insertan directamente en el raquis principal mediante ejes glomerulares. En las panojas amarantiformes, en cambio, los glomérulos se insertan directamente a lo largo del raquis principal.

El tipo de inflorescencia se clasifica en:

Erecta: La inflorescencia sigue la misma dirección que el tallo, y queda perpendicular al suelo.

Semierectas: Existe un ligero cambio direccional de la panoja, respecto a la dirección seguida por el tallo.

Decumbente: Se produce un cambio total de dirección en la inflorescencia respecto a la dirección del tallo, dando lugar a que la panoja se cuelga.

#### **4.2.8.5 Fruto**

Según la descripción de Sánchez (1980), el fruto es una pequeña cápsula que, desde el punto de vista botánico, se clasifica como un pixidio unilocular, el cual, al momento de la madurez, se abre transversalmente, dejando la parte superior denominada opérculo y exponiendo la parte inferior conocida como urna, que alberga la semilla. Debido a su naturaleza dehiscente, la semilla cae fácilmente y se le conoce también como aquenio.

#### **4.2.8.6 Semilla**

Conforme mencionan Mujica *et al.* (1997), la semilla es lisa y brillante de 1 a 1.5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de un color blanco, aunque existen de colores dorados, amarillentos, rojos, rosados, negros y púrpuras; por otra parte, el número de semilla varía de

1000 a 3000 por gramo, pero las especies silvestres muestran granos de color negro con episperma muy duro y resistente.

#### **4.2.9 Requisitos edafoclimáticos**

Sumar (1993), manifiesta que la kiwicha requiere un clima que oscile entre cálido y relativamente cálido, así como cantidades apropiadas de agua.

##### **4.2.9.1 Altitud**

Según lo investigado por Sumar (1993), los resultados más destacados en el cultivo de kiwicha se han alcanzado en el valle interandino de Calca-Urubamba, ubicado en el departamento de Cusco, a altitudes que varían entre 2800 y 3000 metros.

##### **4.2.9.2 Temperatura**

De acuerdo con Sumar (1993), la temperatura del suelo ideal para la germinación oscila entre 17 y 19°C; durante la etapa de crecimiento, así mismo, la temperatura óptima diurna se sitúa entre 18 y 20°C, en tanto que temperaturas por debajo de 18°C serían perjudiciales para el desarrollo adecuado de la planta.

##### **4.2.9.3 Precipitación**

También Sumar (1993), menciona que la cantidad de lluvia varía significativamente dependiendo del tipo de suelo, la temperatura atmosférica y la precocidad de la planta (450 mm para variedades precoces). Así, la precipitación mínima es de 300 mm, la óptima es de 750 mm y la máxima es de 1100 mm.

##### **4.2.9.4 Fotoperiodo**

Para Sumar (1993), la kiwicha, es una especie con preferencia por zonas con días cortos, normalmente floreciendo y fructificando cuando la duración del día oscila entre 10 y 11 horas.

#### **4.2.9.5 Suministro de agua**

De acuerdo con el estudio de Sumar (1993), los agricultores describen el cultivo como tolerante a la sequía, en comparación con el maíz; Sin embargo, en la etapa de siembra demanda bastante humedad; pero posteriormente requiere pocos riegos. La cantidad específica de agua requerida para el desarrollo del cultivo es crucial en regiones áridas y esta cantidad varía dependiendo de un ambiente a otro.

#### **4.2.9.6 Suelo**

Teniendo en cuenta a Sumar (1993), para garantizar el crecimiento óptimo de la kiwicha, el suelo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe tener una estructura adecuada que facilite el drenaje.
- Debe contar con una presencia equilibrada de macronutrientes y micronutrientes.
- Se requiere un suministro adecuado de agua.

Sumar (1993), también menciona que la kiwicha crece de manera satisfactoria en suelos con un amplio rango de pH, alcanzando los mejores resultados en un intervalo que oscila entre 6.20 a 7.80.

#### **4.2.10 Manejo agronómico del cultivo**

##### **4.2.10.1 Preparación del suelo**

Según Estrada (2011), para una siembra eficiente de kiwicha, dado el diminuto tamaño de las semillas, se debe procurar que los suelos estén bien mullidos. Sin embargo, en áreas con abundante maleza, se sugiere regar ocho a diez días antes de preparar el terreno para la germinación y emergencia de las malezas que luego serán eliminadas con una rastra antes de la siembra.

Después de realizar un arado profundo a una profundidad de 30 a 40 cm, es crucial pasar la rastra de 1 a 2 veces para obtener una capa de suelo mullido y nivelar la superficie.

Finalmente, se procede a realizar surcos a una distancia de 80 cm entre ellos, preparando así el terreno para la siembra y garantizando una emergencia uniforme de la semilla.

#### **4.2.10.2 Épocas de siembra**

De acuerdo con la investigación de Sumar (1993), se puede cultivar la kiwicha mediante siembra directa o mediante un sistema de trasplante. Se recomienda realizar la siembra a los quince días de setiembre u octubre en todos los valles interandinos situados entre 2600 y 3000 m.s.n.m. En nuestro país, la temporada de siembra debe coincidir con el inicio de la primavera y se puede extender a lo mucho hasta fines de diciembre.

#### **4.2.10.3 Profundidad de siembra**

Según la recomendación de Estrada (2011), se debe tapar las semillas en los surcos húmedos deslizando una rama arbustiva, similar a una escoba, a lo largo del fondo del surco para cubrir de tierra entre 0,5 a 1,5 cm de profundidad.

#### **4.2.10.4 Deshierbo**

Para Estrada (2011), el deshierbo es esencial en el cultivo de Kiwicha, ya que esta planta es vulnerable a la competencia por recursos como agua, luz y espacio en sus primeras etapas. Por ello, aconseja eliminar las malezas cuando las plántulas alcancen una altura de 10 a 15 cm y asegurar un desarrollo óptimo del cultivo.

#### **4.2.10.5 Raleo**

En su investigación, Estrada (2011), recomienda retirar las plantas débiles y pequeñas, conservando las más vigorosas a una densidad entre 15 a 25 plantas por metro lineal para facilitar un crecimiento y desarrollo óptimos. Esta práctica ayuda a evitar la competencia por nutrientes, permite el control de plagas y enfermedades, garantizando una excelente producción.

#### **4.2.10.6 Aporque**

También Estrada (2011), afirma que esta labor se realiza para prevenir que las plantas se inclinen o vuelquen, facilitando así un crecimiento radicular adecuado. Este procedimiento se lleva a cabo cuando las plantas han alcanzado una altura de 25 a 30 cm, aproximadamente 80 a 100 días después de la siembra.

#### **4.2.10.7 Cosecha**

Para la cosecha, Estrada (2011), recomienda llevar a cabo una vez que las plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica, generalmente entre 5 y 7 meses después de la siembra, variando según los cultivares y la ubicación.

También divide la cosecha en cinco fases: el corte o siega, formación de parvas, trilla o azotado, limpieza o venteo y secado y almacenamiento.

#### **4.2.11 Composición nutricional**

De acuerdo con Estrada (2011), los granos destacan por su elevado contenido nutricional, caracterizándose por tener proteínas de alta calidad, que oscilan entre 14 y 22%. Asimismo, son ricos en aminoácidos esenciales como: lisina, metionina y treonina, los cuales presentan una riqueza de vitaminas A, B2 y E, así como minerales como son el calcio, hierro, cobre y zinc.

Sin embargo, para Mujica y Chura (2012), el grano presenta un valor nutritivo elevado, con un contenido proteico que alcanza entre el 12 y el 16 por ciento, mostrando un equilibrio óptimo de aminoácidos, incluyendo una proporción favorable de los que contienen azufre, como la lisina, metionina y cistina. En términos de valor energético, el amaranto supera a los cereales.

**Tabla 1**

*Composición grano de kiwicha (100 g)*

Componentes	Unidad	Contenido
Energía	kcal	377.0
Agua	g	12.0
Proteína	g	13.5
Grasa	g	7.1
Carbohidratos	g	64.5
Fibra	g	2.5
Ceniza	g	2.4
Calcio	mg	236.0
Fósforo	mg	453.0
Hierro	mg	7.5
Tiamina	mg	0.3
Riboflavina	mg	0.0
Niacina	mg	0.4
Acido Ascórbico	mg	1.3

*Fuente:* Collazos *et al.* (1996). Tablas peruanas de composición de alimentos.

#### **4.2.12 Plagas**

##### **4.2.12.1 Diabrotica (*Diabrotica spp*)**

Según Sumar (1993), el principal daño que ocasiona este escarabajo se observa durante la germinación y las primeras semanas de crecimiento. Este insecto, de tonalidad verde con manchas amarillas circulares, se nutre principalmente de las hojas tiernas, causando perforaciones irregulares, pero una vez que la planta está plenamente desarrollada, no representa amenaza.

##### **4.2.12.2 Insectos cortadores de plantas tiernas**

Estrada (2011), menciona que son insectos que consumen las hojas y cortan los tallos en las primeras fases de crecimiento, representan una amenaza para las plantas tiernas. Este grupo de plagas cortan las plántulas a la altura del cuello, afectando severamente en temporada de sequía. Estas especies incluyen *Agrotis*, *Feltia*, *Peridroma* y *Copitarsia*, y esta última es la que más se presenta en la sierra peruana.

#### **4.2.12.3 Insectos cortadores de hojas e inflorescencia**

De acuerdo con Estrada (2011), este grupo de insectos incluye polillas y Karhua, los cuales representan plagas significativas en la región andina, afectando los rendimientos y la calidad del grano destinado al mercado, entre ellas destacan *Eurysacca melanocampta*, *Epicauta pennsylvanica* y *Epicauta willei*.

#### **4.2.13 Enfermedades**

##### **4.2.13.1 Micoplasma**

Estrada (2011), de acuerdo a su estudio menciona que este tipo de virus produce un alto porcentaje de plantas incapaces de reproducirse, ya que sus órganos florales se convierten en brácteas de color verde sin presencia de anteras ni óvulos. Posteriormente, estas brácteas se transforman en hojas, y el utrículo se alarga formando una cápsula. En este proceso, el grano es reabsorbido. Para su control, se recomienda eliminar las plantas afectadas, utilizar semillas sanas de semilleros confiables y practicar la rotación de cultivos, evitando preferentemente siembras de monocultivo.

##### **4.2.13.2 Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Según García (1998), la Esclerotinia representa una amenaza significativa para el cultivo de amaranto, debido a su alta susceptibilidad. Esta enfermedad, causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, se manifiesta con la decoloración inicial de las hojas, seguida de la pudrición del tallo y, finalmente, el marchitamiento de la planta. Si las condiciones son favorables, el micelio se propaga con mucha rapidez. Los síntomas de la enfermedad es que puede ocasionar lesiones marrones en la panoja, resultando en la caída prematura de los granos y, en algunos casos, la planta afectada no logra desarrollar granos.

##### **4.2.13.3 Alternaria (*Alternaria spp*)**

De acuerdo con las investigaciones de Estrada (2011), este problema genera lesiones necróticas con anillos concéntricos y un halo amarillento en las hojas. Esto resulta en una reducción del vigor de las plantas. En algunas ocasiones, el ataque puede extenderse hasta las

inflorescencias, y en fases más avanzadas, se manifiestan manchas negras en las hojas. En las primeras etapas de la enfermedad, se evidencia clorosis en las hojas y manchas violáceas concéntricas en los tallos.

### **4.3 Definición de términos**

#### **4.3.1 Rendimiento**

Teniendo en cuenta a Robles (1995), nos dice que, dentro del ámbito de la Agronomía, se describe como la cantidad de producto cosechado en una superficie determinada expresada en toneladas por hectárea (t/ha)

#### **4.3.2 Evaluación**

Álvarez & Céspedes (2017), indican que la evaluación consiste en tomar datos de las variables cuantitativas de un individuo u objeto, las cuales, para su interpretación, requieren del concurso del análisis de varianza y sus correspondientes pruebas estadísticas a un determinado nivel de confianza.

Mientras que la evaluación agronómica consiste en tomar datos de aquellas variables cuantitativas de interés agronómico como raíz, tallo, hoja, inflorescencia, grano u otros órganos como tubérculos de acuerdo al cultivo.

#### **4.3.3 Características agronómicas**

De acuerdo con Álvarez & Céspedes (2017), las características agronómicas son aquellas variables cuantitativas, las cuales se obtienen tomando datos de un individuo u objeto, estas variables están relacionados con el manejo agronómico que se da a un determinado cultivo. Así mismo, para su interpretación, requieren del concurso del análisis de varianza.

#### **4.3.4 Descriptor**

##### **4.3.4.1 Descriptores**

Al día de hoy no existe un descriptor específico para el cultivo de kiwicha, por este motivo se utiliza como referencia al descriptor utilizado para el cultivo de Quinoa propuesto por la FAO (1997), a partir de estos datos encontrados, los investigadores y curadores del Programa de

Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ – UNSAAC han propuesto un descriptor para el cultivo de *Amaranthus spp.* La lista de variables para la documentación de recursos genéticos usadas es la siguiente:

- Datos de colección: Brindan una información básica, en el cual incluye un registro para para el banco de germoplasma.
- Datos de entrada al Banco de Germoplasma: Son datos registrados por el "curador" o persona encargada del Banco de Germoplasma.
- Caracterización: Registro de datos sobre caracteres altamente heredables y fácilmente identificados por el fitomejorador o evaluador, que además son capaces de manifestarse en diferentes ambientes.
- Evaluación preliminar: Registro de características cuantitativas deseables según el consenso de los usuarios del cultivo. La caracterización y evaluación preliminar es responsabilidad de los curadores, mientras que una evaluación más detallada, requiere de diseños experimentales, las cuales se llevaran a cabo por los fitomejoradores y otros usuarios del material. Los datos obtenidos de evaluaciones futuras, estarán disponibles para los curadores, quienes se encargarán de mantener actualizado dicha información en sus registros
- Resistencia a estrés ambiental: Diversos descriptores contemplan variables continuas y lo registran en una escala de 0 a 9. En ese sentido, los autores de estos datos o listas tienen que describir con frecuencia sólo una selección de estos estados; por ejemplo, la pubescencia de las hojas podría ser codificado como: 0 (nula), 1 (extremadamente baja) o 5 (intermedia).

Conforme al tratado internacional de la FAO (2009), sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, cada país se compromete a fomentar la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos destinados para la alimentación. En ese sentido, el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) impulsa la evaluación, el mejoramiento

genético y la multiplicación de semillas de los principales cultivos andinos como parte de sus esfuerzos para preservar la biodiversidad.

#### **4.3.4.2 Caracterización**

Según la descripción propuesta por Mujica & Chura (2012), la caracterización implica el registro de caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente identificados por el fitotecnista o evaluador, y que poseen la capacidad de manifestarse en diversas condiciones ambientales.

#### **4.3.4.3 Caracterización botánica**

De acuerdo con Álvarez & Céspedes (2017), la caracterización botánica es la descripción de las variables cualitativas de un individuo o de individuos tomados al azar dentro de una población de plantas cultivadas, en un lugar determinado de una comunidad, distrito o región del país o de cualquier otro lugar de la tierra donde se cultive la especie cultivada, para lo cual se utilizan los descriptores correspondientes.

#### **4.3.4.4 Características botánicas**

Desde el punto de vista de Álvarez & Céspedes (2017), las características botánicas son aquellas variables cualitativas, las cuales se refieren a los aspectos morfológicos y fisiológicos de un individuo u objeto, que son importantes para su identificación y clasificación. Esto puede incluir la forma, color, tipo, etc. de las hojas, inflorescencias, tallo, fruto, entre otros.

#### **4.3.5 Testigo**

Ivans (1999), menciona que el testigo es el tratamiento de comparación adicional, que siempre debe estar presente en un experimento. La elección del tratamiento testigo es de suma importancia en todo tipo de investigación, este se constituye como referencial del experimento y su objetivo es comparar los tratamientos en prueba.

#### **4.3.6 Variedad**

Álvarez & Céspedes (2017), la definen como la población de plantas de una misma especie que tienen una constitución genética común y homogeneidad citológica, morfológica,

fisiológica y otros caracteres comunes, las cuales se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. Además, el termino es sinónimo de cultivar.

Según Camarena *et al.* (2008), una variedad son aquellas plantas que presentan características singulares, uniformes y estables. Cada variedad debe tener una identidad particular que la distinga, y, además, el término "cultivar" se utiliza como sinónimo de "variedad", surgido de la combinación de las palabras inglesas "cultivated variety" que significa variedad cultivada.

#### **4.3.7 Línea**

Para Henríquez (2002), la "línea" se define como la secuencia de grados de parentesco que abarca individuos, ascendencia y descendencia de individuos.

Riquelme (1998) cita a Poehlman (1987), donde hace referencia que cada línea nueva debe ser evaluada en el campo a través de ensayos de rendimientos. Por lo general se considera las líneas que presenten un desempeño sobresaliente (variedades comerciales) en diferentes condiciones de suelo y clima donde se pueda cultivar la variedad, antes de multiplicar la línea y distribuirla como una nueva variedad.

De acuerdo con la investigación de Barioglio (2016), una línea está conformada por individuos obtenidos de un solo grano que muestran variabilidad genética, resultado de la reproducción sexual, estos individuos comparten una o más características iguales, que posteriormente son sometidos a una etapa de selección con el objetivo de alcanzar homogeneidad entre ellos, garantizando de esa manera que los descendientes sean iguales entre sí.

#### **4.3.8 Líneas puras**

Según Camarena, *et al.* (2008), las líneas puras se caracterizan por ser poblaciones con individuos homogéneos y homocigotos y que además presentan un coeficiente de parentesco igual o superior a 0.78. Aunque la uniformidad es crucial, pueden surgir mutaciones, mezclas

mecánicas y polinización cruzada. Así mismo, la plasticidad de estas líneas está vinculada a su plasticidad fenotípica.

#### **4.3.9 Multilíneas**

Para Camarena, *et al.* (2008), se trata de poblaciones homocigotas y heterogéneas, constituidas por mezclas de líneas isogénicas, cuyo uso podría ser para resistencia a enfermedades y estrés climático imprevisible. La producción de cada componente se realiza por separado y luego se mezclan en proporciones preestablecidas, conforme las variaciones de razas fisiológicas en el campo. Esta alternativa se plantea a la corta vida útil de las variedades.

#### **4.3.10 Híbrido**

Como menciona Robles (1995), un híbrido proviene de la cruce entre dos progenitores genéticamente diferentes, las cuales pueden ser líneas puras, variedades, razas, especies y géneros.

Del mismo modo Henriquez (2002), lo describe como un individuo producido por dos progenitores genéticamente distintos. Este término lo utilizan comúnmente los fitomejoradores cuando los progenitores presentan discrepancias en muchos aspectos significativos. Aunque los híbridos suelen ser más vigorosos que sus progenitores, son incapaces de reproducirse.

#### **4.3.11 Sintéticos**

De acuerdo con Álvarez & Céspedes (2001), el término "variedad sintética" es utilizado para describir una determinada variedad que se mantiene por semilla a través de la polinización abierta, después de su síntesis mediante la hibridación en todas las combinaciones posibles entre un número de genotipos seleccionados, especialmente por su habilidad combinatoria general. Los genotipos con capacidad de hibridarse pueden ser líneas puras, variedades nativas, etc.

#### **4.3.12 Compuesto**

Cubero (2003), afirma que es un método que facilita la generación de nuevas combinaciones génicas o la rápida llegada a la homocigosis total, denominadas casi isogénicas en la práctica. También es relevante señalar que, al seleccionar una población de plantas, todas tengan los mejores e idénticos fenotipos para que al cosecharlas y mezclar sus semillas, se obtenga un compuesto.

## V DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 Generalidades de la investigación

#### 5.1.1 Tipo de investigación

El trabajo de investigación realizado fue de tipo básica con enfoque mixto, en el cual se aplicó un diseño estadístico y nivel descriptivo debido a que se utilizó el descriptor de amaranto para la caracterización de las variables cualitativas.

#### 5.1.2 Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el potrero Turpaysiqui, ubicado en el Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Agronomía y Zootecnia del Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco durante la campaña agrícola 2023-2024.

##### 5.1.2.1 Ubicación política

Región : Cusco  
Departamento : Cusco  
Provincia : Cusco  
Distrito : San Jerónimo  
Lugar : Centro Agronómico K'ayra (potrero Turpaysiqui)

##### 5.1.2.2 Ubicación geográfica

Altitud : 3 219 m s.n.m.  
Latitud : 13°33'24"sur  
Longitud : 71°52'30" oeste  
Pendiente : 1%

##### 5.1.2.3 Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota  
Subcuenca : Watanay  
Micro cuenca : Wanakauri

#### 5.1.2.4 Ubicación satelital del campo experimental

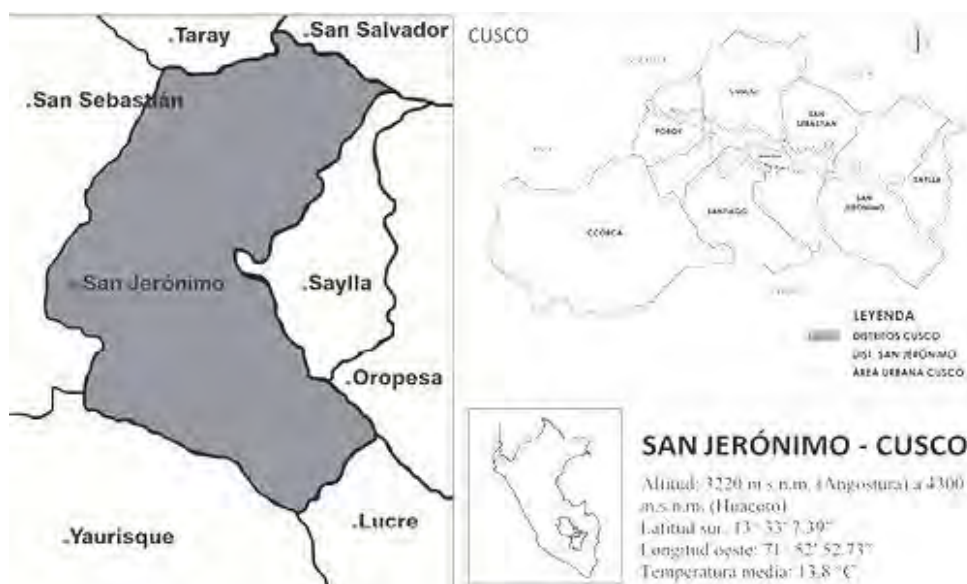
**Figura 3**

*Mapa del Perú*



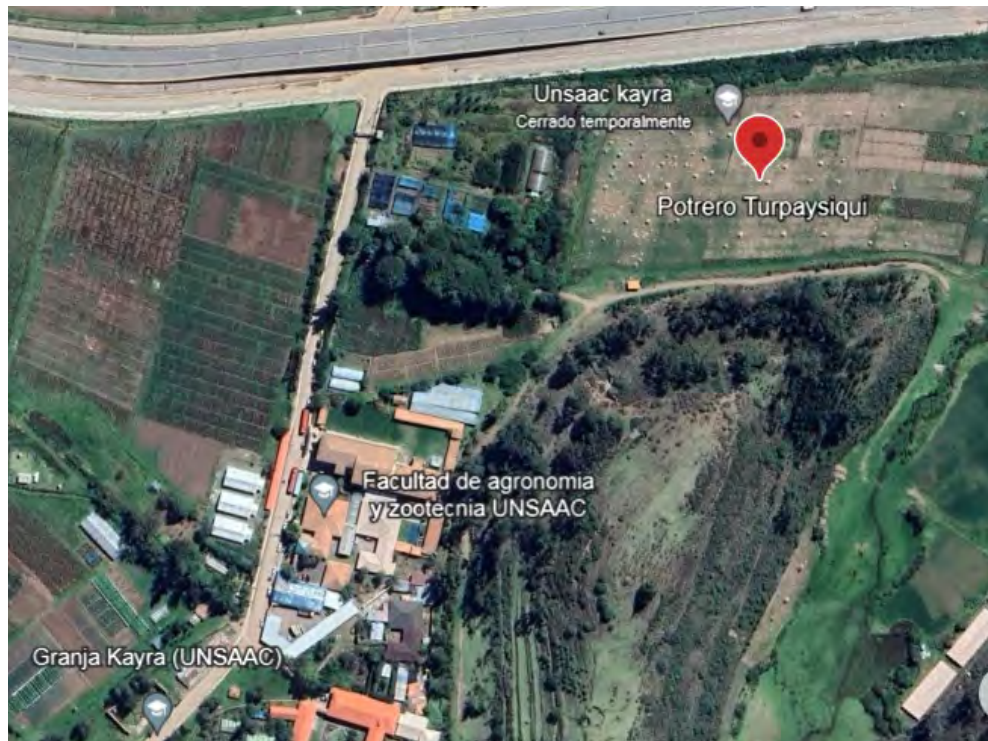
**Figura 4**

*Mapa del distrito de San Jerónimo*



**Figura 5**

*Vista satelital del campo experimental*



### **5.1.3 Zona de vida**

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, el Centro Agronómico K'ayra se encuentra en la zona de vida natural: Bosque seco -Montano Bajo Subtropical (bs-MBS). (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017)

### **5.1.4 Ubicación temporal**

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2023-2024, el cual inició en el mes de setiembre del año 2023 y concluyó en el mes de junio de 2024.

### **5.1.5 Historial del campo experimental**

En campañas agrícolas anteriores, previo a la instalación del presente trabajo, los cultivos que ocuparon el campo experimental se presentan en la tabla 2:

**Tabla 2***Historial del campo experimental*

CAMPAÑA	CULTIVO
2019-2020	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )
2020-2021	Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> )
2021-2022	Kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> L)
2022-2023	Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> )
2023-2024	Presente trabajo

*Fuente:* Informe de campañas anteriores del Programa de Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ–UNSAAC.

## **5.2 Materiales y métodos**

### **5.2.1 Materiales y equipos**

#### **5.2.1.1 Material genético**

El material genético que se utilizó en el trabajo de investigación, proviene de los más de 500 genotipos que se tiene en proceso de selección para variables de interés agronómico por el Programa de Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ – UNSAAC, de los cuales, del grupo de 100 líneas de grano blanco en proceso de selección para rendimiento, se tomaron al azar 10 líneas y se consideró como testigo a la variedad CICA 2006, los cuales se detallan en la tabla 3:

**Tabla 3***Líneas a utilizar*

N°	Clave	Color de grano
1	SRK-301-10	blanco
2	SRK-306-2	blanco
3	SRK-309-3	blanco
4	SRK-318-10	blanco
5	SRK-324-3	blanco
6	SRK-327-2	blanco
7	SRK-344-3	blanco
8	SRK-364-5	blanco
9	SRK-367-1	blanco
10	SRK-413-10	blanco
11	CICA 2006	blanco

SRK = Selección Rendimiento Kiwicha

**5.2.1.2 Materiales de escritorio**

- Calculadora
- Plumón indeleble
- Fichas de evaluación
- Portafolios
- Cámara fotográfica
- Cúter
- Lápiz especial
- Papel bond A-4
- USB
- Descriptor de amaranto

**5.2.1.3 Materiales de campo**

- Urea
- Fosfato Diamónico
- Cloruro de Potasio
- Vernier
- Cinta métrica
- Tridentes

- Manguera de polietileno
- Bolsas de polietileno
- Bolsas de papel
- Baldes
- Rastrillo de mano
- Zarandas
- Arpilleras
- Costales de polipropileno
- Wincha
- Carretilla
- Picos
- Palas
- Guantes
- Zapapicos
- Lampas
- Alambre
- Segaderas
- Etiquetas
- Diatomita
- Rafia
- Libreta de campo

#### **5.2.1.4 Equipos y maquinarias**

- Tractor agrícola
- Equipo de riego por aspersión
- Balanza de precisión
- Ventilador eléctrico

#### **5.2.1.5 Análisis físico químico del suelo**

##### **5.2.1.5.1 Muestreo del suelo para el análisis fisicoquímico**

Con la finalidad de conocer la fertilidad del suelo, previo a la siembra se realizó el muestreo mediante el método de zigzag. Para este proceso se tomaron 10 muestras de suelo a una profundidad de 25 cm. Estas muestras se mezclaron homogéneamente y, posteriormente se tomó una muestra representativa de un kilogramo, el cual se llevó al laboratorio de suelos denominado: “Laboratorio de ciencias naturales, aguas, suelos, minerales y medio ambiente MC QUIMICALAB” para su correspondiente análisis físico-químico.

