

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE COMPUESTOS VARIETALES  
DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA (*Amaranthus  
caudatus* L.) CANAÁN 2720 msnm - INIA - AYACUCHO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
TONY EDUAR DE LA CRUZ ROCA**

**AYACUCHO - PERÚ**

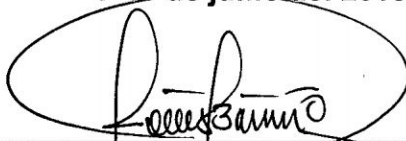
**2015**

Tesis  
Ag 1125  
Del  
Ej. 2

**"EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE COMPUESTOS VARIETALES DE  
ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA (*Amaranthus caudatus* L.)  
CANAÁN 2,720 msnm - INIA - AYACUCHO"**


Recomendado : 01 de abril del 2015

Aprobado : 19 de junio del 2015



---

**Dr. ROLANDO BAUTISTA GOMEZ**  
Presidente del Jurado



---

**M.Sc. JOSE ANTONIO QUISPETENORIO**  
Miembro del Jurado



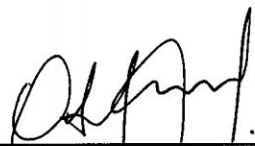
---

**Ing. EDUARDO ROBLES GARCIA**  
Miembro del Jurado



---

**M.Sc. FORTUNATO ALVAREZ AQUISE**  
Miembro del Jurado



---

**Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño y afecto a mis padres Regina y Rómulo, por su apoyo incondicional y abnegado quienes me enseñaron que la perseverancia y el esfuerzo son la clave del éxito.

A mis hermanos Roly, Magaly, Vanessa, Karolina y Jhanet, quienes me dieron fuerzas para seguir adelante, permitiendo así ver desarrollado de este trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación, fuente de sabiduría y enseñanza; que me acogió en sus aulas durante mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, a mis maestros que me brindaron sus conocimientos y experiencia, durante mi etapa de estudiante.

Al Ing. MSc. José A. Quispe Tenorio, por su asesoramiento, y orientación en el desarrollo y finalización del presente trabajo de investigación.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Área de Investigación en Granos Andinos, que hizo posible la realización del trabajo de investigación.

A la Ing. Ana María Altamirano Pérez, del Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Canaán, por brindarme la confianza en la realización del presente trabajo de investigación.

Así mismo, mi más grande gratitud, a todas aquellas personas que de una a otra manera, tuvieron participación, en la planificación ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

# ÍNDICE

	<b>PÁG.</b>
INTRODUCCIÓN	<b>1</b>
<b>CAPITULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	
<b>1.1 ORIGEN</b>	<b>4</b>
<b>1.2 DISTRIBUCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.3 TAXONOMIA</b>	<b>7</b>
<b>1.4 PRODUCCIÓN NACIONAL</b>	<b>8</b>
<b>1.5 NOMBRES COMUNES</b>	<b>8</b>
<b>1.6 MORFOLOGÍA DE LA ACHITA</b>	<b>9</b>
<b>1.6.1 Raíz</b>	<b>9</b>
<b>1.6.2 Tallo</b>	<b>10</b>
<b>1.6.3 Hojas</b>	<b>10</b>
<b>1.6.4 Inflorescencia</b>	<b>11</b>
<b>1.6.5 Flores</b>	<b>12</b>
<b>1.6.6 Fruto</b>	<b>12</b>
<b>1.6.7 Semilla</b>	<b>12</b>
<b>1.7 FASES FENOLÓGICAS</b>	<b>13</b>
<b>1.8 FISIOLOGÍA</b>	<b>16</b>
<b>1.9 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO</b>	<b>16</b>
<b>1.9.1 Altitud</b>	<b>16</b>