#### 5.2.1.5.2 Nivel de fertilización

En cuanto a la fertilización química, se utilizó el nivel de 80 – 60 – 40. Para el caso de Nitrógeno, a la siembra se aplicó el 50% y el otro 50% en el primer aporque; mientras que para el caso de Fosforo y Potasio se aplicó el 100% al momento de la siembra.

**Tabla 4**

*Fertilizantes comerciales utilizados*

Fertilizantes	N	P	K
Urea $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	46	0	0
Fosfato Diamónico $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	18	46	0
Cloruro de potasio KCl	0	0	60

Para el cálculo de fertilizantes, se realizó mediante la regla de tres simples.

#### **Cálculo para Urea – $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$**

Si: 100 kg.....46N

x.....48.70

X= 106 kg/ha.

#### **Cálculo para Fosfato Diamónico – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$**

Si: 100 kg.....46P

x.....60

X= 174 kg/ha.     18%N (174 kg) = 31.30 kg de N

## Cálculo para Cloruro de Potasio – KCl

Si: 100 kg.....40K

x.....40

X= 100 kg/ha.

**Tabla 5**

*Cantidad de fertilizante para el experimento*

	Urea (kg)	Fosfato Diamónico (kg)	Cloruro de Potasio (kg)	Total
Hectárea	106	174	100	380
Experimento	7	11.5	6.6	25.1
Bloque	2.33	3.83	2.2	8.36
Parcela	0.21	0.35	0.2	0.76
Surco	0.042	0.07	0.04	0.152

## 5.2.2 Metodología de investigación

### 5.2.2.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado, fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), constituido por tres repeticiones y once tratamientos. Las variables cuantitativas se evaluaron mediante un paquete estadístico para obtener los análisis de varianza y las pruebas estadísticas de Tukey en los que corresponda; mientras que las variables cualitativas se caracterizaron y enumeraron de acuerdo al descriptor de Amaranto propuesto por el Programa de Investigación en Kiwicha del CICA, para posteriormente llevarlo a porcentajes.

### **5.2.2.2 Características del campo experimental**

#### **5.2.2.2.1 Dimensiones del campo experimental**

Largo total:	44,0 m
Ancho total:	17,0 m
Área total:	748 m <sup>2</sup>
Área neta:	660 m <sup>2</sup>

#### **5.2.2.2.2 Dimensiones del bloque**

Número:	3
Largo:	44,0 m
Ancho:	5,0 m
Área del bloque:	220,0 m <sup>2</sup>
Número de calles:	2
Ancho de calle:	1,0 m

#### **5.2.2.2.3 Dimensiones de parcelas**

Número de parcelas por bloque:	11
Número de parcelas por experimento:	33
Ancho de parcela:	4,0 m
Largo de parcela:	5,0 m
Área total de parcela:	20,0 m <sup>2</sup>
Área neta de parcela:	9,6 m <sup>2</sup>

#### **5.2.2.2.4 Dimensiones de surcos**

Número de surcos por parcela:	5
Distancia entre surcos:	0,8 m
Longitud de surco:	5,0 m
Profundidad de surco:	0,25 m

#### **5.2.2.2.5 Número de plantas**

Número de plantas por surco:	50
Número de plantas por parcela:	250
Número de plantas por parcela neta:	120
Número de plantas por bloque:	2,750
Número de plantas por experimento:	8,250

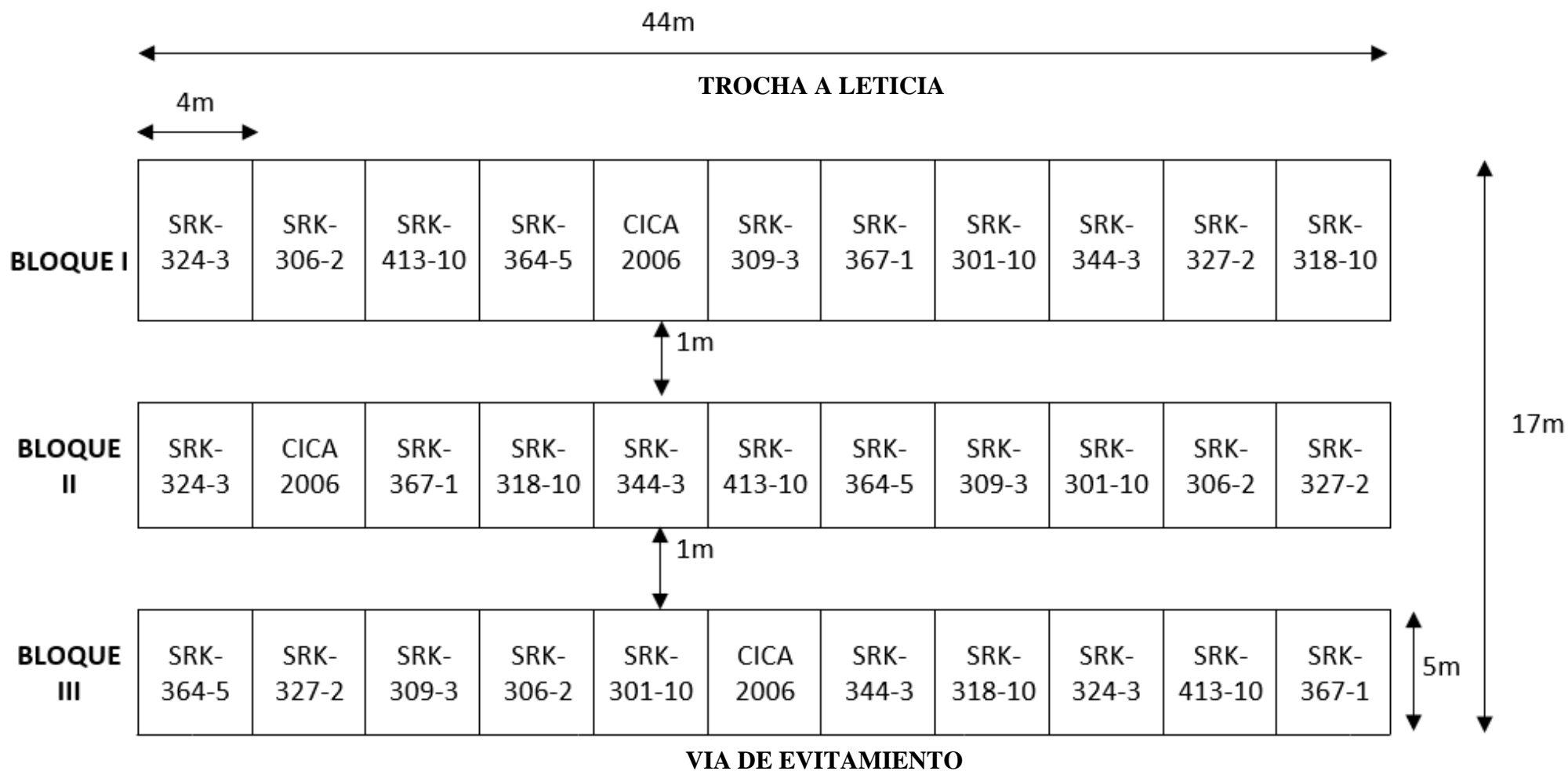
#### **5.2.2.2.6 Semilla**

Semilla por hectárea:	4 kg
Semilla por experimento:	264 g
Semilla/surco:	1.6 g
Semilla/parcela:	8 g
Semilla /bloque:	88 g
Nivel de fertilización:	80-60-40

### 5.2.2.3 Croquis del campo experimental

Figura 6

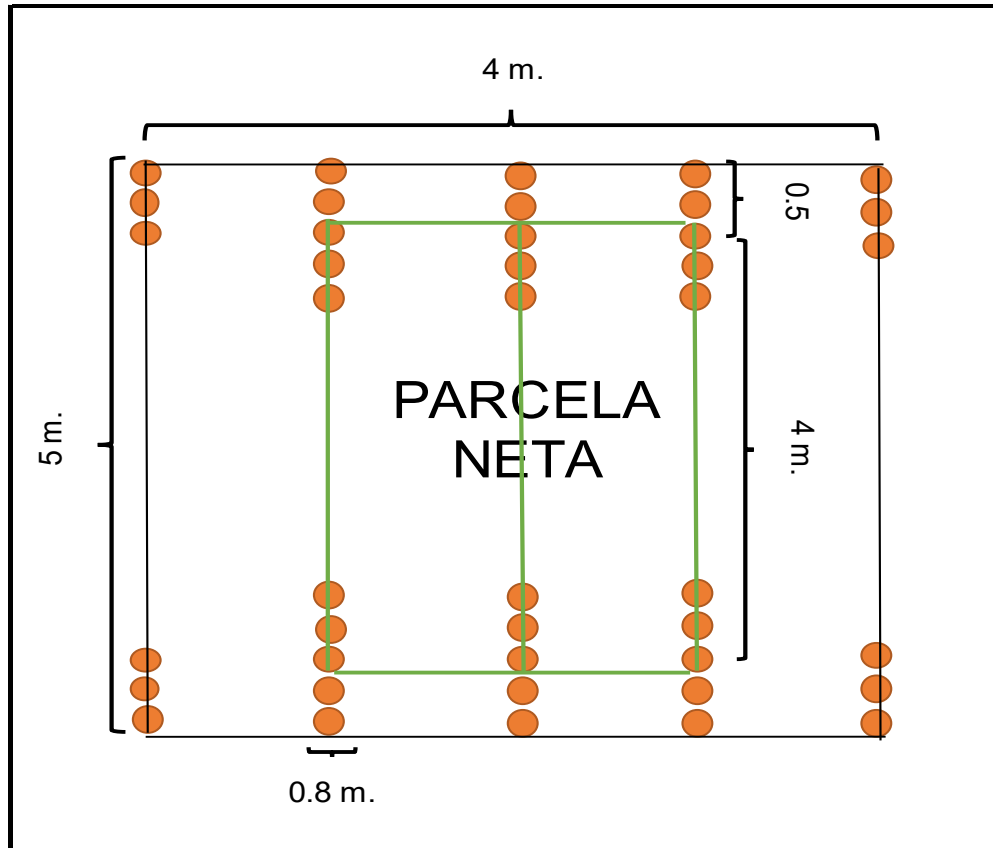
*Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental*



#### 5.2.2.4 Características de la unidad experimental

Figura 7

Características y dimensiones de la unidad experimental



Modelo Aditivo Lineal:  $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$

$i = 1, 2, \dots, 11$  tratamientos

$j = 1, 2, \dots, 3$  bloques

Donde:

$y_{ij}$ : Es la variable de respuesta observada en el  $j$ -ésimo bloque que recibe el  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu$ : Es la media general de la variable respuesta.

$\tau_i$ : Es el efecto constante del  $i$ -ésimo tratamiento, el cual es aplicable a todas las observaciones dentro del  $i$  ésimo tratamiento.

$\beta_j$ : Es el efecto debido del j-ésimo bloque.

$e_{ij}$ : Es el error aleatorio atribuible a la medición.

**Tabla 6**

*Análisis de varianza*

FV	GL	SC	CM	FC
Bloque	r-1	SCb	CMb	CMb/CMe
Tratamiento	t-1	SCt	CMt	CMt/CMe
Error	(r-1)(t-1)	SCe	CMe	
Total	n-1	SCT		

#### **5.2.2.5 Conducción del experimento**

##### **5.2.2.5.1 Preparación del terreno experimental**

**Riego de machaco.** Se llevó a cabo el 01 de agosto de 2023 con la finalidad de proporcionar al suelo las condiciones de humedad necesarias para el posterior arado y rastrado.

**Figura 8**

*Riego de machaco*



**Arado y rastrado.** Estas labores, se realizaron el 14 y 15 de agosto de 2023 con el propósito de eliminar las malas hierbas que brotaron después del riego de machaco, así como exponer huevos, larvas y pupas de plagas a la radiación, así como también para, oxigenar el suelo. Para ello se utilizó un tractor equipado con arado de discos y rastra. (Ver figura 53 en anexo 05)

**Surcado.** El surcado se realizó el 21 de agosto de 2023, para ello se utilizó un tractor agrícola equipado con surcadora de tres vertederas a un distanciamiento de 80 cm entre surcos.

**Riego por surcos.** El 03 de setiembre de 2023, se realizó el riego por surcos y consistió en un riego por gravedad de cada surco a fin que la humedad sea adecuada para la germinación de las semillas de cada uno de los tratamientos.

**Trazado del campo experimental.** Esta labor se ejecutó el 05 de setiembre con las dimensiones preestablecidas de bloques y calles para delimitar el área experimental. Para dicho fin, se utilizó diatomita, cordeles, winchas y estacas. (Ver figura 54 en anexo 05)

#### **5.2.2.5.2 Instalación del experimento**

**Preparación de semilla.** La selección y preparación de la semilla se realizó el 22 de agosto de 2023 y fue proporcionada por el Programa de Investigación en Kiwicha CICA-FAZ-UNSAAC, las cuales fueron pesados de acuerdo a la cantidad calculada previamente por tratamiento e identificadas con su respectiva clave.

**Fertilización.** Se utilizó fertilizante químico con el nivel de 80-60-40, el cual constituyó de una mezcla de UREA, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio. Al momento de la siembra se aplicó una dosis de 0.105 kg por parcela de UREA, 0.35 kg por parcela de Fosfato Diamónico y 0.2 kg por parcela de Cloruro de Potasio. La distribución de la mezcla de fertilizante se realizó de forma manual a chorro continuo al fondo de surco, previo a la siembra. El 50% restante de Nitrógeno, se aplicó durante el primer aporque en la etapa fenológica de Aparición del ápice de la inflorescencia en el extremo del tallo y fue de 0.105 kg por parcela de UREA.

**Siembra.** La siembra se realizó manualmente distribuyéndose la semilla a chorro continuo a fondo de surco previamente cubierto con una capa de tierra la mezcla del fertilizante, una vez distribuido la semilla se cubrió con una capa de tierra las semillas y se llevó a cabo el 7 de setiembre de 2023. Para ello, las semillas fueron previamente distribuidas en bolsas de polietileno con sus respectivas claves de identificación al inicio de cada surco por tratamiento de acuerdo a la aleatorización. Finalmente, con ayuda de tridentes se cubrió las semillas con una capa de tierra no mayor a 1 cm. (Ver figura 55 en anexo 05)

#### **5.2.2.6 Manejo del experimento**

##### **Labores culturales**

En cuanto a las labores culturales, se realizaron las siguientes actividades, con el objeto de brindarle las condiciones óptimas al cultivo.

##### **5.2.2.6.1 Riego**

Durante las primeras semanas, con el objetivo de asegurar la plena emergencia, se utilizó el sistema de riego por aspersión de manera interdiario, debido a la ausencia de precipitaciones. El primer riego se realizó el 25 de setiembre de 2023, a una frecuencia de 2.5 horas/día. y se continuó durante todo el mes de octubre y las 2 primeras semanas del mes de noviembre, hasta que comenzó la temporada de lluvias. (Ver figura 56 en anexo 05)

##### **5.2.2.6.2 Raleo o desahije**

Se realizó manualmente en cuanto las plantas alcanzaron 5 a 10 cm de altura, con el objeto de distanciarlas 10 cm entre plantas dentro de cada surco, esta labor se realizó el 17 de noviembre de 2023. (Ver figura 58 en anexo 05)

##### **5.2.2.6.3 Deshierbo**

Para controlar las malezas del campo experimental, se realizó el deshierbo en forma manual con ayuda de picos, lampas, y segaderas para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes. El primer deshierbo comenzó desde el 25 al 30 de setiembre de 2023, el segundo

deshierbo se llevó a cabo entre el 15 y 24 de octubre de 2023 y el tercero se realizó el 15 de noviembre de 2023. (Ver figura 57 en anexo 05)

#### **5.2.2.6.4 Aporque**

El primer aporque se realizó manualmente utilizando lampas el 22 de noviembre de 2023, cuando las plantas tenían entre 20 a 30 cm de altura, y previo al aporque se completó el nitrógeno faltante, distribuyéndose a chorro continuo a lo largo del surco. El segundo aporque se realizó de 25 días después del primer aporque. (Ver figura 59 y 61 en anexo 05)

#### **5.2.2.6.5 Aspecto fitosanitario**

En el experimento no se aplicó producto fitosanitario alguno, ya sea para controlar plagas o enfermedades, debido a que el material genético se encuentra en proceso de selección, por consiguiente, como método de selección de las líneas, no es conveniente la aplicación de plaguicidas, debido a que se continuara con la selección de aquellos genotipos que muestren tolerancia o resistencia a las plagas y enfermedades del cultivo. Esto para asegurar que las líneas sobresalientes en el futuro, destinadas a generar nuevas variedades, tengan una producción sostenible y no contribuyan a la contaminación ambiental. Así mismo en el presente estudio se observó algunas plagas en pequeña cantidad que no tuvo daño significativo como el lorito verde (*Diabrotica spp*) y dentro de las enfermedades se observó la presencia de micoplasma (*Micoplasma spp*) para lo cual se tuvo que eliminar las plantas infectadas sacándolas fuera del campo.

## Figura 9

*Presencia de Diabrotica spp y micoplasma*



### 5.2.2.6.6 Marcado de plantas individuales

Con el objeto de realizar las evaluaciones y caracterización de las plantas de los tratamientos en estudio, dentro de la parcela neta de cada unidad experimental, se tomaron 10 plantas al azar, identificándose con una etiqueta con su respectiva clave, esta actividad se realizó el 25 de noviembre de 2023. (Ver figura 60 en anexo 05)

### 5.2.2.6.7 Cosecha

Se realizó en forma escalonada de acuerdo a la madurez fisiológica que alcanzaban los tratamientos comenzando el 11 de marzo de 2024, la madurez fisiológica se determinó cuando las plantas comenzaron a mostrar el amarillamiento del follaje y los granos ofrecían resistencia a la presión con la uña. Se cosecharon los tres surcos centrales de la parcela neta, eliminando solo las plantas de cabecera de cada surco.

**Figura 10**

*Cosecha de parcela neta*



#### **5.2.2.6.8 Siega o corte**

Para el corte de los tallos, se utilizó segaderas y fue de forma manual, realizándose el corte a 10 cm por encima del cuello de la planta, primero se cortaron las diez plantas individuales tomadas al azar, dentro de cada parcela neta de cada uno de los tratamientos, luego se cortaron todas las plantas de los tres surcos centrales de la parcela neta, eliminando el efecto borde.

#### **5.2.2.6.9 Secado de tallos**

Las diez plantas cortadas de la parcela neta de cada tratamiento y repetición, con sus respectivas claves, se llevaron al laboratorio de kiwicha, para que una vez secos, se trillen en forma individual; mientras que los tallos se amarraron con rafia cada tratamiento con su respectiva clave y se llevó a la cabecera del campo para que estos queden expuestos al sol y puedan secarse para posteriormente pesarlos. (Ver figura 65 en anexo 05)

**Figura 11**

*Secado de tallos*



#### **5.2.2.6.10 Trillado**

Una vez secos las panojas, se trillaron de manera conjunta o masal. Las trillas de las plantas individuales se efectuaron en el campo al momento de la siega y se depositaron en bolsas de papel para completar el secado, mientras que la trilla de las plantas de cada parcela neta se llevó a cabo manualmente en su correspondiente parcela, tratamiento por tratamiento, sin perder su identificación, una vez trillados los granos, se depositaron en costales de polipropileno, identificado con sus respectivas claves de cada tratamiento y se llevaron a laboratorio para su pesado correspondiente.

**Figura 12**

*Trillado de plantas individuales*



#### **5.2.2.6.11 Zarandeo**

Con la ayuda de tamices con cribas de 1.5 mm de diámetro, se llevó a cabo el zarandeo con mucho cuidado para eliminar impurezas y dejar expedito para el siguiente proceso que será el venteado de los granos.

#### **5.2.2.6.12 Venteado o limpieza**

Una vez concluido la trilla y zarandeo de los granos, se procedió con la limpieza haciendo uso de un ventilador eléctrico y secadora de cabello. En esta etapa también se evaluó la cantidad de broza fina, que incluye pequeños tallos, hojas y perigonios, haciendo una diferencia entre el peso de cada bolsa con broza y el peso de grano limpio debidamente etiquetados con su correspondiente clave.

**Figura 13**

*Venteadado o limpieza de grano*



#### **5.2.2.6.13 Secado**

El secado de los granos se llevó a cabo exponiéndolos directamente al sol, hasta que los granos hayan perdido humedad al 12 %. Para este proceso se utilizó bolsas de papel para evitar el daño por presencia de aves.

**Figura 14**

*Secado de grano de plantas individuales*



#### 5.2.2.6.14 Embolsado

Una vez secos los granos, se almacenaron en bolsas de polietileno, con sus correspondientes claves de identificación y quedaron listos para el pesado correspondiente.

#### 5.2.2.6.15 Pesado

La labor de pesado se llevó a cabo utilizando una balanza de precisión, primero se pesó el rendimiento de grano individual de las diez plantas individuales de cada parcela neta de cada tratamiento, posteriormente se pesó el rendimiento de grano de la parcela neta (9,60 m<sup>2</sup>), de cada tratamiento. El peso de las plantas individuales, sirvió para estimar el rendimiento promedio/planta, mientras que el peso de los granos de la parcela neta, se utilizó para hacer la proyección de rendimiento a toneladas por hectárea con su correspondiente Análisis de Varianza.

**Figura 15**

*Pesado de grano limpio*



#### 5.2.2.6.16 Almacenamiento del grano

Una vez concluidas las evaluaciones y pesado del grano, se procedió a envasar los granos en bolsas de polietileno tanto de las plantas individuales como de la parcela neta, para finalmente depositarlos en el Banco de Germoplasma.

### 5.2.2.7 Evaluaciones durante el experimento

#### 5.2.2.7.1 Evaluación para rendimiento de grano

**Peso de grano por planta.** Para el rendimiento de grano por planta, se tomaron las diez plantas tomadas al azar de cada tratamiento y repetición de la parcela neta, excluyendo los dos surcos laterales y las cabeceras de surco y se procedió a pesar cada uno en una balanza de precisión.

**Peso de grano de parcela neta.** Para obtener el peso de grano de parcela neta (9.6 m<sup>2</sup>) de cada tratamiento en kg, se utilizó una balanza de precisión y se le sumó el peso de las diez plantas individuales. Para realizar la proyección de rendimiento de grano a toneladas por hectárea, se utilizó la siguiente fórmula de conversión con los datos de Rendimiento por parcela neta de 9.6 m<sup>2</sup> (Ver tabla 52 en anexo 02)

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

### Evaluaciones de características agronómicas

Para estas evaluaciones, se tomaron las diez plantas seleccionadas al azar en los tres surcos centrales de cada parcela y en cada una de las tres repeticiones. Estas evaluaciones se realizaron una vez que las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica y comprende las siguientes variables:

#### 5.2.2.7.2.1 Altura de planta

La altura de planta se midió al inicio de la madurez fisiológica, lo cual comenzó el 29 de febrero de 2024. Para el caso de plantas erectas, desde el cuello hasta el ápice terminal de la planta, en el caso de plantas semierectas o decumbentes, se midió hasta la parte donde inicia la curvatura de la inflorescencia. Para dicha evaluación se requirió de una wincha y los datos fueron expresados en metros (m).

#### **5.2.2.7.2.2 Diámetro de tallo**

Se determinó el diámetro de tallo con la ayuda de un vernier del tercio inferior del tallo de cada una de las diez plantas individuales de cada tratamiento y repetición, registrándose los datos en milímetros (mm). Esta evaluación se realizó el 05 de marzo de 2024. (Ver figura 62 en anexo 05)

#### **5.2.2.7.2.3 Longitud de hoja**

La longitud de hoja se midió en el tercio medio de la planta el 28 de febrero de 2024, en el cual se tomó una hoja al azar desde el cuello hasta el ápice. Esta medición se realizó con ayuda de una wincha y su unidad de medida fue en centímetros (cm).

#### **5.2.2.7.2.4 Ancho de hoja**

La medición del ancho de hoja se realizó el 28 de febrero de 2024 y se utilizó la misma hoja que se tomó al azar para medir la longitud. Para esto se utilizó una wincha y se expresó en centímetros (cm).

#### **5.2.2.7.2.5 Longitud de panoja principal**

La longitud se midió desde la parte basal de la panoja hasta el ápice con la ayuda de una wincha y el resultado se expresó en centímetros (cm). Esta evaluación se realizó el 01, 02 y 03 de marzo de 2024. (Ver figura 62 en anexo 05)

#### **5.2.2.7.2.6 Ancho de panoja principal**

El ancho se midió de la parte más resaltante de la panoja con ayuda de un vernier o wincha y el resultado se expresó en centímetros (cm). Esta evaluación se realizó el 01, 02 y 03 de marzo de 2024.

#### **5.2.2.7.2.7 Diámetro de grano**

Concluida la limpieza de granos, el 25 de junio de 2024, se tomó diez granos al azar de cada planta individual y se realizó la medida de diámetro de grano con la ayuda de un vernier en milímetros (mm). (Ver figura 69 en anexo 05)

#### **5.2.2.7.2.8 Peso de broza fina**

Primero se procedió con el trillado de los granos, se recopilaron los datos de peso de las diez plantas individuales de cada tratamiento con todo su rastrojo, posteriormente se procedió con el zarandeo y limpieza de grano, una vez limpio el grano, el 19 de junio de 2024 se volvió a pesar y por diferencia de pesos, se determinó el peso de broza fina en gramos (g).

#### **5.2.2.7.2.9 Peso de tallo seco**

Concluida la trilla, se hizo secar los tallos en el campo expuestos a la radiación, una vez secos, el 05 de junio de 2024, se procedió a pesar cada uno de los tratamientos y la unidad de medida fue en gramos (g).

#### **5.2.2.7.2.10 Peso de 1000 granos**

Cuando los granos quedaron limpios y secos, se procedió a contar 1000 semillas de cada tratamiento y repetición, luego se pesaron en una balanza, cuya unidad de medida fue en gramos (g). Esta evaluación se realizó el 09 de julio de 2024. (Ver figura 69 en anexo 05)

### **5.2.2.7.3 Evaluaciones de características botánicas**

#### **5.2.2.7.3.1 Caracterización de la planta**

La caracterización botánica se realizó en las 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta de cada unidad experimental, realizándose la caracterización de acuerdo al descriptor para *Amaranthus* propuesto por el Programa de Investigación en Kiwicha del CICA – FAZ – UNSAAC.

#### **5.2.2.7.3.2 Caracterización general de la planta**

- Grado de germinación
- Homogeneidad de germinación
- Color de los cotiledones
- Habito de crecimiento

- Caracteres de la raíz

#### **5.2.2.7.3.3 Características del tallo**

- Color del tallo
- Pubescencia
- Ramificación

#### **5.2.2.7.3.4 Características de la panoja**

- Forma de panoja
- Tipo de panoja
- Densidad de panoja
- Actitud de la panoja principal
- Color de la panoja
- Presencia de panoja axilar

#### **5.2.2.7.3.5 Características del grano**

- Forma del grano
- Color del grano
- Tipo de grano

#### **5.2.2.7.3.6 Características de la hoja**

- Espinas en las axilas de las hojas
- Pubescencia en las hojas
- Pigmentación de la hoja
- Forma de la hoja
- Márgenes de la hoja
- Prominencia de las venas de las hojas
- Pigmentación del peciolo

## VI RESULTADOS

### 6.1 Evaluación de rendimiento de grano

#### 6.1.1 Rendimiento de peso de grano por planta

**Tabla 7**

*Peso de grano en gramos, promedio de diez plantas (Tabla 49,50 y 51 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	82.200	69.400	68.300	219.900	73.300
SRK 306-2	59.100	52.200	67.400	178.700	59.567
SRK 309-3	91.000	93.500	73.800	258.300	86.100
SRK 318-10	63.000	63.000	74.700	200.700	66.900
SRK 324-3	56.900	57.900	48.500	163.300	54.433
SRK 327-2	58.200	75.400	47.800	181.400	60.467
SRK 344-3	95.600	75.000	63.000	233.600	77.867
SRK 364-5	66.200	76.000	98.400	240.600	80.200
SRK 367-1	75.100	68.200	76.700	220.000	73.333
SRK 413-10	197.600	114.100	89.100	400.800	133.600
CICA 2006	71.400	82.500	57.800	211.700	70.567
<b>TOTAL</b>	916.300	827.200	765.500	2509.000	76.030

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para peso de grano por planta*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	13632.250000	1363.224976	3.475200	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	1045.046875	522.523438	1.332000	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	7845.406250	392.270325					
Total	32	22522.703125						
CV: 26.05 %								

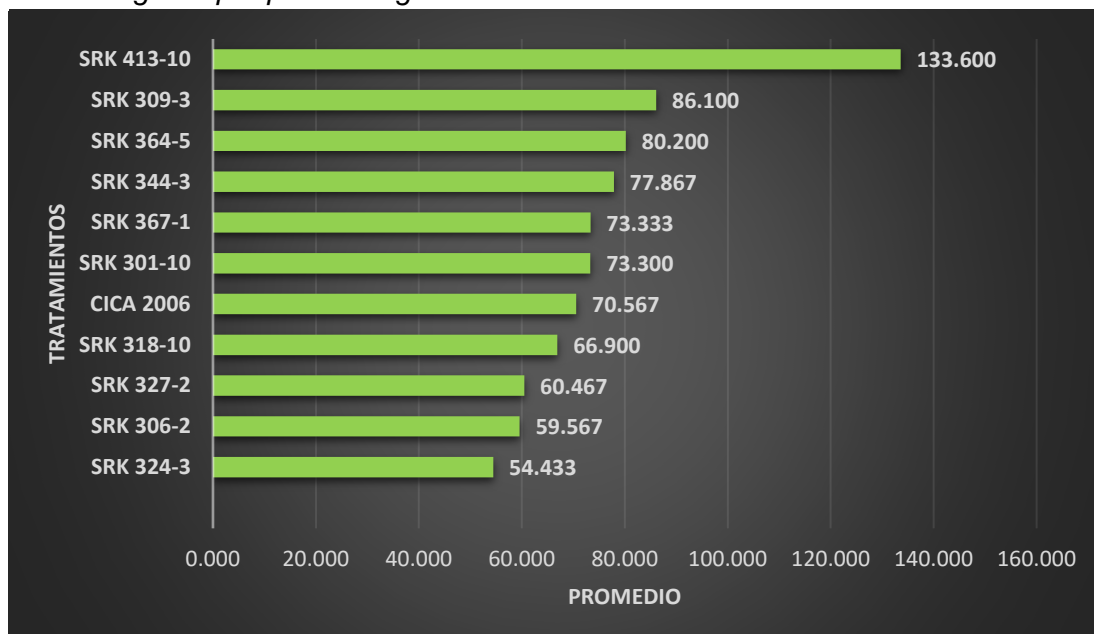
**Tabla 9**

*Prueba de Tukey para peso de grano por planta*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 413-10	133.600	a	a
II	SRK 309-3	86.100	a b	a b
III	SRK 364-5	80.200	a b	a b
IV	SRK 344-3	77.867	a b	a b
V	SRK 367-1	73.333	b	a b
VI	SRK 301-10	73.300	b	a b
VII	CICA 2006	70.567	b	a b
VIII	SRK 318-10	66.900	b	a b
IX	SRK 327-2	60.467	b	b
X	SRK 306-2	59.567	b	b
XI	SRK 324-3	54.433	b	b
ALS (T) 0.05: 58.4323		ALS (T) 0.01: 70.782		

**Figura 16**

*Peso de grano por planta en gramos*



### 6.1.2 Rendimiento de grano transformado a t/ha

**Tabla 10**

*Peso de grano de parcela neta (9.6 m<sup>2</sup>) transformado a t/ha (Tabla 52 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	4.102	3.992	4.084	12.178	4.059
SRK 306-2	3.533	3.736	3.289	10.558	3.519
SRK 309-3	4.923	4.742	4.027	13.692	4.564
SRK 318-10	3.933	3.240	3.697	10.870	3.623
SRK 324-3	3.551	3.139	2.793	9.482	3.161
SRK 327-2	3.542	3.504	3.276	10.322	3.441
SRK 344-3	5.633	4.313	4.411	14.357	4.786
SRK 364-5	3.178	3.821	3.761	10.760	3.587
SRK 367-1	3.685	3.482	3.834	11.002	3.667
SRK 413-10	6.628	5.072	5.505	17.205	5.735
CICA 2006	3.097	3.226	3.475	9.798	3.266
<b>TOTAL</b>	45.806	42.266	42.153	130.225	3.946

**Tabla 11**

*Análisis de varianza para rendimiento de grano transformado a t/ha*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	18.382324	1.838232	11.8217	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	0.784119	0.392059	2.5213	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	3.109924	0.155496					
Total	32	22.276367						
CV: 9.92 %								

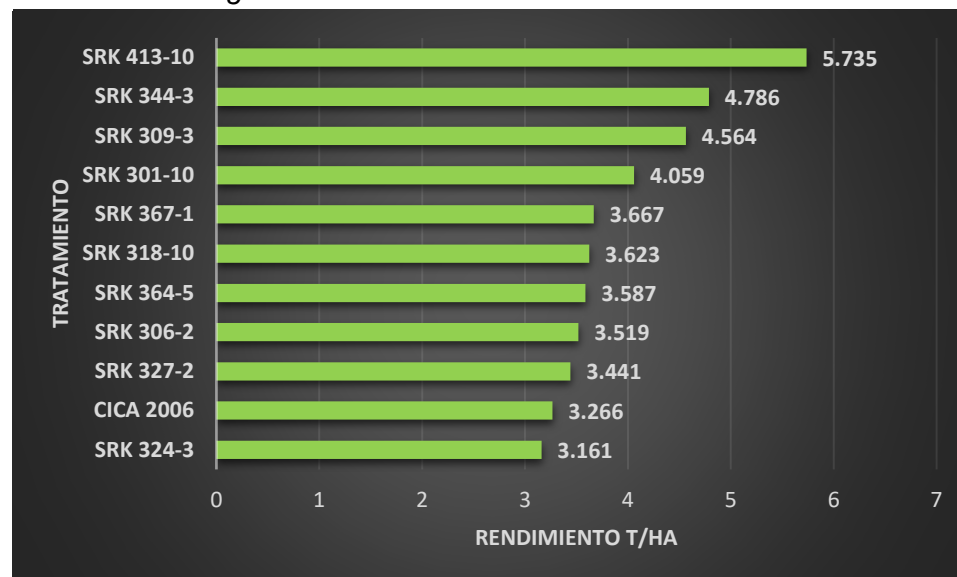
**Tabla 12**

*Prueba de Tukey para rendimiento de grano transformado a t/ha*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 413-10	5.735	a	a
II	SRK 344-3	4.786	a b	a b
III	SRK 309-3	4.564	b c	a b c
IV	SRK 301-10	4.059	b c d	b c
V	SRK 367-1	3.667	b c d	b c
VI	SRK 318-10	3.623	b c d	b c
VII	SRK 364-5	3.587	c d	b c
VIII	SRK 306-2	3.519	c d	b c
IX	SRK 327-2	3.441	c d	b c
X	CICA 2006	3.266	d	c
XI	SRK 324-3	3.161	d	c
ALS (T) 0.05: 1.163		ALS (T) 0.01: 1.409		

**Figura 17**

*Rendimiento de grano t/ha*



## 6.2 Evaluaciones de características agronómicas

### 6.2.1 Altura de planta

**Tabla 13**

*Altura de planta en metros, promedio de diez plantas (Tabla 53,54 y 55 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	1.834	1.875	1.726	5.435	1.812
SRK 306-2	1.346	1.473	1.546	4.365	1.455
SRK 309-3	1.468	1.703	1.729	4.900	1.633
SRK 318-10	1.436	1.305	1.369	4.110	1.370
SRK 324-3	1.456	1.364	1.264	4.084	1.361
SRK 327-2	1.227	0.977	1.136	3.340	1.113
SRK 344-3	1.324	1.222	1.134	3.680	1.227
SRK 364-5	1.441	1.319	1.303	4.063	1.354
SRK 367-1	1.484	1.231	1.302	4.017	1.339
SRK 413-10	1.510	1.513	1.247	4.270	1.423
CICA 2006	1.693	1.613	1.552	4.858	1.619
<b>TOTAL</b>	16.219	15.595	15.308	47.122	1.428

**Tabla 14**

*Análisis de varianza para altura de planta*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	1.162292	0.116229	10.8907	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	0.039459	0.019730	1.8487	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	0.213448	0.010672					
Total	32	1.415199						

CV: 7.23 %

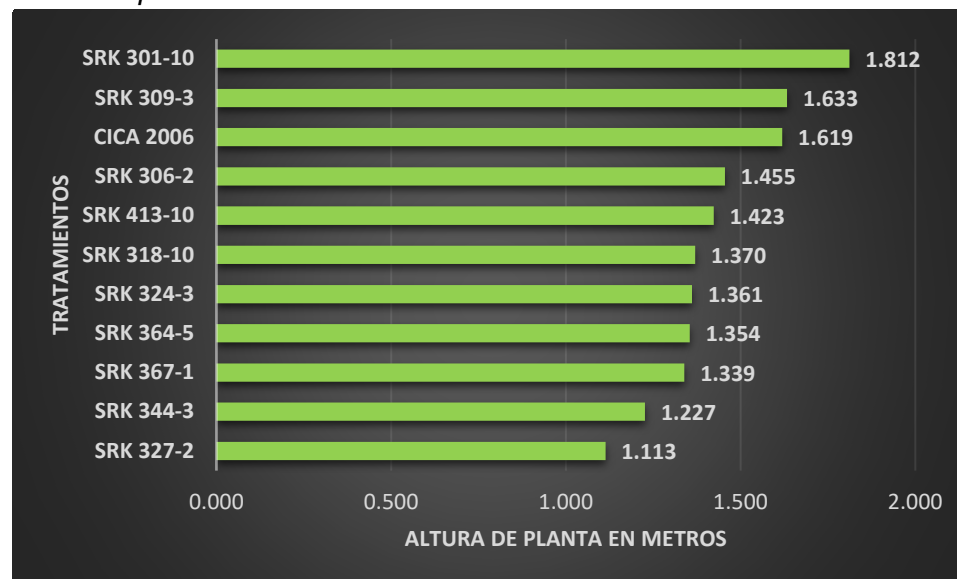
**Tabla 15**

*Prueba de Tukey para altura de planta*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 301-10	1.812	a	a
II	SRK 309-3	1.633	a b	a b
III	CICA 2006	1.619	a b	a b
IV	SRK 306-2	1.455	b c	a b c
V	SRK 413-10	1.423	b c	b c
VI	SRK 318-10	1.370	b c d	b c
VII	SRK 324-3	1.361	b c d	b c
VIII	SRK 364-5	1.354	b c d	b c
IX	SRK 367-1	1.339	b c d	b c
X	SRK 344-3	1.227	c d	c
XI	SRK 327-2	1.113	d	c
ALS (T) 0.05: 0.305		ALS (T) 0.01: 0.369		

**Figura 18**

*Altura de planta en metros*



### 6.2.2 Diámetro de tallo

**Tabla 16**

*Diámetro de tallo en cm promedio de diez plantas (Tabla 56,57 y 58 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	2.575	2.929	3.036	8.540	2.847
SRK 306-2	2.349	2.137	2.751	7.238	2.413
SRK 309-3	2.486	2.428	2.701	7.615	2.538
SRK 318-10	2.596	2.742	2.882	8.219	2.740
SRK 324-3	2.721	2.834	2.615	8.170	2.723
SRK 327-2	2.307	2.854	2.364	7.525	2.508
SRK 344-3	2.654	2.410	2.437	7.500	2.500
SRK 364-5	2.533	2.403	2.966	7.901	2.634
SRK 367-1	2.456	2.106	2.550	7.112	2.371
SRK 413-10	3.028	2.748	2.778	8.553	2.851
CICA 2006	2.104	2.220	2.500	6.823	2.274
<b>TOTAL</b>	27.808	27.808	29.579	85.195	2.582

**Tabla 17**

*Análisis de varianza para diámetro de tallo*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	1.116348	0.111635	2.6038	2.35	3.37	*	NS
Bloques	2	0.189789	0.094894	2.2133	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	0.857483	0.042874					
Total	32	2.163620						

CV: 8.02 %

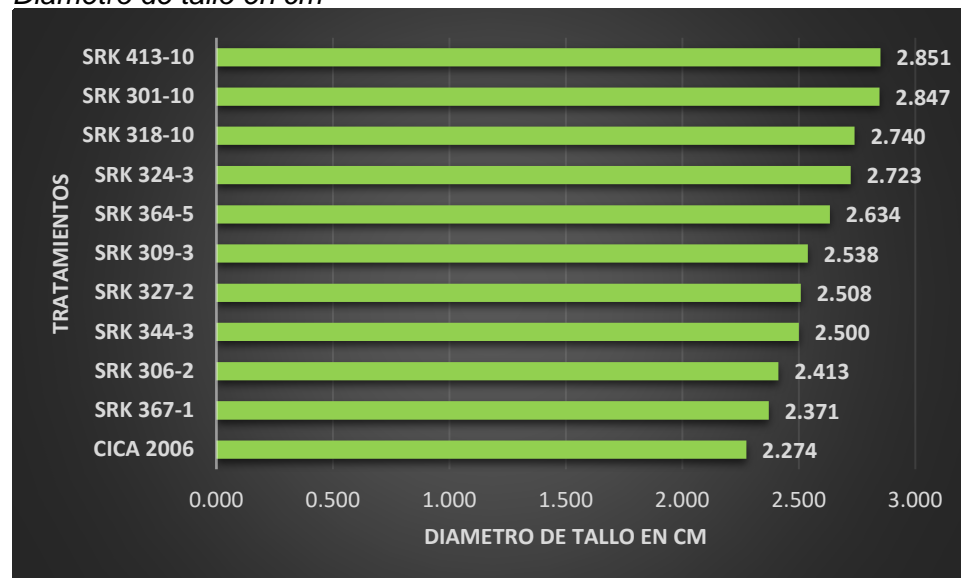
**Tabla 18**

*Prueba de Tukey para diámetro de tallo*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$ 0.05
	Clave	Promedio	
I	SRK 413-10	2.851	a
II	SRK 301-10	2.847	a
III	SRK 318-10	2.740	a
IV	SRK 324-3	2.723	a
V	SRK 364-5	2.634	a
VI	SRK 309-3	2.538	a
VII	SRK 327-2	2.508	a
VIII	SRK 344-3	2.500	a
IX	SRK 306-2	2.413	a
X	SRK 367-1	2.371	a
XI	CICA 2006	2.274	a
ALS (T) 0.05: 0.611			

**Figura 19**

*Diámetro de tallo en cm*



### 6.2.3 Longitud de hoja

**Tabla 19**

*Longitud de hoja en cm promedio de diez plantas (Tabla 59,60 y 61 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	18.640	20.430	20.190	59.260	19.753
SRK 306-2	19.320	18.970	21.950	60.240	20.080
SRK 309-3	21.520	20.260	21.420	63.200	21.067
SRK 318-10	17.660	17.290	19.700	54.650	18.217
SRK 324-3	20.790	20.450	19.690	60.930	20.310
SRK 327-2	15.910	15.860	16.710	48.480	16.160
SRK 344-3	19.940	19.480	17.700	57.120	19.040
SRK 364-5	19.540	19.100	21.309	59.949	19.983
SRK 367-1	18.530	18.040	19.100	55.670	18.557
SRK 413-10	20.670	19.520	19.770	59.960	19.987
CICA 2006	17.510	16.650	19.360	53.520	17.840
<b>TOTAL</b>	210.030	206.050	216.899	632.979	19.181

**Tabla 20**

*Análisis de varianza para longitud de hoja*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	58.565430	5.856543	6.5722	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	5.474609	2.737305	3.0718	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	17.822266	0.891113					
Total	32	81.862305						

CV: 4.92 %

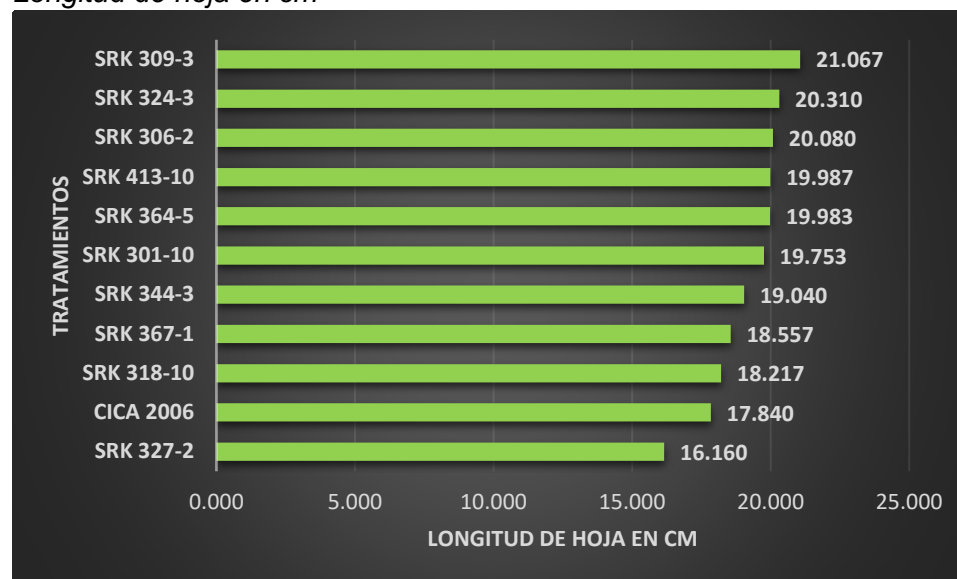
**Tabla 21**

*Prueba de Tukey para longitud de hoja*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 309-3	21.067	a	a
II	SRK 324-3	20.310	a b	a
III	SRK 306-2	20.080	a b	a
IV	SRK 413-10	19.987	a b	a
V	SRK 364-5	19.983	a b	a
VI	SRK 301-10	19.753	a b	a
VII	SRK 344-3	19.040	a b	a b
VIII	SRK 367-1	18.557	a b c	a b
IX	SRK 318-10	18.217	b c	a b
X	CICA 2006	17.840	b c	a b
XI	SRK 327-2	16.160	c	b
ALS ( T) 0.05: 2.785		ALS (T) 0.01: 3.374		

**Figura 20**

*Longitud de hoja en cm*



## 6.2.4 Ancho de hoja

**Tabla 22**

*Ancho de hoja en cm promedio de diez plantas (Tabla 62,63 y 64 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	9.940	10.323	10.800	31.063	10.354
SRK 306-2	9.940	9.440	10.830	30.210	10.070
SRK 309-3	10.360	9.840	9.960	30.160	10.053
SRK 318-10	8.970	8.580	9.340	26.890	8.963
SRK 324-3	9.740	9.560	9.720	29.020	9.673
SRK 327-2	8.810	8.970	9.210	26.990	8.997
SRK 344-3	9.670	9.803	8.500	27.973	9.324
SRK 364-5	9.682	9.900	11.210	30.792	10.264
SRK 367-1	9.180	8.910	10.060	28.150	9.383
SRK 413-10	11.080	10.090	10.350	31.520	10.507
CICA 2006	9.390	8.910	9.480	27.780	9.260
<b>TOTAL</b>	106.762	104.326	109.460	320.548	9.714

**Tabla 23**

*Análisis de varianza para ancho de hoja*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	9.388428	0.938843	4.1407	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	1.198242	0.599121	2.6424	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	4.534668	0.226733					
Total	32	15.121338						
CV: 4.90 %								

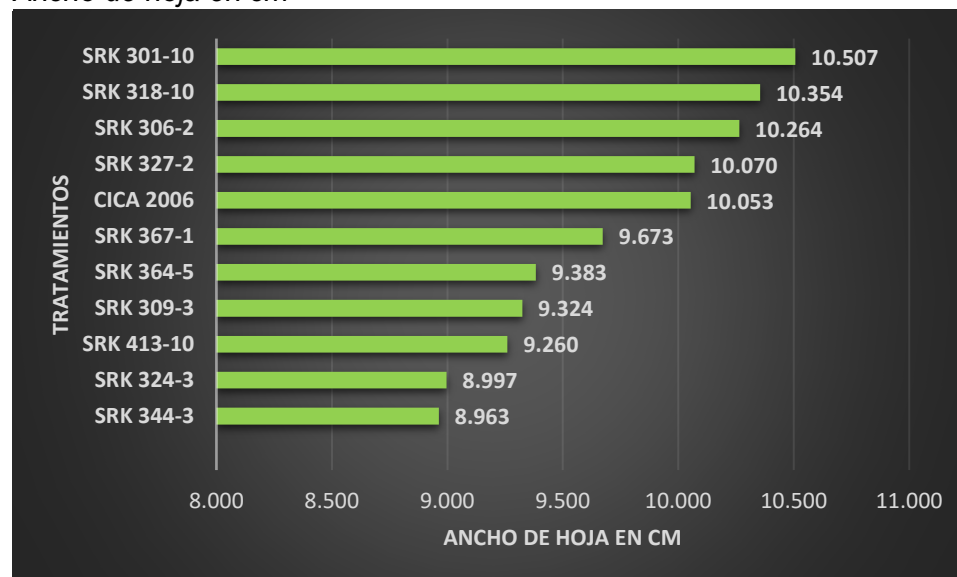
**Tabla 24**

*Prueba de Tukey para ancho de hoja*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 413-10	10.507	a	a
II	SRK 301-10	10.354	a b	a
III	SRK 364-5	10.264	a b	a
IV	SRK 306-2	10.070	a b	a
V	SRK 309-3	10.053	a b	a
VI	SRK 324-3	9.673	a b	a
VII	SRK 367-1	9.383	a b	a
VIII	SRK 344-3	9.324	a b	a
IX	CICA 2006	9.260	a b	a
X	SRK 327-2	8.997	b	a
XI	SRK 318-10	8.963	b	a
ALS (T) 0.05: 1.405		ALS (T) 0.01: 1.702		

**Figura 21**

*Ancho de hoja en cm*



### 6.2.5 Longitud de panoja principal

**Tabla 25**

*Longitud de panoja principal en cm promedio de diez plantas (Tabla 65,66 y 67 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	65.680	65.100	60.500	191.280	63.760
SRK 306-2	50.700	53.660	52.460	156.820	52.273
SRK 309-3	63.300	59.570	58.360	181.230	60.410
SRK 318-10	68.200	60.200	62.760	191.160	63.720
SRK 324-3	70.700	67.220	57.640	195.560	65.187
SRK 327-2	72.010	72.870	67.460	212.340	70.780
SRK 344-3	56.100	49.420	47.560	153.080	51.027
SRK 364-5	66.440	64.480	76.300	207.220	69.073
SRK 367-1	65.700	58.920	63.540	188.160	62.720
SRK 413-10	67.150	53.610	51.580	172.340	57.447
CICA 2006	70.900	68.070	60.400	199.370	66.457
<b>TOTAL</b>	716.880	673.120	658.560	2048.560	62.078

**Tabla 26**

*Análisis de varianza para longitud de panoja principal*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	1205.781250	120.578125	6.7940	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	167.523438	83.761719	4.7196	3.49	5.85	*	NS
Error	20	354.953125	17.747656					
Total	32	1728.257813						

CV: 6.79 %

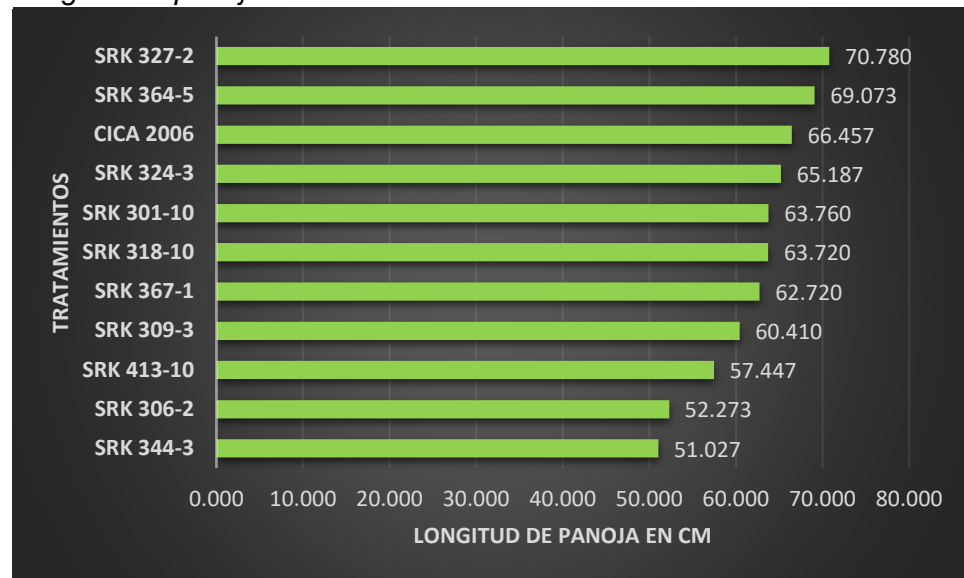
**Tabla 27**

*Prueba de Tukey para longitud de panoja*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 327-2	70.780	a	a
II	SRK 364-5	69.073	a b	a
III	CICA 2006	66.457	a b	a b
IV	SRK 324-3	65.187	a b	a b c
V	SRK 301-10	63.760	a b c	a b c
VI	SRK 318-10	63.720	a b c	a b c
VII	SRK 367-1	62.720	a b c d	a b c
VIII	SRK 309-3	60.410	a b c d	a b c
IX	SRK 413-10	57.447	b c d	a b c
X	SRK 306-2	52.273	c d	b c
XI	SRK 344-3	51.027	d	c
ALS (T) 0.05: 12.429		ALS (T) 0.01: 15.056		

**Figura 22**

*Longitud de panoja en cm*



## 6.2.6 Ancho de panoja principal

**Tabla 28**

*Ancho de panoja principal en cm promedio de diez plantas (Tabla 68,69 y 70 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	14.111	14.060	13.170	41.341	13.780
SRK 306-2	13.800	13.090	13.470	40.360	13.453
SRK 309-3	18.320	14.860	13.250	46.430	15.477
SRK 318-10	13.697	10.000	13.030	36.727	12.242
SRK 324-3	13.050	12.660	10.300	36.010	12.003
SRK 327-2	10.430	9.650	8.820	28.900	9.633
SRK 344-3	19.680	15.010	13.280	47.970	15.990
SRK 364-5	14.130	16.050	19.370	49.550	16.517
SRK 367-1	15.810	15.080	14.960	45.850	15.283
SRK 413-10	19.520	14.310	12.670	46.500	15.500
CICA 2006	12.205	12.890	11.930	37.025	12.342
<b>TOTAL</b>	164.753	147.660	144.250	456.663	13.838

**Tabla 29**

*Análisis de varianza para ancho de panoja principal*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	135.974121	13.597412	3.9844	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	21.945313	10.972656	3.2153	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	68.252441	3.412622					
Total	32	226.171875						

CV: 13.35 %

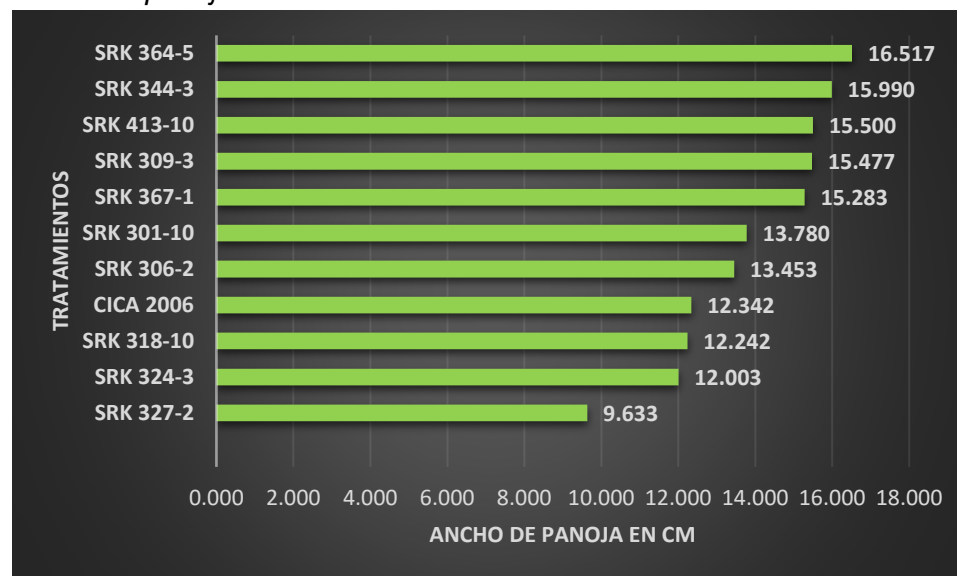
**Tabla 30**

*Prueba de Tukey para ancho de panoja principal*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 364-5	16.517	a	a
II	SRK 344-3	15.990	a	a b
III	SRK 413-10	15.500	a	a b
IV	SRK 309-3	15.477	a	a b
V	SRK 367-1	15.283	a	a b
VI	SRK 301-10	13.780	a b	a b
VII	SRK 306-2	13.453	a b	a b
VIII	CICA 2006	12.342	a b	a b
IX	SRK 318-10	12.242	a b	a b
X	SRK 324-3	12.003	a b	a b
XI	SRK 327-2	9.633	b	b
ALS (T) 0.05: 5.450		ALS (T) 0.01: 6.602		

**Figura 23**

*Ancho de panoja en cm*



### 6.2.7 Diámetro de grano

**Tabla 31**

*Diámetro de grano en mm promedio de diez plantas (Tabla 71,72 y 73 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	1.209	1.231	1.260	3.700	1.233
SRK 306-2	1.220	1.220	1.237	3.677	1.226
SRK 309-3	1.195	1.229	1.245	3.669	1.223
SRK 318-10	1.288	1.264	1.295	3.847	1.282
SRK 324-3	1.266	1.268	1.240	3.774	1.258
SRK 327-2	1.147	1.190	1.210	3.547	1.182
SRK 344-3	1.240	1.248	1.180	3.668	1.223
SRK 364-5	1.136	1.239	1.225	3.600	1.200
SRK 367-1	1.219	1.230	1.293	3.742	1.247
SRK 413-10	1.214	1.231	1.181	3.626	1.209
CICA 2006	1.224	1.231	1.227	3.682	1.227
<b>TOTAL</b>	13.358	13.581	13.593	40.532	1.228

**Tabla 32**

*Análisis de varianza para diámetro de grano*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	0.022682	0.002268	2.7988	2.35	3.37	*	NS
Bloques	2	0.003193	0.001596	1.9699	3.49	5.85	NS	NS
Error	20	0.016209	0.000810					
Total	32	0.042084						
CV: 2.32 %								

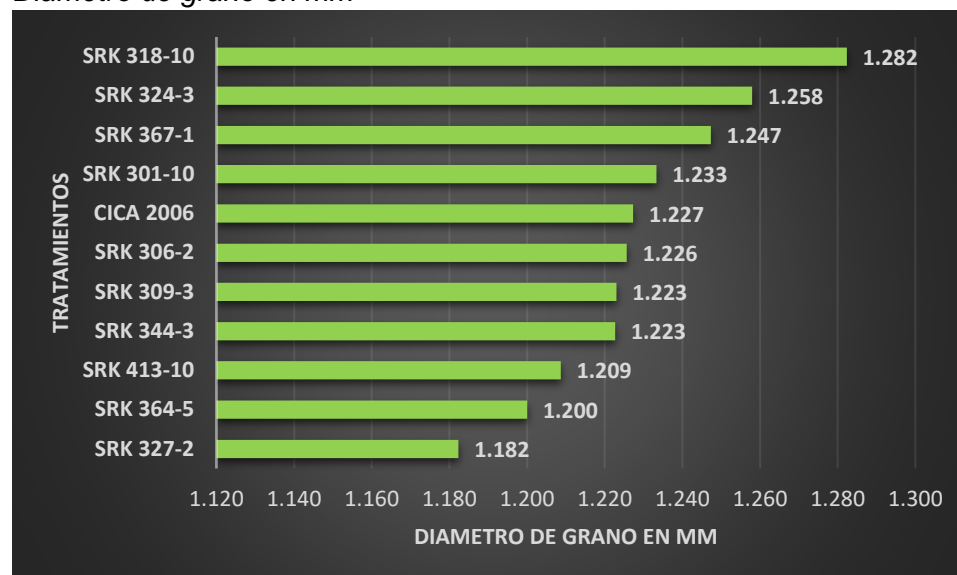
**Tabla 33**

*Prueba de Tukey para diámetro de grano*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) $\alpha$ 0.05
	Clave	Promedio	
I	SRK 318-10	1.282	a
II	SRK 324-3	1.258	a b
III	SRK 367-1	1.247	a b
IV	SRK 301-10	1.233	a b
V	CICA 2006	1.227	a b
VI	SRK 306-2	1.226	a b
VII	SRK 309-3	1.223	a b
VIII	SRK 344-3	1.223	a b
IX	SRK 413-10	1.209	a b
X	SRK 364-5	1.200	a b
XI	SRK 327-2	1.182	b
ALS (T) 0.05: 0.084			

**Figura 24**

*Diámetro de grano en mm*



### 6.2.8. Peso de broza fina

**Tabla 34**

*Peso de broza fina en gramos promedio de diez plantas (Tabla 74,75 y 76 del Anexo 02)*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	76.300	79.400	74.000	229.700	76.567
SRK 306-2	55.600	57.700	70.700	184.000	61.333
SRK 309-3	75.200	74.500	60.800	210.500	70.167
SRK 318-10	76.300	44.500	50.500	171.300	57.100
SRK 324-3	49.700	52.100	33.100	134.900	44.967
SRK 327-2	41.200	40.000	53.900	135.100	45.033
SRK 344-3	93.200	68.500	79.300	241.000	80.333
SRK 364-5	56.400	56.300	77.300	190.000	63.333
SRK 367-1	58.000	70.000	80.400	208.400	69.467
SRK 413-10	193.200	137.300	118.900	449.400	149.800
CICA 2006	47.600	71.400	50.300	169.300	56.433
<b>TOTAL</b>	822.700	751.700	749.200	2323.600	70.412

**Tabla 35**

*Análisis de varianza para peso de broza fina*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	24709.187500	2470.918701	9.7815	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	316.640625	158.320313	0.6267	0.254	0.050	*	*
Error	20	5052.250000	252.612503					
Total	32	30078.078125						

CV: 22.57 %

**Tabla 36**

*Prueba de Tukey para peso de broza fina*

OM	TRATAMIENTO		ALS (T) $\alpha$	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 413-10	149.800	a	a
II	SRK 344-3	80.333	b	b
III	SRK 301-10	76.567	b	b
IV	SRK 309-3	70.167	b	b
V	SRK 367-1	69.467	b	b
VI	SRK 364-5	63.333	b	b
VII	SRK 306-2	61.333	b	b
VIII	SRK 318-10	57.100	b	b
IX	CICA 2006	56.433	b	b
X	SRK 327-2	45.033	b	b
XI	SRK 324-3	44.967	b	b
ALS (T) 0.05: 46.891		ALS (T) 0.01: 56.801		

**Figura 25**

*Peso de broza fina en gramos*



### 6.2.9 Peso de tallo seco

**Tabla 37**

*Peso de tallo seco en gramos promedio de diez plantas*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	94.000	110.000	102.000	306.000	102.000
SRK 306-2	84.000	62.000	92.000	238.000	79.333
SRK 309-3	92.000	92.000	100.000	284.000	94.667
SRK 318-10	76.000	70.000	90.000	236.000	78.667
SRK 324-3	86.000	84.000	76.000	246.000	82.000
SRK 327-2	68.000	102.000	78.000	248.000	82.667
SRK 344-3	80.000	58.000	52.000	190.000	63.333
SRK 364-5	56.000	74.000	92.000	222.000	74.000
SRK 367-1	66.000	50.000	78.000	194.000	64.667
SRK 413-10	162.000	88.000	88.000	338.000	112.667
CICA 2006	58.000	70.000	64.000	192.000	64.000
<b>TOTAL</b>	922.000	860.000	912.000	2694.000	81.636

**Tabla 38**

*Análisis de varianza para peso de tallo seco*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	7664.953125	766.495300	2.3479	2.35	3.37	NS	NS
Bloques	2	201.468750	100.734375	0.3086	0.254	0.050	*	*
Error	20	6529.218750	326.460938					
Total	32	14395.640625						

CV: 22.13 %

**Tabla 39***Orden de mérito para peso de tallo seco*

OM	TRATAMIENTO	
	Clave	Promedio
I	SRK 413-10	112.667
II	SRK 301-10	102.000
III	SRK 309-3	94.667
IV	SRK 327-2	82.667
V	SRK 324-3	82.000
VI	SRK 306-2	79.333
VII	SRK 318-10	78.667
VIII	SRK 364-5	74.000
IX	SRK 367-1	64.667
X	CICA 2006	64.000
XI	SRK 344-3	63.333

**Figura 26***Peso de tallo seco en gramos*

### 6.2.10 Peso de 1000 granos

**Tabla 40**

*Peso de 1000 granos en gramos*

Tratamiento	BLOQUE			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
SRK 301-10	0.680	0.930	0.760	2.370	0.790
SRK 306-2	0.690	0.640	0.630	1.960	0.653
SRK 309-3	0.800	0.800	0.660	2.260	0.753
SRK 318-10	0.950	0.820	0.860	2.630	0.877
SRK 324-3	0.730	0.770	0.770	2.270	0.757
SRK 327-2	0.670	0.660	0.640	1.970	0.657
SRK 344-3	0.770	0.610	0.670	2.050	0.683
SRK 364-5	0.720	0.770	0.700	2.190	0.730
SRK 367-1	0.770	0.740	0.810	2.320	0.773
SRK 413-10	0.800	0.760	0.710	2.270	0.757
CICA 2006	0.810	0.800	0.800	2.410	0.803
<b>TOTAL</b>	8.390	8.300	8.010	24.700	0.748

**Tabla 41**

*Análisis de varianza para peso de 1000 granos*

F de V	GL	SC	CM	FC	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	10	0.132029	0.013203	3.6060	2.35	3.37	*	*
Bloques	2	0.007174	0.003587	0.9796	0.254	0.050	*	*
Error	20	0.073227	0.003661					
Total	32	0.212429						
CV: 8.08 %								

**Tabla 42**

*Prueba de Tukey para peso de 1000 granos*

OM	TRATAMIENTO		DLS (T) <sup>a</sup>	
	Clave	Promedio	0.05	0.01
I	SRK 318-10	0.877	a	a
II	CICA 2006	0.803	a b	a b
III	SRK 301-10	0.790	a b	a b
IV	SRK 367-1	0.773	a b	a b
V	SRK 324-3	0.757	a b	a b
VI	SRK 413-10	0.757	a b	a b
VII	SRK 309-3	0.753	a b	a b
VIII	SRK 364-5	0.730	a b	a b
IX	SRK 344-3	0.683	b	a b
X	SRK 327-2	0.657	b	b
XI	SRK 306-2	0.653	b	b
ALS (T) 0.05: 0.179		ALS (T) 0.01: 0.216		

**Figura 27**

*Peso de 1000 granos en gramos*



## 6.3 Evaluaciones de características botánicas

### 6.3.1 Caracterización general de la planta

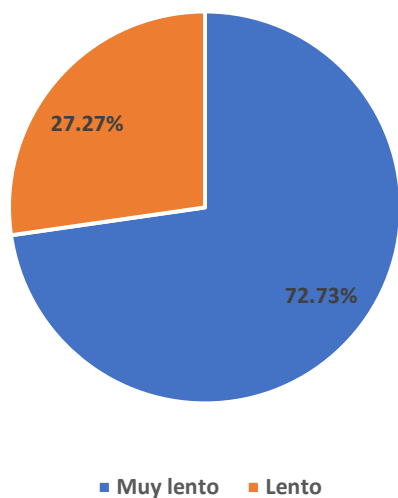
**Tabla 43**

*Grado de germinación, homogeneidad de germinación, color de los cotiledones, hábito de crecimiento y caracteres de la raíz*

Tratamiento	Grado de germinación	Homogeneidad de germinación	Color de los cotiledones	Hábito de crecimiento	Caracteres de la raíz
SRK 301-10	Lento	Regular	Pigmentado (haz y envés)	Erguido	Pivotante, muy ramificada
SRK 306-2	Muy lento	Regular	Verde haz y pigmentado envés	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 309-3	Muy lento	Regular	Verde haz y pigmentado envés	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 318-10	Muy lento	Irregular	Pigmentado (haz y envés)	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 324-3	Muy lento	Irregular	Pigmentado (haz y envés)	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 327-2	Muy lento	Irregular	Pigmentado (haz y envés)	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 344-3	Muy lento	Regular	Verde haz y pigmentado envés	Erguido	Pivotante, poco ramificada
SRK 364-5	Muy lento	Irregular	Pigmentado (haz y envés)	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 367-1	Muy lento	Irregular	Pigmentado (haz y envés)	Postrado	Pivotante, poco ramificada
SRK 413-10	Lento	Irregular	Verde haz y pigmentado envés	Erguido	Pivotante, muy ramificada
CICA 2006	Lento	Irregular	Verde haz y pigmentado envés	Erguido	Pivotante, muy ramificada
	Muy lento 72.73%	Irregular 63.64%	Pigmentado (haz y envés) 54.55%	Postrado 63.64%	Pivotante, poco ramificada 72.73%
	Lento 27.27%	Regular 36.36%	Verde haz y pigmentado envés 45.45%	Erguido 36.36%	Pivotante, muy ramificada 27.27%

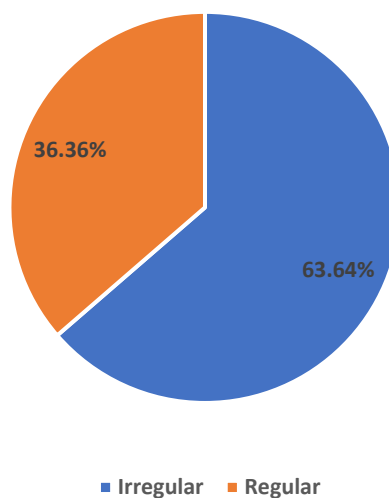
**Figura 29**

*Grado de germinación*



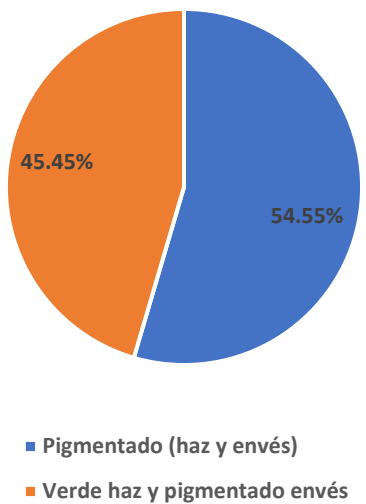
**Figura 28**

*Homogeneidad de germinación*



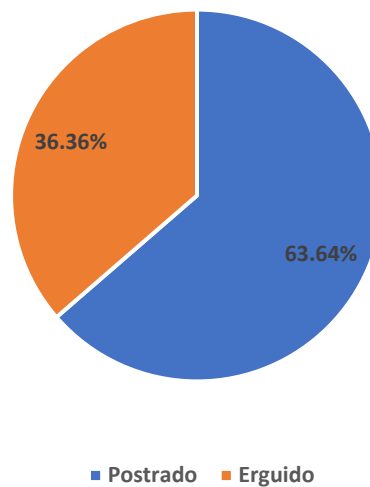
**Figura 30**

*Color de los cotiledones*



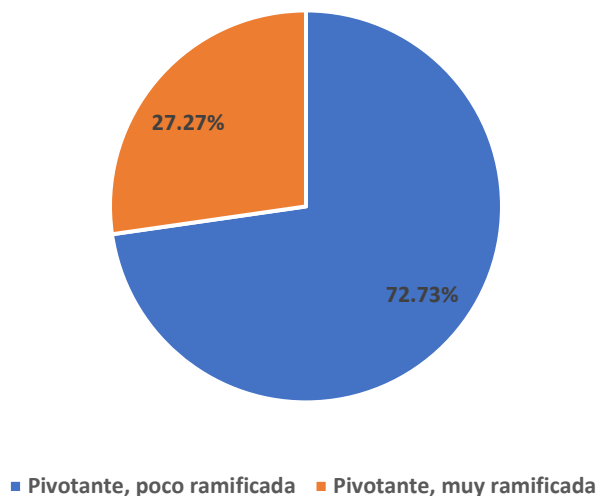
**Figura 31**

*Hábito de crecimiento*



**Figura 32**

*Caracteres de la raíz*



### 6.3.2 Características botánicas del tallo

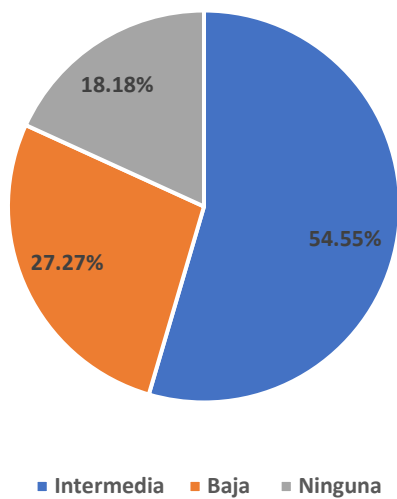
**Tabla 44**

*Color, pubescencia y ramificación del tallo*

Tratamiento	Color	Pubescencia	Ramificación
SRK 301-10	Amarillo	Baja	Pocas ramas
SRK 306-2	Amarillo	Intermedia	Sin ramas
SRK 309-3	Púrpura	Baja	Sin ramas
SRK 318-10	Amarillo	Intermedia	Sin ramas
SRK 324-3	Amarillo	Intermedia	Sin ramas
SRK 327-2	Amarillo	Baja	Pocas ramas
SRK 344-3	Amarillo	Ninguna	Pocas ramas
SRK 364-5	Púrpura	Intermedia	Sin ramas
SRK 367-1	Púrpura	Intermedia	Sin ramas
SRK 413-10	Amarillo	Ninguna	Muchas ramas
CICA 2006	Rojo	Intermedia	Sin ramas
Amarillo 63.64%		Intermedia 54.55%	Sin ramas 63.64%
Púrpura 27.27%		Baja 27.27%	Pocas ramas 27.27%
Rojo 9.09%		Ninguna 18.18%	Muchas ramas 9.09%

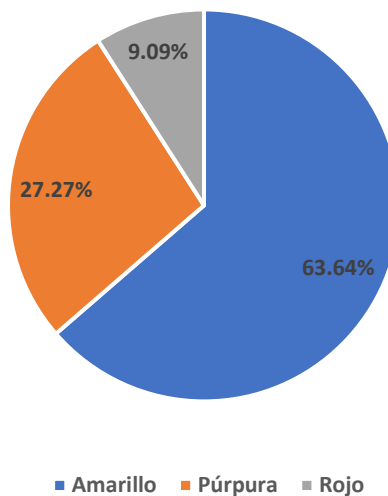
**Figura 33**

*Pubescencia del tallo*



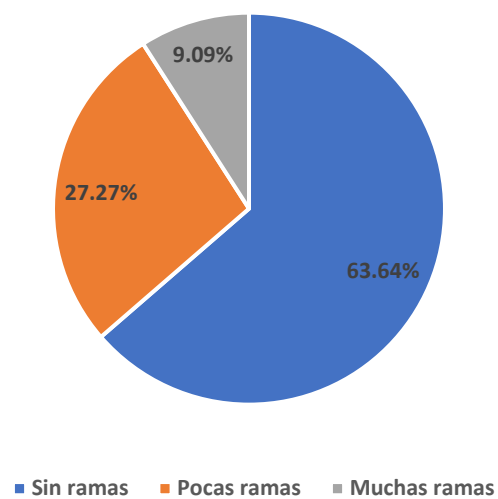
**Figura 34**

*Color del tallo*



**Figura 35**

*Ramificación del tallo*



### 6.3.3. Características botánicas de la panoja

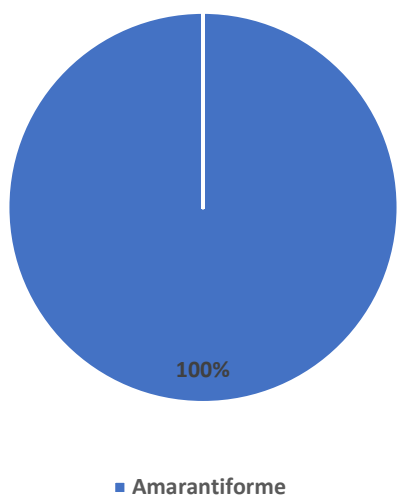
**Tabla 45**

*Forma de panoja, tipo de panoja, densidad de panoja, actitud de panoja, color de panoja y presencia de panoja axilar*

Tratamiento	Forma de panoja	Tipo de panoja	Densidad de panoja	Actitud de panoja principal	Color de panoja	Presencia de panoja axilar
SRK 301-10	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Erecta	Pardo	Presente
SRK 306-2	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Compacta	Erecta	Rosado	Ausente
SRK 309-3	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Semierecta	Púrpura	Presente
SRK 318-10	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Semierecta	Rosado	Ausente
SRK 324-3	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Semierecta	Rosado	Ausente
SRK 327-2	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Decumbente	Amarillo	Ausente
SRK 344-3	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Erecta	Amarillo	Presente
SRK 364-5	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Semierecta	Rosado	Ausente
SRK 367-1	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Semierecta	Rosado	Ausente
SRK 413-10	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Compacta	Erecta	Amarillo	Presente
CICA 2006	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Compacta	Erecta	Púrpura	Ausente
	Amarantiforme	Diferenciada y terminal	Intermedia	Erecta	Rosado	Ausente
	100%	100%	72.73%	45.45%	45.45%	63.64%
			Compacta	Semierecta	Amarillo	Presente
			27.27%	45.45%	27.27%	36.36%
				Decumbente	Púrpura	
				9.09%	18.18%	
					Pardo	
					9.09%	

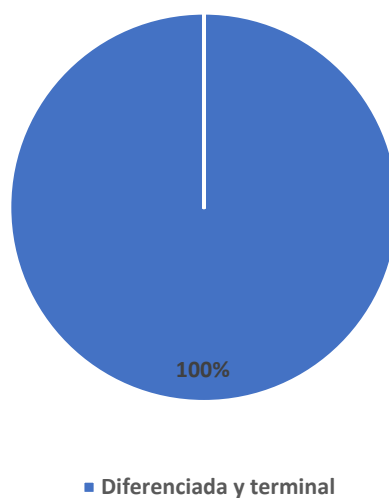
**Figura 37**

*Forma de panoja*



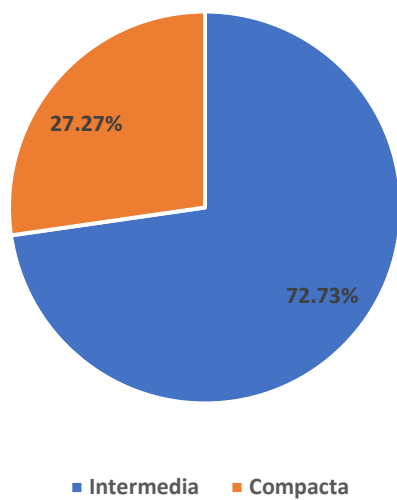
**Figura 36**

*Tipo de panoja*



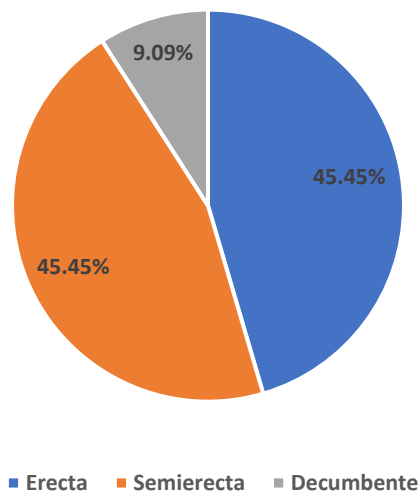
**Figura 38**

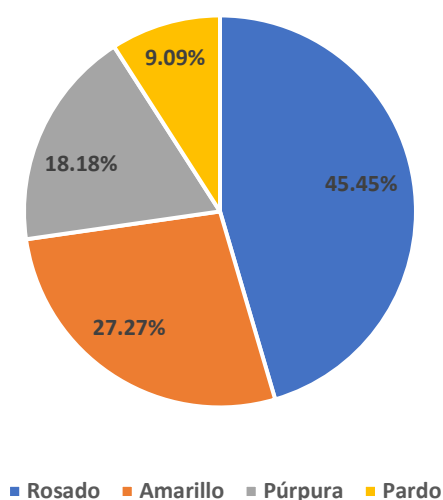
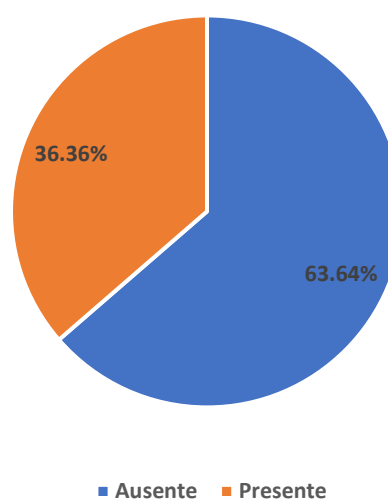
*Densidad de panoja*



**Figura 39**

*Actitud de panoja principal*

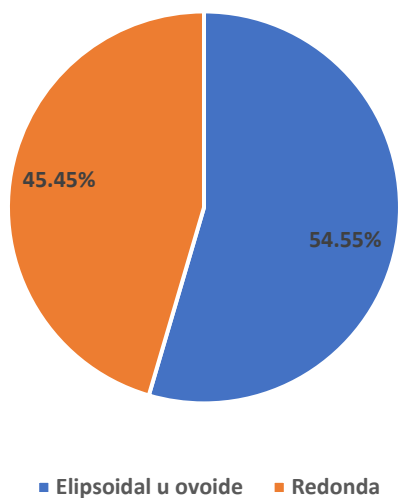


**Figura 41***Color de panoja***Figura 40***Presencia de panoja axilar***6.3.4 Características botánicas del grano****Tabla 46***Forma, color y tipo de grano*

Tratamiento	Forma	Color	Tipo
SRK 301-10	Redonda	Amarillo grisáceo	Intermedio
SRK 306-2	Elipsoidal u ovoide	Blanco amarillento	Opaco
SRK 309-3	Elipsoidal u ovoide	Blanco amarillento	Intermedio
SRK 318-10	Redonda	Blanco amarillento	Intermedio
SRK 324-3	Redonda	Blanco amarillento	Intermedio
SRK 327-2	Redonda	Blanco amarillento	Opaco
SRK 344-3	Elipsoidal u ovoide	Amarillo grisáceo	Opaco
SRK 364-5	Elipsoidal u ovoide	Amarillo grisáceo	Translúcido o hialino
SRK 367-1	Elipsoidal u ovoide	Amarillo grisáceo	Translúcido o hialino
SRK 413-10	Elipsoidal u ovoide	Amarillo grisáceo	Opaco
CICA 2006	Redonda	Blanco amarillento	Opaco
Elipsoidal u ovoide 54.55%		Blanco amarillento 54.55%	Opaco 45.45%
Redonda 45.45%		Amarillo grisáceo 45.45%	Intermedio 36.36%
			Translúcido o hialino 18.18%

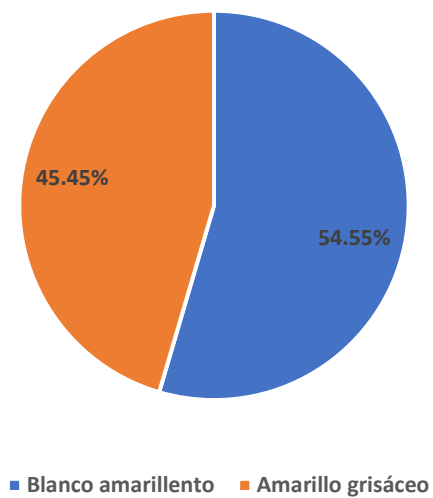
**Figura 43**

*Forma de grano*



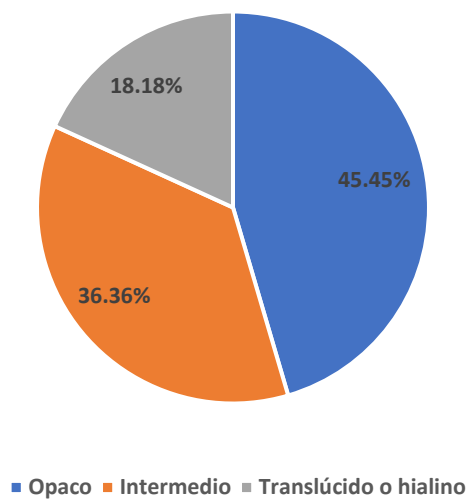
**Figura 42**

*Color de grano*



**Figura 44**

*Tipo de grano*



### 6.3.5 Características botánicas de hoja

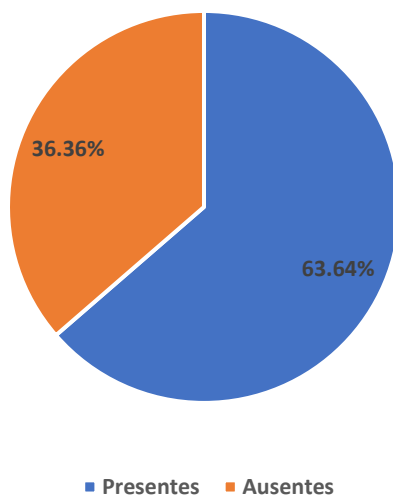
**Tabla 47**

*Espinas en axilas de hojas, pubescencia en las hojas y pigmentación de la hoja*

Tratamiento	Espinas en las axilas de las hojas	Pubescencia foliar	Pigmentación de la hoja
SRK 301-10	Ausentes	Baja	Margen y venas pigmentadas
SRK 306-2	Ausentes	Nada	Margen y venas pigmentadas
SRK 309-3	Presentes	Baja	Margen y venas pigmentadas
SRK 318-10	Ausentes	Nada	Margen y venas pigmentadas
SRK 324-3	Ausentes	Nada	Margen y venas pigmentadas
SRK 327-2	Presentes	Nada	Margen y venas pigmentadas
SRK 344-3	Presentes	Nada	Verde normal
SRK 364-5	Ausentes	Nada	Margen y venas pigmentadas
SRK 367-1	Ausentes	Nada	Margen y venas pigmentadas
SRK 413-10	Presentes	Nada	Verde normal
CICA 2006	Ausentes	Intermedia	Margen y venas pigmentadas
	Ausentes 63.64%	Nada 72.73%	Margen y venas pigmentadas 81.82%
	Presentes 36.36%	Baja 18.18%	Verde normal 18.18%
		Intermedia 9.09%	

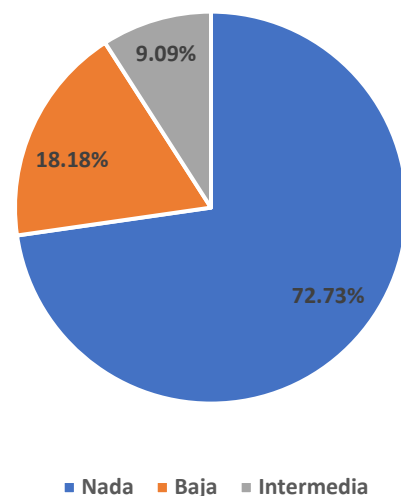
**Figura 46**

*Espinas en las axilas de las hojas*



**Figura 45**

*Pubescencia foliar*



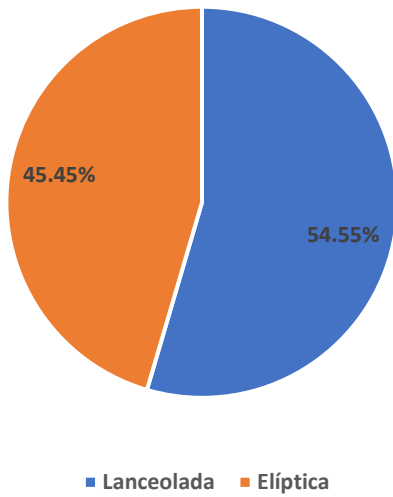
### Pigmentación de la hoja



Tratamiento	Forma de hoja	Márgenes de hoja	Prominencia de venas de las hojas	Pigmentación del peciolo
SRK 301-10	Lanceolada	Ondulada	Prominente	Rosado
SRK 306-2	Elíptica	Carenada	Prominente	Verde
SRK 309-3	Lanceolada	Ondulada	Suave	Púrpura
SRK 318-10	Lanceolada	Ondulada	Prominente	Verde
SRK 324-3	Lanceolada	Ondulada	Prominente	Rosado
SRK 327-2	Elíptica	Ondulada	Prominente	Verde
SRK 344-3	Elíptica	Ondulada	Suave	Rosado
SRK 364-5	Lanceolada	Carenada	Prominente	Rosado
SRK 367-1	Lanceolada	Carenada	Prominente	Rosado
SRK 413-10	Elíptica	Ondulada	Suave	Púrpura
CICA 2006	Elíptica	Carenada	Prominente	Púrpura
	Lanceolada 54.55%	Ondulada 63.64%	Prominente 72.73%	Rosado 45.45%
	Elíptica 45.45%	Carenada 36.36%	Suave 27.27%	Púrpura 27.27%
				Verde 27.27%

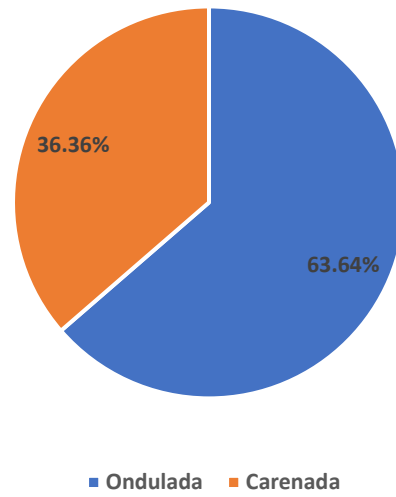
**Figura 49**

*Forma de hoja*



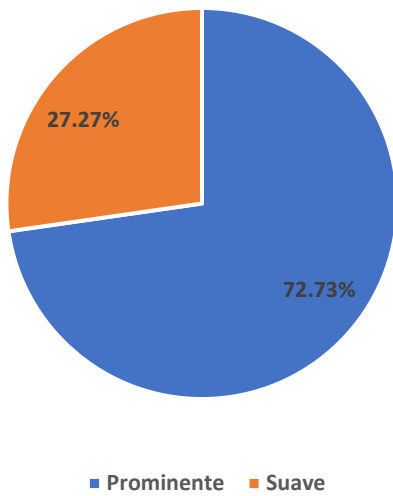
**Figura 48**

*Márgenes de la hoja*



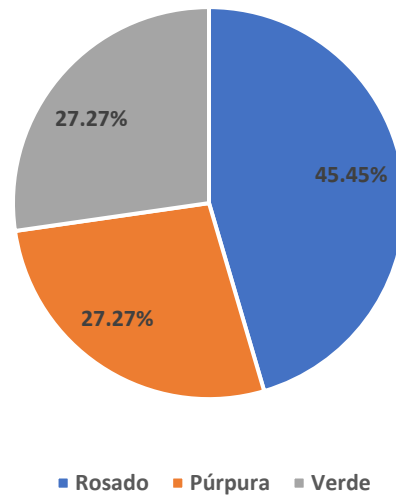
**Figura 50**

*Prominencia de venas en las hojas*



**Figura 51**

*Pigmentación del peciolo*



## **VII DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **7.1 De rendimiento de grano**

#### **7.1.1 Rendimiento de grano por planta**

En la tabla 7, se tiene el promedio general de rendimiento de grano por planta de 76.03 gramos, del cual se tiene el valor más alto perteneciente a la línea SRK 413-10 cuyo promedio es de 133.60 gramos y el valor más bajo perteneciente a la línea SRK 324-3 con un promedio de 54.43 gramos.

En la tabla 8, se presenta el análisis de varianza, el cual indica que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 26.05%, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable rendimiento de grano por planta.

En la prueba estadística de Tukey, el cual se presenta en la tabla 9 se puede determinar al 95% de confianza que las líneas SRK 413-10 con 133.60 g, SRK 309-3 con 86.10 g, SRK 364-5 con 80.20 g y SRK 344-3 con 77.867 g, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas. Al 99% de confianza, las líneas SRK 413-10 con 133.600 g, SRK 309-3 con 86.10 g, SRK 364-5 con 80.20 g, SRK 344-3 con 77.867 g, SRK 367-1 con 73.33 g, SRK 301-10 con 73.30 g, CICA 2006 con 70.57 g y SRK 318-10 con 66.90 g son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas evaluadas.

Según los estudios realizados por Huamanguillas (2023), el peso de grano promedio de diez plantas de 14 líneas promisorias de grano fue de 53.98 gramos. En contraste, en esta investigación para las 10 líneas y la variedad CICA 2006, se logró obtener un promedio superior de 76.03 gramos. Esto debido a la constitución genética de las líneas con las cuales realicé mi investigación como son SKR 413-10, SRK 309-3, SRK 364-5, SRK 344-3 que destacaron en características como longitud de panoja, ancho de panoja, etc.

### **7.2.2 Rendimiento de grano proyectado a t/ha**

En la tabla 10, se tiene el promedio general de rendimiento de grano transformado a hectáreas de 3.95 t/ha, el valor más alto fue de 5.74 t/ha de la línea SRK 413-10 y el valor más bajo fue de 3.16 t/ha de la línea SRK 324-3.

En la tabla 11, se presenta el análisis de varianza, el cual indica que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 9.92%, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable rendimiento de grano transformado a t/ha.

En la prueba estadística de Tukey, el cual se presenta en la tabla 12 se puede determinar al 95% de confianza que las líneas SRK 413-10 con 5.74 t/ha y SRK 344-3 con 4.79 t/ha, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas. Al 99% de confianza, las líneas SRK 413-10 con 5.74 t/ha, SRK 344-3 con 4.79 t/ha y SRK 309-3 con 4.56 t/ha, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas evaluadas.

Huamanguillas (2023), en su trabajo de investigación menciona que la variedad CICA 2006 alcanzó un rendimiento de 2.37 t/ha, sin embargo, en el presente trabajo de investigación se obtuvo un rendimiento superior de 3.27 t/h; lo cual puede atribuirse a características ambientales como tipo de suelo, fertilización y manejo agronómico adecuado durante la etapa de crecimiento.

## **7.2 De las características agronómicas**

### **7.2.1 Altura de planta**

En la tabla 13, para altura de planta, el promedio general fue de 1.43 metros y la línea que tuvo el valor máximo fue SRK 301-10 con 1.81 metros; mientras que el valor más bajo lo obtuvo la línea SRK 327-2 con 1.11 metros.

En la tabla 14, el análisis de varianza muestra que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 7.23 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable altura de planta.

En la prueba estadística de Tukey, el cual se presenta en la tabla 15 se puede determinar al 95% de confianza que las líneas SRK 301-10 con 1.81 metros, SRK 309-3 con 1.63 metros y CICA 2006 con 1.62 metros de altura, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas. Al 99% de confianza las líneas SRK 301-10 con 1.81 metros, SRK 309-3 con 1.63 metros, CICA 2006 con 1.62 metros y SRK 306-2 con 1.46 metros de altura, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas evaluadas.

Considerando el estudio realizado por Huilca (2013), quien obtuvo un promedio general 1.34 metros de altura y el valor máximo fue de 1.11 metros de la variedad Oscar Blanco; mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio general de 1.43 metros y el valor máximo alcanzó 1.81 metros perteneciente a la línea SRK 301-10. Sin embargo, fue inferior al resultado que obtuvo Panihuara (2023) quien obtuvo como altura promedio 1.89 metros y el valor máximo fue de 2.06 metros, principalmente debido a las características botánicas de las líneas en estudio en cuanto a la actitud de panoja, las cuales fueron 45.45% semierectas y 9.09% decumbentes, lo cual redujo el promedio general para esta variable.

### **7.2.2 Diámetro de tallo**

En la tabla 16, el promedio general de diámetro de tallo fue de 2.58 cm y el valor máximo fue de 2.85 cm de la línea SRK 413-10; mientras que el valor más bajo fue de 2.27 cm de la variedad CICA 2006.

En la tabla 17, el análisis de varianza muestra que, para tratamientos al 95% de confianza existe diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad de 8.02 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable diámetro de tallo.

En la prueba estadística de Tukey, el cual se presenta en la tabla 18 se puede determinar al 95% de confianza que las líneas SRK 413-10 con 2.85 cm, SRK 301-10 con 2.85 cm, SRK 318-10 con 2.74 cm, SRK 324-3 con 2.72 cm, SRK 364-5 con 2.63 cm, SRK 309-3 con 2.54 cm, SRK 327-2 con 2.51 cm, SRK 344-3 con 2.50 cm, SRK 306-2 con 2.41 cm, SRK 367-1 con 2.37 cm y CICA 2006 con 2.27 cm de diámetro, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar.

Huillca (2013), obtuvo un promedio general 1.86 cm de diámetro de tallo y el valor máximo lo obtuvo el compuesto 3 con 1.96 cm; sin embargo, en esta investigación se logró alcanzar a un promedio general de 2.58 cm y el valor máximo fue de la línea SRK 413-10 con 2.85 cm. Para esta variable se obtuvo un promedio mayor debido al tipo de suelo y la altitud en la cual se realizaron ambos estudios, en la presente investigación se realizó en condiciones de K'ayra a una altitud de 3219 m; en tanto que Huillca (2013) realizó su estudio en la localidad de Chillipampa a una altitud de 3570 m.

### **7.2.3 Longitud de hoja**

En la tabla 19, se muestra el promedio general de longitud de hoja, el cual fue de 19.18 cm y el valor más alto alcanzó la línea 309-3 con 21.07 cm; mientras que el valor más bajo lo tuvo la línea SRK 327-2 con 16.16 cm.

El análisis de varianza de la tabla 20, permite estimar al 95% y 99% de confianza que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa con un coeficiente de variabilidad de 4.92 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable longitud de hoja.

En la prueba estadística de Tukey, el cual se presenta en la tabla 21 se puede determinar al 95% de confianza que las líneas SRK 309-3 con 21.07 cm, SRK 324-3 con 20.31 cm, SRK 306-2 con 20.08 cm, SRK 413-10 con 19.99 cm, SRK 364-5 con 19.98 cm, SRK 301-10 con 19.75 cm, SRK 344-3 con 19.04 cm y SRK 367-1 con 18.56 cm de longitud, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a las demás líneas evaluadas. Al 99% de

confianza, las líneas SRK 309-3 con 21.07 cm, SRK 324-3 con 20.31 cm, SRK 306-2 con 20.08 cm, SRK 413-10 con 19.99 cm, SRK 364-5 con 19.98 cm, SRK 301-10 con 19.75 cm, SRK 344-3 con 19.04 cm y SRK 367-1 con 18.56 cm, SRK 318-10 con 18.22 cm y CICA 2006 con 17.84 cm de longitud son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar, siendo superiores a la línea SRK 327-2 con 16.16 cm de longitud.

El promedio general de longitud de hoja que obtuvo Huamanguillas (2023), fue de 14.26 cm y el valor máximo lo obtuvo la línea SRK 342-4A con 15.10 cm; este resultado fue inferior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación en el cual se logró alcanzar un promedio general de 19.18 cm y el valor máximo lo obtuvo la línea SRK 309-3 con 21.07 cm. Esto debido a características ambientales como tipo de suelo, fertilización y manejo agronómico adecuado durante la etapa de crecimiento.

#### **7.2.4 Ancho de hoja**

En la tabla 22, se muestra el promedio general de ancho de hoja, el cual fue de 9.71 cm y el valor máximo lo obtuvo la línea SRK 413-10 con 10.51 cm; mientras que el valor más bajo lo tuvo la línea SRK 318-10 con 8.96 cm.

En la tabla 23, el análisis de varianza muestra que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 4.90 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable ancho de hoja.

En la prueba estadística de Tukey, el cual se presenta en la tabla 24, se puede determinar al 95% de confianza que las líneas SRK 413-10 con 10.51 cm, SRK 301-10 con 10.35 cm, SRK 364-5 con 10.26 cm, SRK 306-2 con 10.07 cm, SRK 309-3 con 10.05 cm, SRK 324-3 con 9.67 cm, SRK 367-1 con 9.38 cm, SRK 344-3 con 9.32 cm y CICA 2006 con 9.26 cm, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar por encima de las líneas SRK 327-2 con 9.00 cm y SRK 318-10 con 8.96 cm. Sin embargo, al 99% de confianza las líneas SRK 413-10 con 10.51 cm, SRK 301-10 con 10.35 cm, SRK 364-5 con 10.26 cm, SRK 306-2 con 10.07 cm,

SRK 309-3 con 10.05 cm, SRK 324-3 con 9.67 cm, SRK 367-1 con 9.38 cm, SRK 344-3 con 9.32 cm y CICA 2006 con 9.26 cm, SRK 327-2 con 9.00 cm y SRK 318-10 con 8.96 cm son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar.

Panihuara (2023), para ancho de hoja obtuvo 9.33 cm de promedio general y el valor máximo fue 10.43 cm del compuesto CCGK-13-15; estos resultados son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación en el cual se logró alcanzar un promedio general de 9.71 cm y como valor máximo se tiene 10.51 cm de la línea SRK 413-10. Así mismo, estos resultados son superiores a los obtenidos por Huamanguillas (2023), en el cual alcanzó un promedio general de 6.61 cm y su valor máximo fue de 7.13 cm de la línea SRK 365-2. Se logró obtener un promedio superior principalmente debido al correcto manejo agronómico que se realizó en cuanto a tipo de suelo, suministro de riego, fertilización, manejo y control de malezas, aporques adecuados, etc.

#### **7.2.5 Longitud de panoja principal**

En la tabla 25, se muestra el promedio general para longitud de panoja, el cual fue de 62.08 cm y el valor máximo lo obtuvo la línea SRK 327-2 con 70.78 cm; mientras que el valor más bajo se presentó en la línea SRK 344-3 con 51.03 cm.

En la tabla 26, el análisis de varianza indica que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 6.79 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable longitud de panoja.

La prueba estadística de Tukey, en la tabla 27, evidencia que al 95% de confianza las líneas SRK 327-2 con 70.78 cm, SRK 364-5 con 69.07 cm, CICA 2006 con 66.46 cm, SRK 324-3 con 65.19 cm, SRK 301-10 con 63.76 cm, SRK 318-10 con 63.720 cm, SRK 367-1 con 62.72 cm y SRK 309-3 con 60.41 cm, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar por encima de las líneas SRK 413-10 con 57.45 cm, SRK 306-2 con 52.27 cm y SRK 344-3 con 51.03 cm. Al 99% de confianza las líneas SRK 327-2 con 70.78 cm, SRK 364-5 con 69.07 cm, CICA 2006 con 66.46 cm, SRK 324-3 con 65.19 cm, SRK 301-10 con 63.76 cm, SRK 318-10 con

63.720 cm, SRK 367-1 con 62.72 cm, SRK 309-3 con 60.41 cm y SRK 413-10 con 57.45 cm son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar por encima de las líneas SRK 306-2 con 52.27 cm y SRK 344-3 con 51.03 cm.

El promedio general para longitud de panoja que obtuvo Huamanguillas (2023) fue de 52.62 cm y el valor máximo lo alcanzó la línea SRK-342-5B con 63.98; Sin embargo, estos resultados son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación en el cual se logró alcanzar un promedio general de 62.08 cm y como valor máximo se obtuvo 70.78 cm de la línea SRK 327-2. Para esta variable se logró alcanzar un promedio superior debido a las características propias de las líneas en estudio que destacan en longitud de panoja como son las líneas SRK 327-2, SRK 364-5, entre otras.

#### **7.2.6 Ancho de panoja**

En la tabla 28, el promedio general de ancho de panoja alcanzó 13.84 cm y el valor más alto fue 16.53 cm de la línea SRK 364-5; mientras que el valor más bajo se presentó en la línea SRK 327-2 con 9.63 cm.

En la tabla 29, el análisis de varianza indica que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 13.35 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable ancho de panoja.

La prueba estadística de Tukey, en la tabla 30, evidencia al 95% y 99% de confianza que las líneas SRK 364-5 con 16.52 cm, SRK 344-3 con 15.99 cm, SRK 413-10 con 15.50 cm, SRK 309-3 con 15.48 cm, SRK 367-1 con 15.28 cm, SRK 301-10 con 13.78 cm, SRK 306-2 con 13.45 cm, CICA 2006 con 12.34 cm, SRK 318-10 con 12.24 cm y SRK 324-3 con 12.00 cm, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar por encima de la línea SRK 327-2 con 9.63 cm. Al 95 % de confianza, las líneas SRK 301-10 con 13.78 cm, SRK 306-2 con 13.45 cm, CICA 2006 con 12.34 cm, SRK 318-10 con 12.24 cm y SRK 324-3 con 12.00 cm y SRK 327-2 con 9.63 cm son iguales estadísticamente y ocupan el segundo lugar; mientras que al 99% de confianza

las líneas SRK 344-3 con 15.99 cm, SRK 413-10 con 15.50 cm, SRK 309-3 con 15.48 cm, SRK 367-1 con 15.28 cm, SRK 301-10 con 13.78 cm, SRK 306-2 con 13.45 cm, CICA 2006 con 12.34 cm, SRK 318-10 con 12.24 cm, SRK 324-3 con 12.00 cm y SRK 327-2 con 9.63 cm, son estadísticamente iguales y comparten el segundo lugar.

Huamanguillas (2023) obtuvo un promedio general para ancho de panoja de 10.36 cm y el valor máximo lo alcanzó la línea SRK-342-5B con 12.28 cm; Sin embargo, estos resultados son inferiores a los obtenidos en el presente estudio, en el cual se logró alcanzar un promedio general de 13.84 cm y como valor máximo se obtuvo 16.52 cm de la línea SRK 364-5. Para esta variable se logró alcanzar un promedio superior debido a las características propias de las líneas en estudio que destacan en ancho de panoja como son las líneas SRK 364-5, SRK 344-3, SRK 413-10, SRK 309-3 Y SRK 367-1.

#### **7.2.7 Diámetro de grano**

En la tabla 31, el promedio general de diámetro de grano alcanzó 1.23 mm y el valor más alto fue 1.28 mm de la línea SRK 318-10; mientras que el valor más bajo se presentó en la línea SRK 327-2 con 1.18 mm.

En la tabla 32, el análisis de varianza indica que, para tratamientos, existe diferencia significativa al 95% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 2.32 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable diámetro de grano.

La prueba estadística de Tukey, en la tabla 33, evidencia al 95% de confianza que las líneas SRK 318-10 con 1.28 mm, SRK 324-3 con 1.26 mm, SRK 367-1 con 1.25 mm, SRK 301-10 con 1.23 mm, CICA 2006 con 1.23 mm, SRK 306-2 con 1.23 mm, SRK 309-3 con 1.22 mm, SRK 344-3 con 1.22 mm, SRK 413-10 con 1.21 mm y SRK 364-5 con 1.20 mm, son estadísticamente iguales y comparten el primer lugar por encima de la línea SRK 327-2 con 1.18 mm. Además, las líneas SRK 324-3 con 1.26 mm, SRK 367-1 con 1.25 mm, SRK 301-10 con 1.23 mm, CICA 2006 con 1.23 mm, SRK 306-2 con 1.23 mm, SRK 309-3 con 1.22 mm, SRK 344-

3 con 1.22 mm, SRK 413-10 con 1.21 mm, SRK 364-5 con 1.20 mm y SRK 327-2 con 1.18 mm son estadísticamente iguales y comparten el segundo lugar.

El promedio general para diámetro de grano que obtuvo Huamanguillas (2023) fue de 1.23 mm y el valor máximo lo alcanzó la línea SRK-342-5B con 1.26 mm, estos resultados son iguales a los obtenidos en el presente estudio, en el cual se logró alcanzar un promedio general de 1.23 mm y como valor máximo se obtuvo 1.28 mm de la línea SRK 318-10. Para esta variable no hubo diferencias debido al tamaño estándar del grano de kiwicha, la cual no presenta diferencias significativas.

#### **7.2.8 Peso de broza fina**

En la tabla 34, el promedio general de rendimiento de broza fina fue 70.41 gramos y el valor más alto fue 149.80 gramos de la línea SRK 413-10; mientras que el valor más bajo se presentó en la línea SRK 324-3 con 44.97 gramos.

El análisis de varianza de la tabla 35, indica que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 22.57 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable rendimiento de broza fina.

La prueba estadística de Tukey, en la tabla 36, evidencia al 95% y 99% de confianza que la línea SRK 413-10 ocupó el primer lugar y es superior a todas las demás líneas evaluadas. Sin embargo, al 95 % y 99% de confianza, las líneas SRK 344-3 con 80.33 g, SRK 301-10 con 76.57 g, SRK 309-3 con 70.17 g, SRK 367-1 con 69.47 g, SRK 364-5 con 63.33 g, SRK 306-2 con 61.33 g, SRK 318-10 con 57.10 g, CICA 2006 con 56.43 g, SRK 327-2 con 45.03 g y SRK 324-3 con 44.97 g, son estadísticamente iguales y comparten el segundo lugar.

### **7.2.9 Peso de tallo seco**

En la tabla 37, se tiene el promedio general de peso de tallo seco, el cual fue de 81.636 gramos y el valor máximo fue de 112.667 gramos de la línea SRK 413-10; mientras que el valor más bajo se presentó en la línea SRK 344-3 con 63.333 gramos.

El análisis de varianza de la tabla 38, indica que, para tratamientos, no existe diferencia significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 22.13 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable rendimiento de tallo seco.

### **7.2.10 Peso de 1000 granos**

En la tabla 40, el promedio general de rendimiento de 1000 granos fue 0.75 gramos y el valor más alto fue 0.88 gramos de la línea SRK 318-10; mientras que el valor más bajo se presentó en la línea SRK 306-2 con 0.65 gramos.

El análisis de varianza de la tabla 41, indica que, para tratamientos, existe diferencia altamente significativa al 95% y 99% de confianza con un coeficiente de variabilidad de 8.08 %, valor que verifica el manejo adecuado del experimento para la variable rendimiento de 1000 granos.

La prueba estadística de Tukey, en la tabla 42, evidencia al 95% de confianza que las líneas SRK 318-10 con 0.88 g, CICA 2006 con 0.80 g, SRK 301-10 con 0.79 g, SRK 367-1 con 0.77 g, SRK 324-3 con 0.76 g, SRK 413-10 con 0.76 g, SRK 309-3 con 0.75 g y SRK 364-5 con 0.73 g, son estadísticamente iguales y ocuparon el primer lugar por encima de las líneas SRK 344-3 con 0.68 g, SRK 327-2 con 0.66 g y SRK 306-2 con 0.65 g. También se evidencia que la variedad CICA 2006 con 0.80 g y las líneas SRK 301-10 con 0.79 g, SRK 367-1 con 0.77 g, SRK 324-3 con 0.76 g, SRK 413-10 con 0.76 g, SRK 309-3 con 0.75 g y SRK 364-5 con 0.73 g, SRK 344-3 con 0.68 g, SRK 327-2 con 0.66 g y SRK 306-2 con 0.65 g son estadísticamente iguales y ocupan el segundo lugar. Al 99% de confianza se evidencia que líneas SRK 318-10 con 0.88 g, CICA 2006 con 0.80 g, SRK 301-10 con 0.79 g, SRK 367-1 con 0.77 g, SRK 324-3 con 0.76 g,

SRK 413-10 con 0.76 g, SRK 309-3 con 0.75 g y SRK 364-5 con 0.73 g y SRK 344-3 con 0.68 g son estadísticamente iguales y ocuparon el primer lugar por encima de las líneas SRK 327-2 con 0.66 g y SRK 306-2 con 0.65 g. También se evidencia que la variedad CICA 2006 con 0.80 g y las líneas SRK 301-10 con 0.79 g, SRK 367-1 con 0.77 g, SRK 324-3 con 0.76 g, SRK 413-10 con 0.76 g, SRK 309-3 con 0.75 g y SRK 364-5 con 0.73 g, SRK 344-3 con 0.68 g, SRK 327-2 con 0.66 g y SRK 306-2 con 0.65 g son estadísticamente iguales y ocupan el segundo lugar.

### **7.3 De las características botánicas**

#### **7.3.1 Caracterización general de la planta**

En la tabla 43, se muestra los resultados para de la caracterización general de la planta, del cual se discuten las siguientes variables:

##### **Grado de germinación**

El 72.73% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 364-5 y SRK 367-1 presentaron grado de germinación muy lento; mientras que las líneas SRK 301-10, SRK 413-10 y el testigo constituido por la variedad CICA 2006 presentaron grado de germinación lento constituyendo el 27.27%.

##### **Homogeneidad de germinación**

El 63.64% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 364-5 y SRK 367-1, SRK 413-10 y el testigo constituido por la variedad CICA 2006 presentaron una homogeneidad irregular en la germinación; mientras el 36.36% que constituyen las líneas SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 309-3 y SRK 344-3 presentaron una homogeneidad regular al momento de la germinación.

##### **Color de los cotiledones**

El 54.55% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 301-10, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 364-5 y SRK 367-1 presentaron color pigmentado en haz y envés; mientras el 45.45% que constituyen las líneas SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 344-3 SRK 413-10 y el testigo

constituido por la variedad CICA 2006 presentaron color verde en el haz y pigmentado en el envés.

#### **Hábito de crecimiento**

El 63.64% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 364-5 y SRK 367-1 tuvieron un hábito de crecimiento postrado; mientras el 36.36% que constituyen las líneas, SRK 301-10, SRK 344-3, SRK 413-10 y el testigo constituido por la variedad CICA 2006 tuvieron un hábito de crecimiento erguido.

#### **Caracteres de la raíz**

El 72.73% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 364-5 y SRK 367-1 presentaron raíz pivotante poco ramificada; mientras el 27.27% que constituyen las líneas, SRK 301-10, SRK 413-10 y el testigo constituido por la variedad CICA 2006 presentaron raíz pivotante muy ramificada.

### **7.3.2 Características del tallo**

En la tabla 44, se muestra los resultados para de las características del tallo, del cual se discuten las siguientes variables:

#### **Color de tallo**

El 63.64% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3 y SRK 413-10 presentaron tallo de color amarillo; mientras el 27.27% que constituyen las líneas SRK 309-3, SRK 364-5, SRK 367-1 presentaron tallo de color púrpura y solo el testigo constituido por la variedad CICA 2006 presentó tallo de color rojo constituyendo el 9.09%.

#### **Pubescencia de tallo**

El 54.55% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 306-2, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 364-5, SRK 367 y el testigo CICA 2006 presentaron tallo de pubescencia intermedia; mientras el 27.27% que constituyen las líneas SRK 301-10, SRK 309-3, y SRK 327-2 presentaron

tallo de pubescencia baja y solo las líneas SRK 344-3 y SRK 413-10 no presentaron pubescencia constituyendo el 18.18%.

### **Ramificación**

El 63.64% de las líneas evaluadas constituidos por SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 364-5, SRK 367 y el testigo constituido por la variedad CICA 2006 no presentaron ramas; mientras el 27.27% que constituyen las líneas SRK 301-10, SRK 327-2 y SRK 344-3 presentaron pocas ramas y solo la línea SRK 413-10 presentó muchas ramas constituyendo el 9.09%

### **7.3.3 Características de panoja**

En la tabla 45, se muestra los resultados de las características de panoja, del cual se discuten las siguientes variables:

#### **Forma de panoja**

Las líneas SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 364-5, SRK 367-1, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 tuvieron forma de panoja amarantiforme al 100%.

#### **Tipo de panoja**

Las líneas SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 364-5, SRK 367-1, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 presentaron panoja diferenciada y terminal al 100%.

#### **Densidad de panoja**

Un 72.73% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 364-5, SRK 367-1 presentaron densidad intermedia; mientras que un 27.27% constituidos por SRK 306-2, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 presentaron densidad compacta.

### **Actitud de panoja principal**

Un 45.45% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 344-3, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 tuvieron actitud de panoja erecta; mientras que un 45.45% constituidos por SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 364-5, SRK 367-1 tuvieron actitud de panoja semierecta y solo un 9.09% constituido por la línea SRK 327-2 tuvo actitud de panoja decumbente.

### **Color de panoja**

Un 45.45% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 306-2, SRK 318-10, SRK 324-3, 364-5, SRK 367-1 presentaron panoja de color rosado; mientras que un 27.27% constituidos por SRK 327-2, SRK 344-3 y SRK 413-10 presentaron panoja de color amarillo, las líneas SRK 309-3 y la variedad CICA 2006 presentaron panojas de color púrpura y representan el 9.09% y solo un 9.09% constituido por la línea SRK 301-10 presentó panoja de color pardo.

### **Presencia de panoja axilar**

Un 63.64% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 306-2, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 364-5, SRK 367-1 y la variedad CICA 2006 no presentaron panoja axilar; mientras que un 36.36% constituidos por SRK 301-10, SRK 309-3, SRK 344-3 y SRK 413-10 si presentaron panoja axilar.

### **7.3.4 Características del grano**

En la tabla 46, se muestra los resultados de las características del grano, del cual se discuten las siguientes variables:

#### **Forma de grano**

Un 54.55% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 344-3, SRK 364-5, SRK 367-1 y SRK 413-10 tuvieron forma de grano elipsoidal u ovoide; mientras que un 45.45% constituidos por SRK 301-10, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2 y la variedad CICA 2006 tuvieron forma de grano redonda.

### **Color de grano**

Un 54.55% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, y la variedad CICA 2006 tuvieron color blanco amarillento de grano; mientras que un 45.45% constituidos por SRK 301-10, SRK 344-3, SRK 364-5, SRK 367-1 y SRK 413-10 tuvieron color amarillo grisáceo de grano.

### **Tipo de grano**

Un 45.45% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 306-2, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 presentaron tipo de grano opaco; mientras que un 36.36% constituidos por SRK 301-10, SRK 309-3, SRK 318-10 y SRK 324-3 tuvieron tipo de grano intermedio y solo las líneas SRK 364-5 y SRK 367-1 tuvieron tipo de grano translúcido o hialino, constituyendo el 18.18%.

## **7.3.5 Características de la hoja**

En las tablas 47 y 48 se muestra los resultados de las características botánicas de hoja del cual se discuten las siguientes variables:

### **Espinas en las axilas de las hojas**

Un 63.64% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 364-5, SRK 367-1 y la variedad CICA 2006 no tuvieron presencia de espinas en las hojas; mientras que un 36.36% constituidos por SRK 309-3, SRK 327-2, SRK 344-3 y SRK 413-10 tuvieron presencia de espinas en las hojas.

### **Pubescencia foliar**

Un 72.73% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 306-2, SRK 318-10, SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 364-5, SRK 367-1 y SRK 413-10 no presentaron pubescencia foliar; mientras que un 18.18% constituidos por SRK 301-10 y SRK 309-3 presentaron pubescencia foliar baja y solo un 9.09% constituido por la variedad CICA 2006 presentó pubescencia intermedia.

### **Pigmentación de la hoja**

Un 81.82% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 309-3, SRK 318-10 y SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 364-5 y SRK 367-1 y la variedad CICA 2006 presentaron margen y venas pigmentadas en la hoja; mientras que un 18.18% constituidos por SRK 344-3 y SRK 413-10 presentaron hoja de color verde normal.

### **Forma de hoja**

Un 54.55% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 309-3, SRK 318-10 y SRK 324-3, SRK 364-5 y SRK 367-1 tuvieron forma lanceolada de hoja; mientras que un 45.45% constituidos por SRK 306-2, SRK 327-2, SRK 344-3, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 presentaron forma elíptica de hoja.

### **Márgenes de hoja**

Un 63.64% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 309-3, SRK 318-10 y SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 344-3 y SRK 413-10 presentaron márgenes onduladas; mientras que un 36.36% constituidos por SRK 306-2, SRK 364-5, SRK 367-1 y la variedad CICA 2006 presentaron márgenes carenadas.

### **Prominencia de venas de las hojas**

Un 72.73% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 306-2, SRK 318-10 y SRK 324-3, SRK 327-2, SRK 364-5 y SRK 367-1 y la variedad CICA 2006 presentaron prominencia de venas en las hojas; mientras que un 27.27% constituidos por SRK 309-3, SRK 344-3 y SRK 413-10 presentaron suave prominencia de venas en las hojas.

### **Pigmentación del peciolo**

Un 45.45% de las líneas evaluadas, constituidos por SRK 301-10, SRK 324-3, SRK 344-3, SRK 364-5 y SRK 367-1 presentaron el peciolo de color rosado; mientras que un 27.27% constituidos por SRK 309-3, SRK 413-10 y la variedad CICA 2006 presentaron el peciolo de color púrpura y el 27.27% constituido por las líneas SRK 306-2, SRK 318-10 y SRK 327-2 presentaron el peciolo de color verde.

## **VIII CONCLUSIONES**

Del presente trabajo de investigación realizado, se llegó a las siguientes conclusiones:

### **Para rendimiento de grano**

En cuanto al rendimiento de grano por planta, se concluye que para las líneas y la variedad CICA 2006 existen diferencias altamente significativas al 95% y 99% de confianza donde las líneas SRK 413-10 con 133.60 g, SRK 309-3 con 86.10 g, SRK 364-5 con 80.20 g y SRK 344-3 con 77.87 g son estadísticamente iguales ocupando el primer lugar y superiores a las demás líneas al 95% de confianza. Para rendimiento en t/ha se tiene también que para líneas y variedad CICA 2006 existen diferencias altamente significativas al 95% y 99% de confianza, en el cual las líneas SRK 413-10 con 5.74 t/ha, SRK 344-3 con 4.79 t/ha y SRK 309-3 con 4.56 t/ha son estadísticamente iguales ocupando el primer lugar y superiores a las demás líneas y la variedad CICA 2006 a un 99% de confianza.

### **Para características agronómicas**

En cuanto a las características agronómicas, se concluye que para altura de planta la línea SRK 301-10 obtuvo un promedio mayor con 1.81 metros de altura y existen diferencias altamente significativas. Para diámetro de tallo, las diez líneas y la variedad CICA 2006 son estadísticamente iguales al 95% de confianza. Para longitud de hoja, existen diferencias altamente significativas, siendo la línea SRK 309-3 la que obtuvo el mayor promedio con 21.01 cm. Para ancho de hoja existen diferencias altamente significativas en el cual el tratamiento SRK 413-10 obtuvo el mayor promedio con 10.51 cm. Para longitud de panoja, la línea SRK 327-2 obtuvo el promedio mayor con 70.78 cm y existen diferencias altamente significativas. Para ancho de panoja, la línea SRK 364-5 obtuvo el promedio mayor con 16.52 cm y existen diferencias altamente significativas. Para diámetro de grano la línea SRK 318-10 obtuvo un promedio mayor con 1.28 mm y existen diferencias al 95% de confianza. Para peso de broza fina existen diferencias altamente significativas y fue la línea SRK 413-10 que ocupó el primer lugar con 149.80 g, siendo superior a todas las demás líneas evaluadas y la variedad CICA 2006. Para

peso de tallo seco la línea SRK 413-10 obtuvo el mayor promedio con 112.667 g; sin embargo, no existen diferencias significativas para las líneas y la variedad CICA 2006. Para peso de 1000 granos, la línea SRK 318-10 obtuvo el mayor promedio con 0.88 g y existen diferencias altamente significativas para líneas y variedad CICA 2006.

### **Para características botánicas**

En cuanto a las características botánicas de las diez líneas y variedad CICA 2006, se tiene que el grado de germinación fue muy lento con 72.73%, la homogeneidad de germinación fue irregular con un 63.64%, el color de cotiledones que predominó fue pigmentado en haz y envés con un 54.55%, el hábito de crecimiento que se manifestó más fue postrado con 63.64% y un 72.73% presentó raíz pivotante, poco ramificada. En cuanto al tallo, el color que se presentó en mayor porcentaje fue amarillo con 63.64%, la pubescencia fue intermedia con 54.55% y un 63.64% no presentó ramificación. En cuanto a la panoja, el 100% fue amarantiforme, diferenciada y terminal, la densidad de panoja prevaleció fue intermedia con 72.73%, la actitud de panoja fue compartida un 45.45% tanto para erecta como para semierecta, el color que se manifestó con un mayor porcentaje fue rosado con 45.45% y el 63.64% no presentaron panoja axilar. En cuanto al grano, se evidenció en mayor cantidad la forma elipsoidal u ovoide con 54.55%, El color que prevaleció fue blanco amarillento con 54.55% y el tipo de grano que obtuvo mayor porcentaje fue opaco con 45.45%. En cuanto a la hoja, un 63.64% no presentaron espinas en las axilas, un 72.73% prevaleció sin pubescencia foliar y el color de la hoja fue mayoritariamente pigmentada en el margen y en las venas, la forma que se presentó más fue lanceolada con 54.55%, los márgenes fueron onduladas un 63.64%, las venas en las hojas fueron prominentes en un 72.73% y el color del peciolo fue mayormente rosado con 45.45%

## **IX RECOMENDACIONES**

Continuar con el estudio de las demás líneas del banco de germoplasma del programa de investigación en Kiwicha del CICA, debido a que existe una gran variabilidad genética con buenos rendimientos que son superiores en cuanto a rendimiento a las variedades ya conocidas, así como la línea SRK 413-10 en el presente estudio.

Seguir evaluando las características agronómicas en futuras campañas, debido a la gran importancia que ejercen para seleccionar las líneas con mejores resultados en cuanto a longitud, diámetro y peso de las partes de la planta.

Las características botánicas son de mucha importancia para seleccionar genotipos con características que tiendan a la homogeneidad que posteriormente puedan convertirse en nuevas variedades, por ello es importante continuar con la caracterización botánica de las líneas en estudio.

Realizar el estudio del comportamiento fenológico de las líneas que fueron evaluadas para saber los cambios estacionales y cíclicos en su desarrollo; así como también para determinar el tiempo en el cual se producen estos cambios.

## X BIBLIOGRAFÍA

- Acquaah, G. (2007). *Principios de genética y mejoramiento vegetal*. Herefordshire, Reino Unido: Wiley-Blackwell.
- Álvarez, A., & Céspedes, E. (2017). *Fitomejoramiento general y recursos genéticos* (2da edición ed.). Cusco, Perú: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Álvarez, A., & Céspedes, E. (2001). *Fitomejoramiento general*. Cusco, Perú: Centro de Investigación en Cultivos Andinos.
- Barioglio, C. F. (2016). *Diccionario de las ciencias agropecuarias*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Borém, A., Condori, M., & Miranda, G. V. (2008). *Mejoramiento de Plantas*. Vicosa, Brasil: Editora UFB.
- Camarena, F., Chura, J., & Blas, R. (2008). *Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas*. Lima, Perú: Concytec.
- Carrasco, R. (1998). *Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y granos andinos*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chávez, J. (1993). *Mejoramiento de plantas 1* (2 ed.). Distrito federal, México: Trillas S.A.
- Collazos, C., Alvistur, E., & Vásquez, G. (1996). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Salud.
- Cubero, J. (2003). *Introducción a la mejora genética vegetal* (2 ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Early, K. (1996). *El cultivo y uso del Amaranto en el centro de domesticación. México y el Perú*. Puno, Perú: Congreso Internacional de Cultivos Andinos.
- Espitia, R. (1986). *Plagas y enfermedades del amaranto (Amaranthus sp.) en México*. Chapingo, México: UAAN.

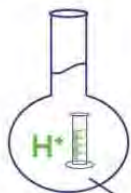
- Estrada, R. (2011). *Kiwicha alimento nuestro para el mundo*. Cusco, Perú: Obtenido de Repositorio INIA: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/105>
- FAO. (1997). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de latino américa y el caribe* (primera edición ed.). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2009). *Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma, Italia: Obtenido de Observatorio del principio 10: [https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/tratado\\_recursos\\_fitogeneticos\\_sp.pdf](https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/tratado_recursos_fitogeneticos_sp.pdf)
- García, D. (1998). *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Henriquez, P. (2002). *Glosario de terminos utiles para el manejo de los recursos fitogeneticos*. San Salvador, El Salvador: Red americana de recursos fitogenéticos.
- Huamanchumo, K., & Marin, A. (2020). *Comparativo de rendimiento de dos variedades de Kiwicha (Amaranthus caudatus L.) en dos densidades de siembra en Santa, Ancash*. Santa, Perú: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Santa]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3564/50096.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huamanguillas, C. (2023). *Comparativo de rendimiento de grano, de 14 líneas promisorias de grano blanco y una variedad mejorada de kiwicha (Amaranthus caudatus L.) en el centro agronómico K'ayra*. Cusco, Perú: [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional. Obtenido de [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8363/253T20230803\\_T C.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8363/253T20230803_T C.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Huillca, J. (2013). *Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de kiwicha (Amaranthus caudatus L.) en condiciones de Kayra*. Cusco, Perú: [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/903/253T20130024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ivans. (1999). *Capítulo I Diseños experimentales*. Lima, Perú: Obtenido de Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~ivans/aspgen.pdf>
- MINAGRI-DGESEP-SIEA. (2018). *Nota técnica de granos andinos*. Lima, Perú: Obtenido de MINAGRI: <https://www.midagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2018?download=13278:nota-tecnica-de-granos-andinos>
- Mujica, A., & Chura, E. (2012). *Cultivo de granos andinos y cereales*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano Oficina Universitaria de Investigación.
- Mujica, A., Berti, M., & Izquierdo, J. (1997). *El cultivo de amaranto (Amaranthus spp.): producción, mejoramiento genético y utilización*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano (UNA).
- Panihuara, B. (2023). *Comparativo de rendimiento de grano, características agronómicas y botánicas de 17 compuestos por color de grano de Kiwicha (Amaranthus caudatus L.), y variedad Oscar Blanco en el centro agronómico K'ayra*. Cusco, Perú: [Tesis de pregrado, UNSAAC]. Repositorio institucional. Obtenido de [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8216/253T20230725\\_T\\_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8216/253T20230725_T_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Poehlman, J. (1995). *Mejoramiento genético de las cosechas*. Distrito federal, México: Limusa S.A.

- Poehlman, J., & Allen, D. (2003). *Mejoramiento genetico de las cosechas* (2 ed.). Distrito federal, México: Limusa S.A.
- Riquelme, C. (1998). *Comportamiento agronómico de 8 líneas precoces de quinua (Chenopodium quinoa Wild.) bajo tres épocas de siembra en el altiplano central*. La Paz, Bolivia: [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].
- Robles, R. (1995). *Diccionario genetico y filogenetico*. Ciudad de México, México: Trillas.
- Sánchez, A. (1980). *Potencial agroindustrial del amaranto*. D.F, México: Centro de Estudios Economicos y Sociales del Tercer Mundo.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2017). *Atlas de Zonas de Vida del Perú Guía Explicativa*. Lima, Perú: SENAMHI:  
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-9.pdf>
- Sierra Exportadora. (2013). *La riqueza exportadora de nuestra sierra*. Lima, Perú: Sierra Exportadora: <https://www.sierraexportadora.gob.pe/descargas/biblioteca-virtual/libros/LA%20RIQUEZA%20EXPORTADORA%20DE%20NUESTRA%20SIERRA.pdf>
- Sumar, L. (1993). *La kiwicha y su cultivo*. Cusco, Perú: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas.
- Zevallos, D. (1999). *Componentes primarios y secundarios de rendimiento en siete ecotipos de kiwicha (Amaranthus caudatus L.)*. Cusco, Perú: [tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].

## ANEXOS

### ANEXO 01. ANÁLISIS DE SUELO



# MC QUIMICALAB

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

**INFORME N° LQ 0610-23**

#### **ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO**

**SOLICITA :** PEDRO ENRIQUE VEGA CENTENO ZUNIGA.

**PROYECTO :** "RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERIZACIÓN AGROBOTÁNICA DE 10 LÍNEAS DE KIWICHA EN PROCESO DE SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y VARIEDAD CICA 2006 (*Amaranthus Caudatus* L.) EN K'AYRA - CUSCO"

**MUESTRA :** M<sub>1</sub>. SUELO – POTRERO TURPAYSIKI.  
**LOCALIDAD :** CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA.  
**DISTRITO :** SAN JERÓNIMO  
**PROVINCIA :** CUSCO  
**DEPARTAMENTO :** CUSCO.  
**FECHA DE INFORME :** 15/08/2023

**RESULTADOS :**

DETERMINACIONES	UNIDAD	M <sub>1</sub>
Humedad	%	6.1
<b>Muestra seca</b>		
Nitrógeno total	%	0.04
Fosforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/100	0.60
Potasio intercambiable K <sub>2</sub> O	mg/100	14.2
Materia orgánica	%	0.8
pH		7.8
Conductividad Eléctrica Saturada	µS/cm	640
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	meq/100	12
<b>Textura(malla 2 mm)</b>		
Arena	%	48.1
Arcilla	%	1.8
Limo	%	50.1
Clase textural		Franco Limoso

#### **MÉTODOS DE ANÁLISIS:**

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

#### **NOTA:**

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

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 234338

## ANEXO 2. DATOS DE LAS EVALUACIONES

**Tabla 49**

*Peso de grano por planta – Bloque I (g)*

<b>Bloque I</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	89.000	82.000	70.000	92.000	56.000	90.000	125.000	69.000	81.000	68.000	82.200
SRK 306-2	44.000	59.000	45.000	96.000	60.000	76.000	61.000	48.000	44.000	58.000	59.100
SRK 309-3	96.000	59.000	103.000	112.000	103.000	86.000	63.000	81.000	124.000	83.000	91.000
SRK 318-10	107.000	59.000	30.000	54.000	62.000	109.000	51.000	67.000	42.000	49.000	63.000
SRK 324-3	89.000	75.000	41.000	55.000	42.000	46.000	61.000	71.000	54.000	35.000	56.900
SRK 327-2	79.000	61.000	60.000	80.000	45.000	49.000	48.000	47.000	59.000	54.000	58.200
SRK 344-3	90.000	90.000	83.000	59.000	101.000	43.000	114.000	151.000	100.000	125.000	95.600
SRK 364-5	77.000	53.000	70.000	84.000	87.000	74.000	63.000	59.000	56.000	39.000	66.200
SRK 367-1	149.000	47.000	60.000	62.000	58.000	88.000	41.000	128.000	57.000	61.000	75.100
SRK 413-10	259.000	234.000	95.000	142.000	203.000	296.000	96.000	327.000	152.000	172.000	197.600
CICA 2006	74.000	53.000	102.000	48.000	39.000	59.000	76.000	127.000	81.000	55.000	71.400

**Tabla 50**

*Peso de grano por planta – Bloque II (g)*

<b>Bloque II</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	40.000	78.000	103.000	78.000	108.000	60.000	70.000	57.000	50.000	50.000	69.400
SRK 306-2	42.000	61.000	97.000	50.000	40.000	69.000	54.000	33.000	29.000	47.000	52.200
SRK 309-3	115.000	127.000	74.000	81.000	92.000	69.000	117.000	106.000	72.000	82.000	93.500
SRK 318-10	71.000	75.000	65.000	54.000	66.000	60.000	65.000	30.000	65.000	79.000	63.000
SRK 324-3	53.000	40.000	65.000	47.000	77.000	39.000	56.000	75.000	79.000	48.000	57.900
SRK 327-2	72.000	100.000	64.000	59.000	46.000	110.000	78.000	58.000	92.000	75.000	75.400
SRK 344-3	86.000	79.000	78.000	54.000	48.000	55.000	62.000	105.000	108.000	75.000	75.000
SRK 364-5	105.000	84.000	68.000	86.000	52.000	71.000	94.000	69.000	64.000	67.000	76.000
SRK 367-1	55.000	69.000	89.000	91.000	67.000	73.000	60.000	68.000	57.000	53.000	68.200
SRK 413-10	169.000	146.000	50.000	140.000	136.000	75.000	115.000	179.000	62.000	69.000	114.100
CICA 2006	63.000	43.000	99.000	118.000	123.000	66.000	52.000	116.000	76.000	69.000	82.500

**Tabla 51***Peso de grano por planta – Bloque III (g)*

<b>Bloque III</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	116.000	92.000	62.000	113.000	51.000	76.000	42.000	50.000	54.000	27.000	68.300
SRK 306-2	91.000	58.000	55.000	91.000	65.000	48.000	50.000	90.000	61.000	65.000	67.400
SRK 309-3	118.000	79.000	40.000	56.000	99.000	59.000	73.000	50.000	60.000	104.000	73.800
SRK 318-10	98.000	72.000	85.000	113.000	85.000	64.000	53.000	66.000	43.000	68.000	74.700
SRK 324-3	41.000	69.000	65.000	37.000	50.000	37.000	53.000	29.000	41.000	63.000	48.500
SRK 327-2	79.000	116.000	52.000	38.000	59.000	29.000	20.000	26.000	28.000	31.000	47.800
SRK 344-3	58.000	65.000	110.000	46.000	77.000	55.000	41.000	25.000	74.000	79.000	63.000
SRK 364-5	82.000	137.000	84.000	155.000	65.000	70.000	82.000	68.000	80.000	161.000	98.400
SRK 367-1	54.000	168.000	80.000	57.000	74.000	60.000	73.000	59.000	55.000	87.000	76.700
SRK 413-10	147.000	56.000	74.000	54.000	113.000	84.000	66.000	56.000	65.000	176.000	89.100
CICA 2006	92.000	45.000	54.000	49.000	47.000	52.000	42.000	42.000	49.000	106.000	57.800

**Tabla 52***Rendimiento de grano de parcela neta (9.6 m<sup>2</sup>) en kg*

<b>Tratamiento</b>	<b>BLOQUE</b>			<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
SRK 301-10	3.938	3.832	3.921	11.691	3.897
SRK 306-2	3.392	3.587	3.157	10.136	3.379
SRK 309-3	4.726	4.552	3.866	13.144	4.381
SRK 318-10	3.776	3.110	3.549	10.435	3.478
SRK 324-3	3.409	3.013	2.681	9.103	3.034
SRK 327-2	3.400	3.364	3.145	9.909	3.303
SRK 344-3	5.408	4.140	4.235	13.783	4.594
SRK 364-5	3.051	3.668	3.611	10.330	3.443
SRK 367-1	3.538	3.343	3.681	10.562	3.521
SRK 413-10	6.363	4.869	5.285	16.517	5.506
CICA 2006	2.973	3.097	3.336	9.406	3.135

**Tabla 53***Altura de planta- Bloque I (m)*

Bloque I		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	1.610	1.660	1.770	2.080	1.780	1.880	2.080	1.810	1.840	1.980	1.834
SRK 306-2	1.710	1.520	1.690	1.530	1.430	1.440	1.760	1.210	1.020	0.150	1.346
SRK 309-3	1.570	1.420	1.180	1.430	1.600	1.120	1.430	1.460	1.740	1.730	1.468
SRK 318-10	1.420	1.630	1.420	1.390	1.430	1.470	1.420	1.350	1.560	1.270	1.436
SRK 324-3	1.370	1.200	1.500	1.540	1.780	1.260	1.390	1.390	1.670	1.460	1.456
SRK 327-2	1.350	1.180	1.060	1.310	1.240	1.370	1.160	1.310	1.110	1.180	1.227
SRK 344-3	1.320	1.240	1.290	1.180	1.210	1.810	1.250	1.330	1.310	1.300	1.324
SRK 364-5	1.420	1.370	1.630	1.480	1.530	1.240	1.520	1.550	1.380	1.290	1.441
SRK 367-1	1.510	1.560	1.520	1.300	1.340	1.410	1.510	1.470	1.520	1.700	1.484
SRK 413-10	1.550	1.400	1.670	1.780	1.230	1.440	1.480	2.010	1.340	1.200	1.510
CICA 2006	1.690	1.750	1.580	1.620	1.550	1.600	1.800	1.970	1.640	1.730	1.693

**Tabla 54***Altura de planta – Bloque II (m)*

Bloque II		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	2.050	1.900	1.890	1.860	1.900	1.840	1.980	1.730	1.860	1.740	1.875
SRK 306-2	1.430	1.610	1.620	1.300	1.450	1.480	1.430	1.470	1.430	1.510	1.473
SRK 309-3	1.450	1.730	1.750	1.880	1.640	1.670	1.930	1.710	1.670	1.600	1.703
SRK 318-10	1.480	1.580	1.260	1.250	1.170	1.330	1.480	1.360	1.070	1.070	1.305
SRK 324-3	1.350	1.260	1.380	1.180	1.280	1.510	1.250	1.460	1.440	1.530	1.364
SRK 327-2	0.900	0.880	0.910	1.070	0.960	1.050	0.930	1.040	1.060	0.970	0.977
SRK 344-3	1.110	1.210	1.230	1.230	1.350	1.070	1.400	1.210	1.130	1.280	1.222
SRK 364-5	1.330	1.330	1.230	1.410	1.220	1.360	1.490	1.260	1.120	1.440	1.319
SRK 367-1	1.360	1.120	1.220	1.120	1.320	1.220	1.250	1.260	1.120	1.320	1.231
SRK 413-10	1.500	1.420	1.420	1.430	1.810	1.850	1.320	1.420	1.480	1.480	1.513
CICA 2006	1.580	1.560	1.820	1.590	1.360	1.590	1.450	1.950	1.700	1.530	1.613

**Tabla 55***Altura de planta – Bloque III (m)*

<b>Bloque III</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	1.170	1.920	1.840	1.920	1.710	1.780	1.560	1.730	1.620	2.010	1.726
SRK 306-2	1.530	1.680	1.730	1.360	1.580	1.520	1.610	1.260	1.620	1.570	1.546
SRK 309-3	1.610	1.910	1.670	1.750	1.790	1.920	1.640	1.730	1.540	1.730	1.729
SRK 318-10	1.240	1.370	1.380	1.320	1.350	1.430	1.350	1.390	1.400	1.460	1.369
SRK 324-3	1.380	1.390	1.310	1.220	1.010	1.320	1.200	1.250	1.440	1.120	1.264
SRK 327-2	1.220	1.180	1.030	1.030	1.100	1.190	1.190	1.190	1.170	1.060	1.136
SRK 344-3	1.160	0.970	1.010	1.060	1.330	1.060	1.210	1.230	1.190	1.120	1.134
SRK 364-5	1.090	1.160	1.300	1.460	1.170	1.290	1.270	1.490	1.350	1.450	1.303
SRK 367-1	1.210	1.720	1.330	1.360	1.320	1.120	1.230	1.150	1.340	1.240	1.302
SRK 413-10	1.100	1.100	1.590	1.100	1.410	1.230	1.150	1.080	1.160	1.550	1.247
CICA 2006	1.650	1.280	1.440	1.280	1.510	1.700	1.640	1.710	1.580	1.730	1.552

**Tabla 56***Diámetro de tallo – Bloque I (cm)*

<b>Bloque I</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	2.311	2.856	2.874	2.165	2.313	2.187	2.833	2.844	2.492	2.875	2.575
SRK 306-2	2.106	2.281	2.274	2.389	2.735	2.255	2.236	2.194	2.044	2.980	2.349
SRK 309-3	2.687	1.812	2.407	2.841	2.639	1.951	2.675	2.645	2.443	2.764	2.486
SRK 318-10	2.816	2.537	2.194	2.496	2.339	2.799	2.480	2.733	2.744	2.823	2.596
SRK 324-3	3.141	2.728	2.727	2.642	2.371	2.406	2.840	3.029	2.807	2.516	2.721
SRK 327-2	2.210	2.132	2.157	2.323	2.386	2.033	2.495	2.578	2.747	2.005	2.307
SRK 344-3	2.236	2.497	2.335	2.093	2.432	3.082	2.690	3.025	3.112	3.039	2.654
SRK 364-5	2.190	2.384	2.829	2.701	2.058	2.578	2.603	2.776	2.319	2.888	2.533
SRK 367-1	3.086	2.728	1.851	2.363	2.090	2.626	2.233	2.566	2.733	2.281	2.456
SRK 413-10	3.752	3.026	2.763	3.272	2.854	3.513	2.464	2.678	2.864	3.093	3.028
CICA 2006	2.004	2.222	2.980	1.688	1.869	1.719	2.188	2.163	2.142	2.060	2.104

**Tabla 57***Diámetro de tallo – Bloque II (cm)*

Bloque II		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	3.323	2.665	3.571	2.932	3.190	2.447	3.429	2.473	2.583	2.677	2.929
SRK 306-2	2.012	2.375	2.651	1.904	2.106	2.372	2.146	1.875	1.809	2.119	2.137
SRK 309-3	2.154	2.420	2.198	1.853	2.659	2.242	3.533	2.339	2.387	2.494	2.428
SRK 318-10	2.674	2.439	2.716	2.876	2.137	2.661	2.731	2.991	3.099	3.091	2.742
SRK 324-3	2.979	2.943	2.723	2.447	2.940	2.498	2.926	2.819	3.280	2.784	2.834
SRK 327-2	3.049	2.719	2.472	3.867	2.332	2.849	2.558	2.873	3.221	2.598	2.854
SRK 344-3	2.383	2.236	2.378	2.192	1.990	2.161	2.466	3.063	2.751	2.475	2.410
SRK 364-5	2.729	2.236	2.453	2.395	3.037	2.143	2.052	2.178	2.250	2.552	2.403
SRK 367-1	2.057	2.136	2.808	2.553	1.952	2.412	1.775	1.878	1.535	1.957	2.106
SRK 413-10	2.885	2.536	3.056	2.713	3.177	3.075	2.432	2.101	2.633	2.867	2.748
CICA 2006	1.480	2.094	2.292	2.127	2.537	2.130	1.957	3.040	2.036	2.503	2.220

**Tabla 58***Diámetro de tallo – Bloque III (cm)*

Bloque III		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	3.048	3.296	3.129	3.073	3.388	3.036	3.251	3.145	2.206	2.784	3.036
SRK 306-2	3.176	2.864	2.230	3.424	2.525	2.001	3.019	2.800	2.690	2.784	2.751
SRK 309-3	3.226	3.125	1.781	2.743	3.134	2.998	2.170	2.428	2.677	2.727	2.701
SRK 318-10	2.943	2.392	2.910	3.425	3.193	2.868	2.560	3.156	2.797	2.574	2.882
SRK 324-3	2.295	2.377	2.905	2.528	2.378	2.772	2.332	3.124	2.831	2.607	2.615
SRK 327-2	2.920	3.059	2.747	2.026	2.619	1.701	2.369	2.632	1.669	1.900	2.364
SRK 344-3	2.744	2.683	2.714	2.694	2.224	2.137	2.223	2.456	2.231	2.262	2.437
SRK 364-5	3.150	3.493	2.622	3.530	2.454	2.717	2.924	3.101	2.399	3.271	2.966
SRK 367-1	2.209	3.293	2.045	2.514	2.491	1.841	2.749	2.859	2.600	2.895	2.550
SRK 413-10	3.147	2.408	2.953	3.338	3.278	2.456	2.578	3.004	1.766	2.847	2.778
CICA 2006	3.440	1.826	1.960	2.338	2.754	2.327	2.018	2.598	2.934	2.807	2.500

**Tabla 59***Longitud de hoja – Bloque I (cm)*

Bloque I	Número de planta										Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	17.600	18.900	19.800	17.700	15.900	16.400	21.500	19.500	19.600	19.500	18.640
SRK 306-2	16.700	19.400	19.300	21.500	20.400	19.400	18.500	19.700	18.100	20.200	19.320
SRK 309-3	20.200	16.500	19.700	23.600	22.100	22.700	20.000	24.000	23.300	23.100	21.520
SRK 318-10	21.600	15.000	17.700	16.600	16.700	18.400	16.500	17.600	18.900	17.600	17.660
SRK 324-3	23.600	21.700	20.100	20.800	17.500	20.900	23.400	20.500	21.500	17.900	20.790
SRK 327-2	17.900	15.200	14.400	18.400	14.500	16.900	18.300	14.000	14.800	14.700	15.910
SRK 344-3	19.800	20.700	18.600	15.400	17.600	21.000	19.900	20.300	23.700	22.400	19.940
SRK 364-5	20.200	17.500	21.600	18.300	19.500	20.600	21.000	16.100	20.000	20.600	19.540
SRK 367-1	23.300	17.800	16.800	16.600	16.200	18.800	18.100	18.400	20.700	18.600	18.530
SRK 413-10	21.700	24.400	21.600	21.100	21.000	20.900	18.400	17.000	21.400	19.200	20.670
CICA 2006	15.800	16.500	20.500	16.000	16.300	16.300	16.500	22.600	16.800	17.800	17.510

**Tabla 60***Longitud de hoja – Bloque II (cm)*

Bloque II		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	17.600	18.200	22.500	22.700	23.600	18.500	22.200	18.600	21.100	19.300	20.430
SRK 306-2	19.500	19.200	23.500	17.900	17.800	19.300	18.100	19.400	17.500	17.500	18.970
SRK 309-3	21.800	21.500	18.900	16.300	24.000	18.200	22.400	20.400	18.200	20.900	20.260
SRK 318-10	14.500	17.700	15.600	16.100	17.000	16.600	17.500	16.500	21.400	20.000	17.290
SRK 324-3	16.500	20.500	22.300	18.600	23.100	20.100	19.000	22.200	22.000	20.200	20.450
SRK 327-2	13.700	18.000	14.300	12.800	16.900	17.500	16.800	15.400	17.400	15.800	15.860
SRK 344-3	17.900	18.900	17.600	17.600	16.500	20.600	19.000	22.000	21.900	22.800	19.480
SRK 364-5	23.100	18.600	18.900	18.200	20.300	18.500	18.000	19.500	17.200	18.700	19.100
SRK 367-1	17.600	17.800	22.000	17.900	19.400	20.500	15.600	16.500	15.600	17.500	18.040
SRK 413-10	22.000	19.800	22.800	18.000	18.400	22.900	20.000	16.900	18.500	15.900	19.520
CICA 2006	12.000	14.500	17.400	14.200	15.700	20.400	16.300	21.100	18.000	16.900	16.650

**Tabla 61***Longitud de hoja – Bloque III (cm)*

Bloque III		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	19.900	20.400	17.900	22.900	22.000	19.400	17.900	20.200	21.300	20.000	20.190
SRK 306-2	24.500	21.000	23.200	23.000	21.700	17.900	20.700	23.900	21.200	22.400	21.950
SRK 309-3	21.900	25.300	16.500	20.800	24.000	22.000	20.000	21.900	20.600	21.200	21.420
SRK 318-10	22.300	19.000	20.400	21.400	21.200	16.000	18.200	19.800	19.400	19.300	19.700
SRK 324-3	20.800	18.400	22.400	18.900	18.900	17.800	18.900	22.900	19.500	18.400	19.690
SRK 327-2	17.300	20.300	16.900	17.200	17.800	16.800	13.600	15.500	15.000	16.700	16.710
SRK 344-3	19.100	16.900	20.800	18.600	18.900	16.200	17.000	13.700	17.900	17.900	17.700
SRK 364-5	22.900	22.000	22.600	23.000	20.400	19.300	19.600	21.900	20.790	20.600	21.309
SRK 367-1	16.600	22.300	17.700	18.900	18.700	16.700	21.300	18.000	20.000	20.800	19.100
SRK 413-10	22.000	19.200	18.900	16.500	21.200	20.100	19.200	22.300	18.300	20.000	19.770
CICA 2006	22.500	15.900	20.200	19.800	18.100	19.800	18.400	18.500	20.400	20.000	19.360

**Tabla 62***Ancho de hoja – Bloque I (cm)*

Bloque I		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	10.100	10.100	10.000	9.200	9.300	9.900	10.300	10.100	10.000	10.400	9.940
SRK 306-2	9.000	9.700	10.300	11.800	10.000	10.200	9.400	9.800	10.200	9.000	9.940
SRK 309-3	9.500	8.800	9.200	11.000	11.100	11.200	9.900	11.500	10.800	10.600	10.360
SRK 318-10	9.600	6.800	9.900	8.500	8.900	10.000	7.900	9.500	9.800	8.800	8.970
SRK 324-3	12.500	10.400	9.000	8.800	9.000	9.800	10.400	8.700	10.200	8.600	9.740
SRK 327-2	8.700	8.500	8.000	10.400	8.700	8.300	10.100	8.200	8.700	8.500	8.810
SRK 344-3	9.500	9.900	8.800	8.200	7.700	10.200	9.400	10.300	11.500	11.200	9.670
SRK 364-5	9.300	9.400	10.120	9.700	10.000	10.000	10.400	6.500	10.500	10.900	9.682
SRK 367-1	12.200	9.500	8.300	7.800	7.900	8.700	8.700	10.000	9.800	8.900	9.180
SRK 413-10	11.600	13.100	12.200	13.300	10.000	10.000	10.200	10.000	11.000	9.400	11.080
CICA 2006	9.000	9.300	10.400	8.600	9.400	9.200	9.300	10.200	10.000	8.500	9.390

**Tabla 63***Ancho de hoja – Bloque II (cm)*

<b>Bloque II</b>		<b>Número de planta</b>									<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	8.400	8.500	10.300	13.400	12.000	9.800	11.200	10.130	9.500	10.000	10.323
SRK 306-2	10.400	9.100	10.800	9.100	9.500	9.000	9.300	8.700	9.800	8.700	9.440
SRK 309-3	11.200	9.700	10.000	7.600	11.300	9.500	9.600	10.300	8.700	10.500	9.840
SRK 318-10	7.400	9.500	7.400	8.100	8.800	7.900	8.500	7.800	11.000	9.400	8.580
SRK 324-3	6.800	9.900	10.300	8.900	10.600	8.600	10.500	9.700	11.000	9.300	9.560
SRK 327-2	7.800	9.200	7.900	7.900	9.900	9.400	8.800	8.900	10.400	9.500	8.970
SRK 344-3	9.400	10.100	8.300	9.500	8.600	8.130	10.000	12.400	10.700	10.900	9.803
SRK 364-5	10.900	10.000	9.100	9.900	11.600	9.000	9.700	10.100	9.800	8.900	9.900
SRK 367-1	9.000	8.900	10.300	9.600	9.300	11.000	7.400	7.600	7.500	8.500	8.910
SRK 413-10	11.100	10.600	11.000	9.800	10.400	12.100	11.400	8.700	9.000	6.800	10.090
CICA 2006	6.600	7.700	9.200	7.700	9.800	9.600	8.500	9.900	10.000	10.100	8.910

**Tabla 64***Ancho de hoja – Bloque III (cm)*

<b>Bloque III</b>		<b>Número de planta</b>									<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	11.200	11.100	7.800	12.100	12.600	12.300	9.000	10.600	10.100	11.200	10.800
SRK 306-2	10.400	11.300	12.100	11.400	10.000	9.000	10.300	12.000	10.500	11.300	10.830
SRK 309-3	10.200	11.500	8.100	10.300	11.800	10.600	8.100	9.500	9.200	10.300	9.960
SRK 318-10	9.500	9.300	9.900	8.600	10.400	7.000	9.200	10.000	9.500	10.000	9.340
SRK 324-3	9.700	9.300	10.300	10.200	10.400	8.300	9.100	10.300	10.900	8.700	9.720
SRK 327-2	10.100	11.000	8.500	9.300	9.400	10.400	6.000	9.000	8.900	9.500	9.210
SRK 344-3	9.500	8.400	8.500	9.300	8.900	8.400	7.500	6.400	9.200	8.900	8.500
SRK 364-5	11.500	11.500	11.100	12.400	9.300	11.000	10.500	13.100	10.400	11.300	11.210
SRK 367-1	10.400	13.500	9.200	9.700	9.300	9.400	9.200	9.400	10.500	10.000	10.060
SRK 413-10	9.700	10.100	12.100	8.900	11.600	10.200	10.100	10.500	8.700	11.600	10.350
CICA 2006	9.700	8.700	9.400	11.000	7.200	8.600	8.600	8.700	12.600	10.300	9.480

**Tabla 65***Longitud de panoja – Bloque I (cm)*

Bloque I		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	53.000	81.300	72.000	61.000	58.000	61.500	79.000	60.000	63.000	68.000	65.680
SRK 306-2	58.000	53.000	49.000	48.000	49.000	50.000	47.000	53.000	53.000	47.000	50.700
SRK 309-3	53.000	64.000	53.000	64.000	80.000	56.000	62.000	56.000	73.000	72.000	63.300
SRK 318-10	73.000	63.000	55.000	64.000	72.000	71.000	63.000	76.000	71.000	74.000	68.200
SRK 324-3	87.000	71.000	62.000	70.000	61.000	67.000	66.000	77.000	79.000	67.000	70.700
SRK 327-2	81.700	75.000	78.200	69.000	64.000	58.000	72.900	79.000	75.000	67.300	72.010
SRK 344-3	60.000	59.500	51.000	57.000	50.000	69.000	59.000	60.500	47.000	48.000	56.100
SRK 364-5	56.000	53.000	77.000	68.000	78.000	64.400	81.000	64.000	55.000	68.000	66.440
SRK 367-1	75.000	68.000	58.000	68.000	51.000	68.000	72.000	66.000	60.000	71.000	65.700
SRK 413-10	69.000	61.500	71.000	80.000	63.000	64.000	62.000	90.000	63.000	48.000	67.150
CICA 2006	59.000	72.000	81.000	76.000	64.000	62.000	77.000	77.000	69.000	72.000	70.900

**Tabla 66***Longitud de panoja – Bloque II (cm)*

Bloque II		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	61.000	62.000	74.000	60.000	67.000	76.000	70.000	59.000	58.000	64.000	65.100
SRK 306-2	54.200	58.800	65.900	50.200	51.200	54.100	52.300	50.400	51.200	48.300	53.660
SRK 309-3	67.000	59.000	61.000	59.000	66.000	50.000	65.000	52.000	56.700	60.000	59.570
SRK 318-10	56.000	60.000	52.000	76.000	57.000	55.000	59.000	64.000	57.000	66.000	60.200
SRK 324-3	68.800	62.200	57.400	61.700	81.000	62.300	52.000	87.000	69.300	70.500	67.220
SRK 327-2	72.800	73.800	70.500	67.000	77.600	77.100	62.500	68.800	89.400	69.200	72.870
SRK 344-3	57.000	51.000	48.400	48.800	47.000	49.000	55.000	46.000	46.000	46.000	49.420
SRK 364-5	89.800	64.000	57.000	62.000	67.000	64.000	53.000	63.000	66.000	59.000	64.480
SRK 367-1	59.000	50.000	72.000	82.000	55.200	66.000	51.000	50.000	51.000	53.000	58.920
SRK 413-10	51.200	50.300	53.200	51.600	62.600	66.000	47.400	50.300	53.300	50.200	53.610
CICA 2006	68.500	71.000	78.000	57.900	67.000	65.500	52.400	80.000	64.400	76.000	68.070

**Tabla 67***Longitud de panoja – Bloque III (cm)*

<b>Bloque III</b>		<b>Número de planta</b>									<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	60.000	62.000	72.000	62.000	61.000	65.000	49.000	61.000	50.000	63.000	60.500
SRK 306-2	56.000	56.400	54.000	53.000	44.000	48.000	48.200	58.000	50.000	57.000	52.460
SRK 309-3	68.000	68.000	52.000	54.000	59.400	60.000	50.000	55.000	52.000	65.200	58.360
SRK 318-10	66.000	56.000	61.700	72.800	72.000	51.200	63.700	62.500	55.000	66.700	62.760
SRK 324-3	56.000	50.000	70.000	51.000	53.000	65.000	54.000	68.400	56.000	53.000	57.640
SRK 327-2	76.000	86.000	66.600	69.000	71.000	61.800	61.500	61.000	60.000	61.700	67.460
SRK 344-3	56.000	47.200	46.600	42.000	49.000	43.700	50.100	42.000	51.000	48.000	47.560
SRK 364-5	74.000	87.000	88.000	66.000	61.000	73.800	78.400	81.300	76.000	77.500	76.300
SRK 367-1	79.200	76.400	59.800	57.400	62.300	65.300	64.700	53.200	58.700	58.400	63.540
SRK 413-10	40.100	32.000	68.200	53.600	49.500	48.600	46.100	45.000	52.000	80.700	51.580
CICA 2006	61.000	55.000	58.000	63.000	61.000	57.000	61.000	67.000	55.000	66.000	60.400

**Tabla 68***Ancho de panoja – Bloque I (cm)*

<b>Bloque I</b>		<b>Número de planta</b>									<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	14.777	12.306	14.128	12.515	11.181	11.685	17.300	14.681	14.037	18.500	14.111
SRK 306-2	13.500	14.100	12.800	13.300	14.200	14.100	12.000	15.000	13.000	16.000	13.800
SRK 309-3	20.500	18.000	19.000	18.000	19.500	17.000	15.000	18.000	20.500	17.700	18.320
SRK 318-10	20.500	8.266	20.000	10.400	15.000	12.000	14.000	15.000	9.800	12.000	13.697
SRK 324-3	14.000	12.000	11.800	13.000	11.900	11.000	13.000	15.000	18.000	10.800	13.050
SRK 327-2	11.300	10.600	11.000	12.000	9.800	9.600	10.000	10.200	10.000	9.800	10.430
SRK 344-3	20.200	17.500	17.000	15.400	20.200	20.500	20.500	21.000	22.000	22.500	19.680
SRK 364-5	20.000	12.000	15.000	10.300	18.000	14.000	13.000	11.000	16.000	12.000	14.130
SRK 367-1	24.000	13.600	16.000	16.000	12.000	14.000	13.700	21.600	14.400	12.800	15.810
SRK 413-10	22.500	22.500	19.800	18.700	23.000	20.000	17.000	15.700	20.000	16.000	19.520
CICA 2006	13.403	9.807	12.360	11.915	10.207	11.004	11.543	14.633	13.425	13.754	12.205

**Tabla 69***Ancho de panoja - Bloque II (cm)*

Bloque II		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	17.000	12.400	13.900	14.800	15.800	13.500	15.000	14.200	11.800	12.200	14.060
SRK 306-2	13.400	13.700	15.700	14.700	13.900	15.600	13.000	10.200	10.600	10.100	13.090
SRK 309-3	16.000	13.000	15.700	12.800	15.000	13.800	18.000	15.000	14.500	14.800	14.860
SRK 318-10	9.800	9.200	8.000	8.400	8.200	9.000	9.100	11.000	14.200	13.100	10.000
SRK 324-3	9.900	9.300	17.700	12.600	13.700	11.000	14.200	10.100	13.100	15.000	12.660
SRK 327-2	9.500	9.100	8.200	10.300	10.400	10.700	7.700	9.100	12.100	9.400	9.650
SRK 344-3	14.700	14.100	16.100	15.900	13.200	12.400	15.800	14.200	15.700	18.000	15.010
SRK 364-5	22.400	13.800	16.400	13.200	17.200	12.000	13.500	20.700	17.500	13.800	16.050
SRK 367-1	14.200	15.700	21.100	14.400	17.400	15.200	12.800	12.400	12.600	15.000	15.080
SRK 413-10	18.700	14.700	13.200	15.400	12.800	13.700	16.700	12.500	13.100	12.300	14.310
CICA 2006	10.600	9.900	15.000	9.700	19.300	12.100	10.800	13.700	12.200	15.600	12.890

**Tabla 70***Ancho de panoja – Bloque III (cm)*

Bloque III		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	14.100	16.400	15.100	12.700	11.200	14.700	13.200	11.300	13.000	10.000	13.170
SRK 306-2	15.200	13.100	11.000	17.200	14.200	10.800	13.100	15.200	12.100	12.800	13.470
SRK 309-3	15.800	14.000	11.800	14.200	13.200	12.700	11.300	12.100	14.000	13.400	13.250
SRK 318-10	15.600	11.200	12.800	12.400	14.800	9.900	12.800	12.100	15.200	13.500	13.030
SRK 324-3	9.900	8.800	10.100	8.800	10.200	10.300	11.200	12.200	10.800	10.700	10.300
SRK 327-2	9.800	12.800	9.200	9.100	9.800	7.800	7.300	7.800	7.200	7.400	8.820
SRK 344-3	18.300	14.100	17.800	11.300	12.400	10.800	13.400	8.100	14.600	12.000	13.280
SRK 364-5	21.300	22.200	20.200	20.200	18.200	20.300	17.800	15.100	16.800	21.600	19.370
SRK 367-1	16.400	16.800	12.700	12.500	13.200	12.600	13.800	18.600	14.400	18.600	14.960
SRK 413-10	13.800	10.800	15.100	11.700	12.200	13.200	12.500	13.200	11.100	13.100	12.670
CICA 2006	15.000	10.200	10.200	17.000	11.800	10.300	9.400	10.000	12.400	13.000	11.930

**Tabla 71***Diámetro de grano – Bloque I (mm)*

<b>Bloque I</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	1.230	1.240	1.200	1.210	1.150	1.220	1.160	1.260	1.250	1.170	1.209
SRK 306-2	1.250	1.170	1.210	1.170	1.260	1.250	1.220	1.200	1.230	1.240	1.220
SRK 309-3	1.270	1.160	1.200	1.180	1.180	1.190	1.170	1.210	1.200	1.190	1.195
SRK 318-10	1.260	1.340	1.300	1.200	1.320	1.230	1.200	1.370	1.320	1.340	1.288
SRK 324-3	1.280	1.260	1.340	1.250	1.240	1.270	1.230	1.240	1.260	1.290	1.266
SRK 327-2	1.210	1.140	1.190	1.140	1.180	1.100	1.160	1.120	1.150	1.080	1.147
SRK 344-3	1.320	1.230	1.240	1.280	1.190	1.220	1.270	1.200	1.240	1.210	1.240
SRK 364-5	1.200	1.100	1.110	1.200	1.080	1.060	1.100	1.120	1.240	1.150	1.136
SRK 367-1	1.160	1.280	1.230	1.180	1.330	1.150	1.270	1.200	1.210	1.180	1.219
SRK 413-10	1.190	1.300	1.170	1.200	1.270	1.230	1.220	1.190	1.180	1.190	1.214
CICA 2006	1.250	1.220	1.210	1.250	1.180	1.220	1.190	1.310	1.250	1.160	1.224

**Tabla 72***Diámetro de grano – Bloque II (mm)*

<b>Bloque II</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	1.230	1.240	1.240	1.220	1.260	1.180	1.210	1.240	1.240	1.250	1.231
SRK 306-2	1.190	1.280	1.170	1.290	1.220	1.190	1.220	1.240	1.230	1.170	1.220
SRK 309-3	1.230	1.280	1.220	1.230	1.200	1.220	1.270	1.200	1.180	1.260	1.229
SRK 318-10	1.250	1.260	1.240	1.330	1.290	1.220	1.200	1.310	1.260	1.280	1.264
SRK 324-3	1.230	1.360	1.210	1.370	1.200	1.250	1.200	1.320	1.320	1.220	1.268
SRK 327-2	1.280	1.210	1.230	1.150	1.180	1.210	1.140	1.190	1.150	1.160	1.190
SRK 344-3	1.230	1.320	1.260	1.210	1.230	1.230	1.220	1.310	1.210	1.260	1.248
SRK 364-5	1.220	1.220	1.250	1.200	1.260	1.190	1.290	1.220	1.260	1.280	1.239
SRK 367-1	1.240	1.290	1.250	1.180	1.190	1.190	1.270	1.290	1.220	1.180	1.230
SRK 413-10	1.220	1.230	1.230	1.220	1.250	1.240	1.200	1.240	1.250	1.230	1.231
CICA 2006	1.190	1.240	1.240	1.250	1.220	1.200	1.310	1.230	1.230	1.200	1.231

**Tabla 73***Diámetro de grano – Bloque III (mm)*

Bloque III		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	1.230	1.310	1.310	1.230	1.280	1.290	1.190	1.220	1.260	1.280	1.260
SRK 306-2	1.200	1.230	1.290	1.220	1.210	1.220	1.260	1.250	1.250	1.240	1.237
SRK 309-3	1.220	1.230	1.230	1.330	1.320	1.220	1.220	1.200	1.210	1.270	1.245
SRK 318-10	1.260	1.340	1.290	1.250	1.280	1.350	1.230	1.320	1.350	1.280	1.295
SRK 324-3	1.210	1.250	1.330	1.220	1.210	1.270	1.230	1.280	1.230	1.170	1.240
SRK 327-2	1.210	1.180	1.210	1.190	1.170	1.190	1.290	1.260	1.190	1.210	1.210
SRK 344-3	1.150	1.160	1.220	1.220	1.120	1.150	1.150	1.220	1.160	1.250	1.180
SRK 364-5	1.250	1.200	1.210	1.280	1.290	1.160	1.260	1.240	1.200	1.160	1.225
SRK 367-1	1.380	1.330	1.310	1.250	1.320	1.270	1.190	1.390	1.220	1.270	1.293
SRK 413-10	1.310	1.160	1.190	1.160	1.140	1.120	1.220	1.150	1.200	1.160	1.181
CICA 2006	1.230	1.250	1.230	1.240	1.180	1.240	1.180	1.250	1.200	1.270	1.227

**Tabla 74***Peso de broza fina – Bloque I (g)*

Bloque I		Número de planta									Promedio
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SRK 301-10	72.000	66.000	55.000	79.000	53.000	60.000	117.000	64.000	73.000	124.000	76.300
SRK 306-2	51.000	45.000	45.000	71.000	63.000	52.000	61.000	50.000	56.000	62.000	55.600
SRK 309-3	74.000	52.000	90.000	92.000	79.000	76.000	51.000	65.000	105.000	68.000	75.200
SRK 318-10	72.000	66.000	55.000	79.000	53.000	60.000	117.000	64.000	73.000	124.000	76.300
SRK 324-3	65.000	59.000	34.000	44.000	37.000	36.000	53.000	60.000	63.000	46.000	49.700
SRK 327-2	53.000	41.000	39.000	61.000	33.000	40.000	33.000	29.000	47.000	36.000	41.200
SRK 344-3	73.000	80.000	66.000	51.000	67.000	154.000	91.000	113.000	105.000	132.000	93.200
SRK 364-5	64.000	51.000	63.000	53.000	67.000	60.000	58.000	45.000	46.000	57.000	56.400
SRK 367-1	120.000	36.000	41.000	43.000	57.000	64.000	45.000	89.000	42.000	43.000	58.000
SRK 413-10	113.000	317.000	159.000	159.000	138.000	275.000	105.000	346.000	142.000	178.000	193.200
CICA 2006	51.000	42.000	64.000	35.000	36.000	34.000	42.000	74.000	50.000	48.000	47.600

**Tabla 75***Peso de broza fina – Bloque II (g)*

<b>Bloque II</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	91.000	72.000	113.000	71.000	112.000	53.000	105.000	56.000	56.000	65.000	79.400
SRK 306-2	43.000	64.000	128.000	50.000	49.000	66.000	50.000	38.000	39.000	50.000	57.700
SRK 309-3	73.000	88.000	54.000	74.000	71.000	55.000	112.000	90.000	59.000	69.000	74.500
SRK 318-10	38.000	40.000	37.000	38.000	36.000	28.000	38.000	99.000	41.000	50.000	44.500
SRK 324-3	47.000	40.000	47.000	41.000	75.000	41.000	45.000	67.000	68.000	50.000	52.100
SRK 327-2	44.000	61.000	34.000	39.000	18.000	37.000	47.000	28.000	53.000	39.000	40.000
SRK 344-3	76.000	59.000	58.000	49.000	39.000	53.000	70.000	90.000	103.000	88.000	68.500
SRK 364-5	70.000	54.000	52.000	67.000	58.000	53.000	69.000	45.000	50.000	45.000	56.300
SRK 367-1	63.000	70.000	89.000	75.000	66.000	74.000	66.000	70.000	62.000	65.000	70.000
SRK 413-10	181.000	164.000	248.000	119.000	7.000	172.000	139.000	185.000	75.000	83.000	137.300
CICA 2006	48.000	51.000	85.000	102.000	94.000	59.000	49.000	94.000	63.000	69.000	71.400

**Tabla 76***Peso de broza fina – Bloque III (g)*

<b>Bloque III</b>	<b>Número de planta</b>										<b>Promedio</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
SRK 301-10	106.000	89.000	68.000	93.000	61.000	73.000	61.000	69.000	67.000	53.000	74.000
SRK 306-2	106.000	75.000	64.000	66.000	60.000	59.000	55.000	86.000	61.000	75.000	70.700
SRK 309-3	100.000	74.000	29.000	49.000	83.000	54.000	57.000	42.000	43.000	77.000	60.800
SRK 318-10	60.000	46.000	56.000	71.000	53.000	48.000	37.000	41.000	48.000	45.000	50.500
SRK 324-3	28.000	44.000	42.000	28.000	31.000	26.000	34.000	30.000	31.000	37.000	33.100
SRK 327-2	75.000	98.000	51.000	42.000	59.000	40.000	40.000	45.000	55.000	34.000	53.900
SRK 344-3	89.000	78.000	107.000	60.000	89.000	57.000	55.000	92.000	98.000	68.000	79.300
SRK 364-5	68.000	148.000	80.000	115.000	47.000	49.000	64.000	40.000	50.000	112.000	77.300
SRK 367-1	63.000	147.000	78.000	59.000	70.000	101.000	68.000	54.000	71.000	93.000	80.400
SRK 413-10	164.000	94.000	152.000	70.000	176.000	113.000	108.000	62.000	99.000	151.000	118.900
CICA 2006	83.000	32.000	43.000	43.000	55.000	41.000	31.000	31.000	70.000	74.000	50.300

### **ANEXO 03. DESCRIPTOR DE AMARANTHUS SSP.**

Descriptor propuesto por los investigadores y curadores del Programa de Investigación en Kiwicha del Centro de Investigación en Cultivos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.

#### **I. DATOS DE COLECCIÓN**

##### **1.0. Acceso a la colección o datos de colección**

##### **1.1. Número de colección**

Número original asignado por el colector de la muestra, compuesta por cuatro dígitos, empezando con 0001 y terminando en 9999.

##### **1.2. Institución o persona colectora de la muestra original**

Nombre de la institución (abreviado; por ejemplo, CICA – FCA - UNSAAC (por Centro de Investigación en Cultivos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco) o apellido e inicial de nombre de la persona o personas colectoras (Álvarez, A.)

##### **1.3. Fecha de colección de la muestra original**

Expresado como día/mes/año. Ejemplo: 24 de junio de 1980, como (24/06/80).

##### **1.4. Nombre vulgar**

Nombre utilizado por los agricultores de la región donde se ha colectado la muestra.

##### **1.5. Localidad**

Indicar la localidad precisa de colección

##### **1.6. Distrito**

Indicar el nombre completo

##### **1.7. Provincia o departamento**

Indicar el nombre completo

### **1.8. Altitud**

Elevación en metros sobre el nivel del mar (3219 m s.n.m)

### **1.9. Latitud**

Grados y minutos, con el sufijo N o S. (13° 34'S)

### **1.10. Longitud**

Grados y minutos, con el sufijo E u O. (71° 52')

### **1.11. Fuente de colección**

Lugar donde la colección original fue realizada.

1 Borde de camino

2 Área no cultivada

3 Área cultivada

4 Fundo

5 Canchón abandonado

6 Jardín

7 Mercado

8 Almacén de fundo

9 Institución Agrícola

10 Compañía de Semillas

11 Otros (especificar)

### **1.12. Estado de domesticación**

1 Silvestre

2 Maleza dentro de un cultivo

3 Cultivar primitivo

4 Cultivar avanzado

5 Aislado dentro de campos cultivados con otra especie

6 Asociado con otra especie

### **1.13. Estructura de la población**

- 1 Continua
- 2 Subdividida

### **1.14. Densidad del cultivo**

- 1 Espaciado
- 2 Denso
- 3 En surcos
- 4 Al boleó

### **1.15. Área de cultivo**

- 1 Pequeña (menor de diez metros cuadrados)
- 2 Media (de diez a cien metros cuadrados)
- 3 Grande (mayor de cien metros cuadrados)

### **1.16. Variabilidad de la muestra**

Referido a los granos o semillas.

- 1 Muy uniforme, de un solo color
- 2 De varios colores

### **1.17. Color del grano o semilla**

- 1 Blanco amarillento
- 2 Amarillo grisáceo
- 3 Rosado
- 4 Pardo
- 5 Negro
- 6 Otros colores (especificar)
- 7 Mezcla de colores (especificar)

### **1.18. Uso primario**

- 1 Grano
- 2 Hortaliza
- 3 Forraje
- 4 Ornamental
- 5 Medicinal
- 6 Otros usos (especificar)

### **1.19. Uso secundario**

- 1 Grano
- 2 Hortaliza
- 3 Forraje
- 4 Ornamental
- 5 Medicinal
- 6 Otros usos (especificar)

### **1.20. Otras notas del colector**

Algunos colectores pueden obtener información ecológica y de suelos, fechas de siembra y cosecha, topografía de la tierra y formas de preparar los alimentos, ya sea con los granos o como hortaliza o empleo medicinal.

## **II. Datos de Entrada al Banco de Germoplasma.**

### **2.1. Número de accesión**

El número sirve como un identificador único y es asignado por el curador cuando la accesión es ingresada a la colección o al Banco. Si una accesión se pierde, el número asignado no será usado nuevamente y quedará en blanco. El número irá precedido de una clave en letras que identifica al Banco de Germoplasma o Instituto. Ejemplo: CAC0001, por Colección Amaranthus Cusco 0001.

## **2.2. Nombre científico**

Considerar el Género y la Especie

## **2.3. Nombre del donante**

Considerar el nombre y apellido del donante, persona o institución.

## **2.4. Número del donante**

Considerar el número dado por el donante a la accesión, incluyendo la información de "pedigree".

## **2.5. Estado de la muestra**

1. Colección original
2. Población regenerada
3. Variedades comerciales
4. Segregantes
5. Línea en proceso de mejora
6. Stock genético

## **2.6. Fecha de origen de las semillas**

Fecha de la última cosecha de poblaciones regeneradas, variedades o material de experimentación u otras muestras que no proceden de la colección original.

## **III. Caracterización**

La información de caracterización deberá obtenerse de diez plantas tomadas al azar dentro de las parcelas de multiplicación o refrescamiento.

### **3.1. Lugar de caracterización y evaluación preliminar**

### **3.2. Año de caracterización y evaluación preliminar.**

### **3.3. Evaluadores**

Nombre y dirección.

### **3.4. Fecha de siembra**

Expresado como día/mes/año. Ejemplo: 17 de septiembre de 1981, como 27/09/2023.

### **3.5. Grado de germinación**

1. Rápido (menor de dos días)
2. Lento (de tres a siete días)
3. Muy lento (mayor de ocho días)

### **3.6. Homogeneidad de la germinación**

1. Regular
2. Irregular

### **3.7. Color de los cotiledones**

1. Verde (haz y envés)
2. Verde (haz) Pigmentado (envés)
3. Pigmentado (haz y envés)

### **3.8. Habito de crecimiento**

A partir de este rubro y en los siguientes, las observaciones se realizarán de preferencia inicio de madurez fisiológica de las plantas.

1. Erguido
2. Postrado

### **3.9. Caracteres de la raíz**

1. Pivotante, poco ramificada
2. Pivotante, muy ramificada

### **3.10. Caracteres del tallo**

#### **Pubescencia del tallo**

0. Ninguna
3. Baja
4. Intermedia

7. Alta

**Color del tallo**

1. Verde

2. Amarillo

3. Rosado

4. Rojo

5. Púrpura

6. Otro color (especificar)

**3.11. Ramificación (Ver Figura 01)**

1. Sin ramas

2. Pocas ramas, todas cerca de la base del tallo

3. Muchas ramas, todas cerca de la base del tallo

**3.12. Promedio de longitud de las ramas basales, en centímetros**

Se debe tomar la longitud de la primera rama basal de cada una de las 10 plantas por accesión que muestre este carácter

**3.13. Promedio de longitud de las ramas laterales, en centímetros**

Se debe tomar la longitud de una rama del tercio medio de cada una de las 10 plantas por accesión que muestre este carácter

**3.14. Altura de la planta**

Se debe tomar la altura de planta en centímetros, midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice terminal de la panoja si fuera la planta erecta, y si fueran semierecta o decumbentes se mide hasta la parte donde se inicia la curvatura de la inflorescencia con respecto al suelo, de las 10 plantas por accesión.

### **3.15. Hojas**

#### **Espinas en la axila de la hoja**

0. Ausentes

+. Presentes

#### **Longitud de la hoja**

Medida en centímetros tomada en una hoja del tercio de cada una de las 10 plantas por  
accesión

#### **Ancho de la hoja**

Medida en centímetros en la hoja tomada para medir la longitud de hoja.

#### **Pubescencia foliar**

0. Nada

3. Baja

4. Intermedia

7. Alta

#### **Pigmentación de las hojas al inicio de la maduración**

1. Toda la lámina de púrpura

2. Toda la lámina roja

3. Toda la lámina rosada

4. Área basal pigmentada

5. Mancha central

6. Dos franjas en forma de V

7. Una franja en forma de V

8. Margen y venas pigmentadas

9. Una franja verde pálido o clorótica en verde normal

10. Verde normal

11. Verde oscuro

12. Otros colores (especificar)

**Forma de la hoja (ver Figura 02)**

1. Lanceolada+
2. Elíptica +
3. Cuneolada (Cuneada) está referido a la base del limbo
4. Aovada (observar figura) +
5. Ovotainada (no existe)
6. Rómbica +
7. Oval +
8. Otra forma (especificar)

**Márgenes de la hoja (ver Figura 03)**

1. Entera +
2. Carenada +
3. Ondulada +
4. Otros (especificar).

**Prominencia de las venas de las hojas**

1. Suave
2. Prominente

**Pigmentación del pecíolo**

1. Verde
2. Verde oscuro
3. Rosada
4. Roja
5. Púrpura
6. Otra (especificar)

### **3.16. Características de la inflorescencia o panoja**

#### **Longitud de la inflorescencia o panoja principal**

Se tomará en centímetros desde el inicio de la inflorescencia con respecto al tallo, hasta el ápice terminal de la inflorescencia o panoja de las 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela de cada accesión.

#### **Longitud de la inflorescencia lateral**

Se tomará en centímetros desde el inicio de la inflorescencia con respecto al tallo, hasta el ápice terminal de la inflorescencia o panoja de una inflorescencia de la planta(s) que tuvieran este carácter

#### **Forma de la inflorescencia (ver Figura N° 4)**

Los glomérulos de la panoja pueden estar insertados directamente al eje secundario y presentar una forma alargada "amarantiforme" o estar insertos en los ejes glomerulares y presentar una forma globosa, denominada "glomerulada".

1. Amarantiforme
2. Glomerulada

#### **Tipo de inflorescencia**

La inflorescencia o panoja puede ser terminal. y bien diferenciada del resto de la planta o no diferenciada del eje principal:

1. Diferencia y terminal
2. No diferenciada

#### **Densidad de la inflorescencia (ver Figura N° 5)**

1. Laxa
2. Intermedia
3. Compacta

**Actitud de la inflorescencia principal (ver Figura N° 6)**

1. Erecta
2. Semierecta
3. Decumbente

**Color de la inflorescencia**

1. Blanco
2. Amarillo
3. Verde
4. Rosado
5. Pardo
6. Rojo
7. Púrpura
8. Otros colores (especificar).

**3.17 Presencia de inflorescencia axilar**

0. Ausente
- +. Presente

**3.18 longitud de la inflorescencia axilar**

Se tomará la longitud en cm de la panoja que se forma en la axila de una rama del tercio medio en caso de que la planta tuviera este carácter.

**3. Características de la semilla**

**Color del grano**

1. Blanco amarillento
2. Amarillo grisáceo
3. Rosado
4. Pardo

5. Negro
6. Otro color (especificar)

#### **Tipo de grano**

1. Translúcido o hialino
2. Intermedio
3. Opaco

#### **Forma de la semilla**

1. Redonda
2. Elipsoidal u ovoide
3. Lenticular
4. Evaluación Preliminar

#### **4.1. Grado de crecimiento de las plántulas**

Estimado por la cantidad de biomasa a las cuatro semanas de edad, utilizando plantas que se desarrollen en espacios de 25 x 25 centímetros. Se tomará el peso del promedio de 10 plántulas en gramos.

#### **4.2. Rendimiento de las hojas (fines hortícolas)**

En gramos por planta, después de seis semanas de la siembra.

#### **4.3. Porcentaje de materia seca en las hojas**

Procedente del secado del ítem 4.6.

#### **4.4. Relación hojas y tallo en rendimiento**

A las seis semanas, promedio de 10 plantas.

#### **4.5. Rebrote**

Después del primer corte al segundo internudo (también para tipo hortícola o forrajero):

3. Pobre (< a 2 ramas)
5. Moderado (3 a 6 ramas)
7. Bueno (más de 6 ramas)

#### **4.6. Días para la floración**

Número de días desde la siembra hasta la aparición del 50 por ciento de plantas dentro de la parcela con inflorescencias.

#### **4.7. Periodo vegetativo**

Número de días desde el momento de la siembra hasta la madurez del grano

#### **4.8. Caída de semilla en el campo**

1. Baja (menor del 10 %)
2. Intermedia (11a 49 %)
3. Alta (mayor del 50 %)

#### **4.9. Tumbado o acame a la maduración**

1. Nada
3. Poco (menor del 10 %)
5. Moderado (11 a 20 %)
7. Alto (mayor del 21%)

#### **4.10 Rendimiento de semillas por planta**

Promedio de 10 plantas, en gramos

#### **4.11 Rendimiento de rastrojo**

Se considera el peso de los tallos secos más el peso de la broza fina después de la trilla  
Promedio de 10 plantas, en gramos.

#### **4.12 Peso de 1000 semillas, en gramos**

#### **4.13 Peso Hectolítrico**

#### **4.14 Porcentaje de cruzamiento (EXTERNO).**

#### **4.15 Sensibilidad al fotoperiodo**

1. Días cortos
2. Días neutros

#### **4.16. Respuesta de la semilla para reventar (pop corn)**

Estimada en el porcentaje de semillas reventadas y su aumento relativo de volumen.

Evaluar separadamente el porcentaje de semillas reventadas y el aumento relativo de volumen, en porcentaje.

#### **4.17. Contenido de proteína en la semilla**

#### **4.18. Contenido de aminoácidos en la semilla**

#### **4.19. Contenido de minerales y vitaminas en la hoja y semilla**

#### **4.20. Composición química de las hojas.**

#### **4.21. Contenido de oxalatos en la materia seca de las hojas.**

### **5. Descriptores de resistencia al estrés**

#### **5.0. Susceptibilidad al estrés**

Se expresa en una escala de 1 a 9, donde:

1. Muy resistente

3. Resistente

5. Intermedia

7. Susceptible

9. Muy susceptible

#### **5.1. Reacciona temperaturas bajas atípicas (heladas)**

#### **5.2. Reacciona temperaturas altas atípicas (veranillos)**

#### **5.3. Reacción a sequia**

#### **5.4. Reacción a excesiva humedad**

#### **5.5. Reacción a la salinidad**

#### **5.6. Reacción a enfermedades**

Se requiere de un descriptor separado para cada enfermedad: Podredumbre del tallo, marchitez, micoplasma, roya de la hoja, Phytium, esclerotinia, etc.

### **5.7. Reacción a plagas insectiles**

Se requiere de un descriptor separado para cada plaga insectil: coleópteros masticadores, orugas, perforadores de hojas, barrenadores del tallo, áfidos, etc.

### **5.8. Reacción a nematodos**

Se requiere de un descriptor separado para cada especie de nematodo.

**Figura 1. Ramificación Figura**



**PLANTA SIN RAMIFICACION**



**POCAS RAMAS TODAS  
CERCA DE LA BASE DEL  
TALLO**

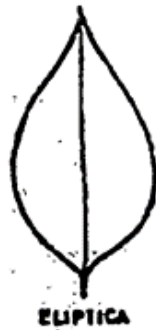


**MUCHAS RAMAS TODAS CERCA DE  
LA BASE DEL TALLO**



**TODAS LAS RAMAS A LO LARGO  
DEL TALLO**

**Figura 2. Formas de la hoja**



**Figura 3. Borde de la hoja figura**



*Requis.*



Figura 4. Forma de la inflorescencia Figura

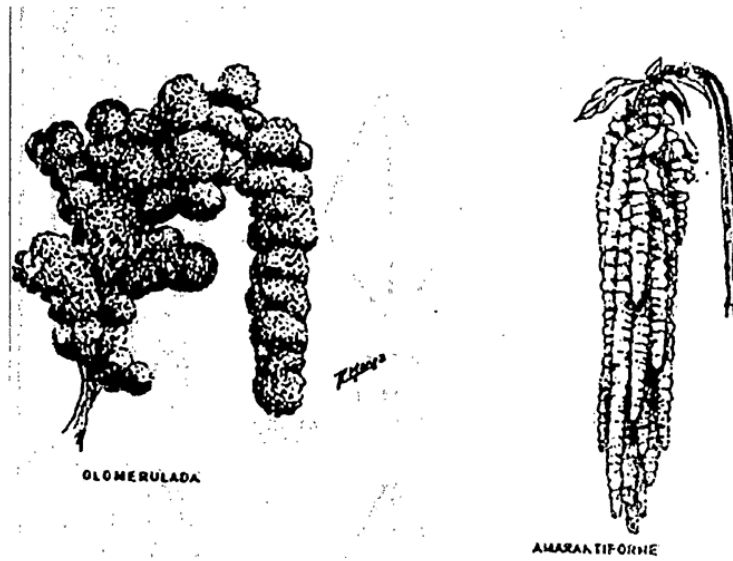
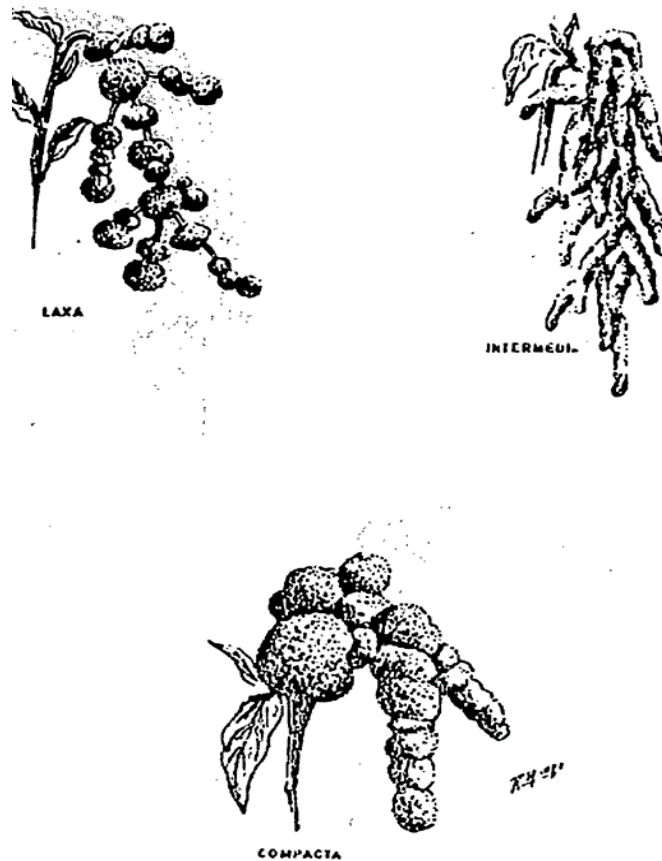
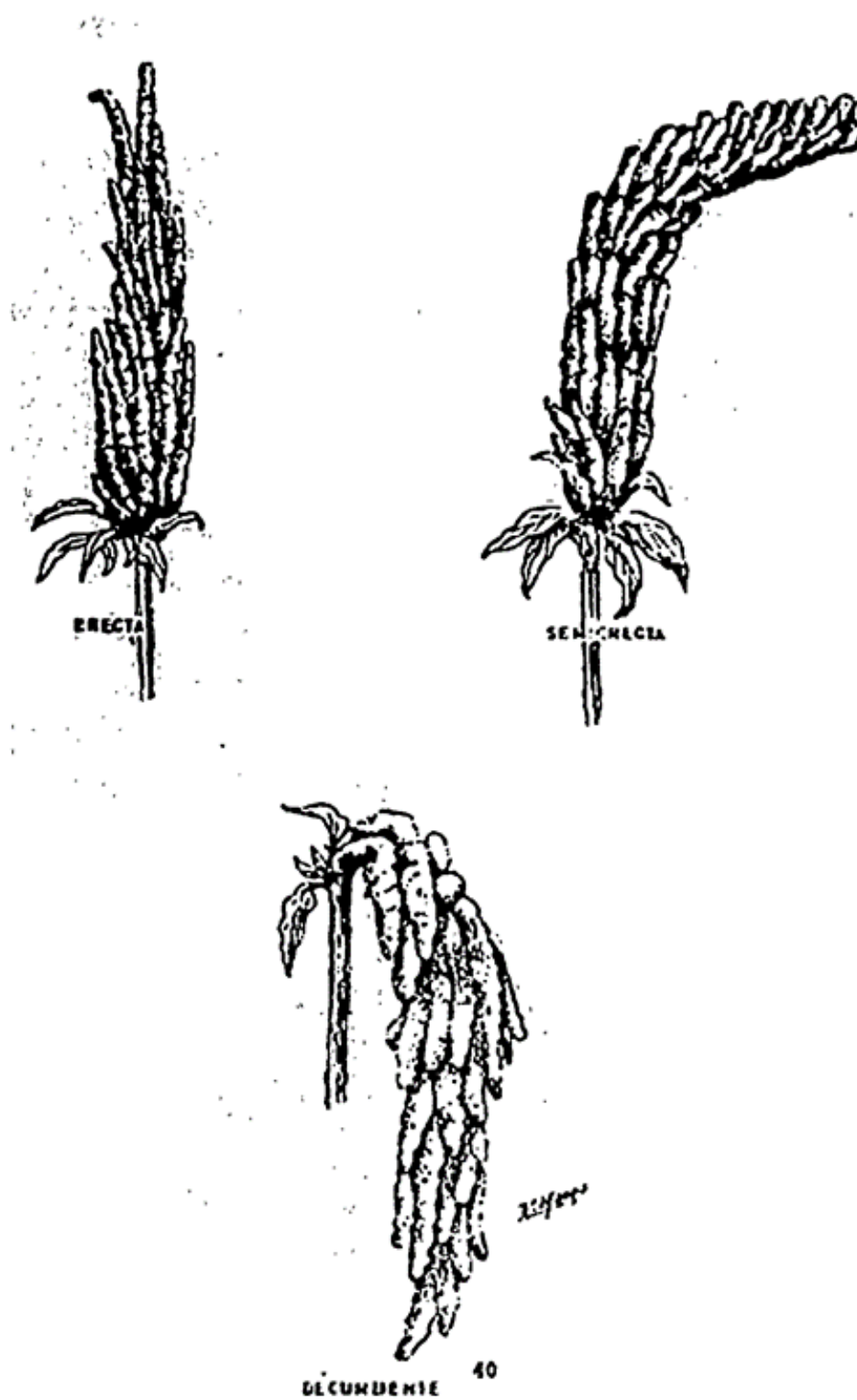


Figura 5. Densidad de la inflorescencia



**Figura 6. Actitud de la inflorescencia principal**



## ANEXO 05. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ACTIVIDADES

**Figura 52**

*Riego de machaco*



**Figura 53**

*Preparación del terreno*



**Figura 54**

*Trazado del campo experimental*



**Figura 55**

*Siembra a chorro continuo*



**Figura 56**

*Riego por aspersión*



**Figura 57**

*Deshierbo*



**Figura 58**

*Raleo*



**Figura 59**

*Primer aporque*



**Figura 60**

*Marcado de diez plantas individuales*



**Figura 61**

*Segundo aporque*



**Figura 62**

*Evaluaciones durante el experimento*



**Figura 63**

*Cosecha de plantas individuales y parcela neta*



**Figura 64**

*Secado de plantas individuales y parcela*



**Figura 65**

*Secado de tallos*



**Figura 66**

*Trillado, tamizado y limpieza de plantas individuales y parcela neta*



**Figura 67**

*Embolsado y pesado de grano limpio*



**Figura 68**

*Evaluaciones de grano*



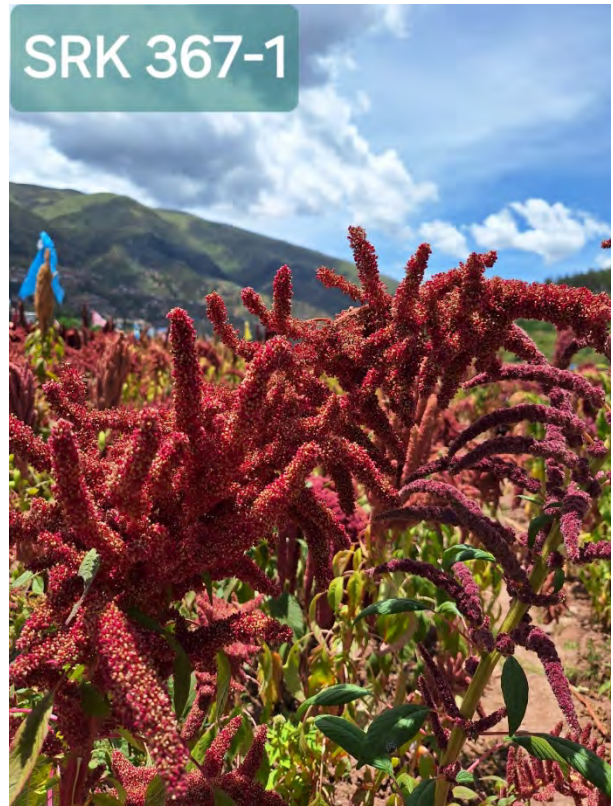
**Figura 69**

*Peso de 1000 granos*



**Figura 70**

*Líneas evaluadas*





SRK 324-3



SRK 309-3



CICA 2006