<b>1.9.2</b>	<b>Temperatura</b>	<b>17</b>
<b>1.9.3</b>	<b>Suelos</b>	<b>18</b>
<b>1.9.4</b>	<b>Precipitaciones</b>	<b>18</b>
<b>1.9.5</b>	<b>Fotoperiodo</b>	<b>19</b>
<b>1.10</b>	<b>ASPECTOS PRINCIPALES DE MANEJO DEL CULTIVO</b>	<b>19</b>
<b>1.10.1</b>	<b>Preparación del suelo</b>	<b>19</b>
<b>1.10.2</b>	<b>Fertilización</b>	<b>20</b>
<b>1.10.3</b>	<b>Siembra</b>	<b>21</b>
<b>1.10.4</b>	<b>Raleo</b>	<b>21</b>
<b>1.10.5</b>	<b>Aporque</b>	<b>22</b>
<b>1.10.6</b>	<b>Control de malezas</b>	<b>22</b>
<b>1.10.7</b>	<b>Enfermedades y su control</b>	<b>23</b>
<b>1.10.8</b>	<b>Plagas y su control</b>	<b>26</b>
<b>1.10.9</b>	<b>Cosecha</b>	<b>27</b>
<b>1.10.10</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>28</b>
<b>1.11</b>	<b>NUTRICIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>	<b>29</b>
<b>1.12</b>	<b>GENÉTICA</b>	<b>30</b>
<b>1.13</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA</b>	<b>30</b>
<b>1.14</b>	<b>MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>	<b>31</b>
<b>1.14.1</b>	<b>Mejoramiento por selección</b>	<b>32</b>
<b>1.14.2</b>	<b>Componentes del mejoramiento</b>	<b>32</b>
<b>1.14.3</b>	<b>Cultivar o variedad agrícola</b>	<b>32</b>
<b>1.14.4</b>	<b>Mezcla varietal</b>	<b>33</b>
<b>1.14.5</b>	<b>Colecta de germoplasma</b>	<b>33</b>

<b>1.14.6 Selección</b>	<b>34</b>
<b>1.14.7 Selección masal</b>	<b>34</b>
<b>1.14.8 Selección de líneas puras</b>	<b>35</b>
<b>1.14.9 Selección recurrente</b>	<b>35</b>

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO</b>	<b>37</b>
<b>2.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO</b>	<b>37</b>
<b>2.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS</b>	<b>38</b>
<b>2.3.1 Balance hídrico</b>	<b>38</b>
<b>2.4 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUELO</b>	<b>42</b>
<b>2.5 MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO</b>	<b>43</b>
<b>2.6 UNIDAD EXPERIMENTAL</b>	<b>44</b>
<b>2.7 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL</b>	<b>45</b>
<b>2.8 TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>46</b>
<b>2.9 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO</b>	<b>47</b>
<b>2.9.1 Preparación de terreno</b>	<b>47</b>
<b>2.9.2 Delimitación y surcado del campo experimental</b>	<b>47</b>
<b>2.9.3 Desinfección de las semillas</b>	<b>48</b>
<b>2.9.4 Abonamiento</b>	<b>48</b>
<b>2.9.5 Siembra</b>	<b>48</b>
<b>2.9.6 Riego</b>	<b>49</b>
<b>2.9.7 Raleo</b>	<b>49</b>
<b>2.9.8 Aporque</b>	<b>49</b>

2.9.9 Control de malezas	50
2.9.10 Control fitosanitario	50
2.9.11 Cosecha	51
<b>2.10 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN</b>	<b>52</b>
2.10.1 Caracterización morfológica	52
2.10.2 Caracteres de precocidad	52
2.10.3 Caracteres de productividad	54
<b>2.11 ANÁLISIS GENÉTICO</b>	<b>55</b>
2.11.1 Selección por caracteres	55
2.11.2 Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección	56
<b>2.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>57</b>
 <b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
<b>3.1 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA</b>	<b>58</b>
3.1.1 CKA-022	59
3.1.2 CKA-025	60
3.1.3 CKA-020	61
3.1.4 CKA-019	62
3.1.5 CKA-027	63
3.1.6 CKA-010	64
3.1.7 CKA-079	65
<b>3.2 CARACTERES DE PRECOCIDAD</b>	<b>66</b>
<b>3.3 DENDOGRAMA DE SELECCIONES</b>	<b>69</b>
<b>3.4 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD</b>	<b>70</b>

<b>3.4.1</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>71</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Longitud de panoja</b>	<b>72</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Diámetro de panoja</b>	<b>73</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Peso de panoja</b>	<b>74</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Peso de mil semillas</b>	<b>75</b>
<b>3.4.6</b>	<b>Tamaño de grano</b>	<b>76</b>
<b>3.4.7</b>	<b>Rendimiento del grano</b>	<b>77</b>
<b>3.5</b>	<b>SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN</b>	<b>78</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Selección por caracteres</b>	<b>78</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Ganancia por selección</b>	<b>81</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Respuesta a la selección</b>	<b>82</b>

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>4.1</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>4.2</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>86</b>
<b>4.3</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>87</b>
<b>4.4</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>89</b>
<b>4.5</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Nº</b>	<b>TÍTULOS</b>	<b>Pag.</b>
<b>CAPÍTULO I</b>		
1.1	Producción nacional de kiwicha, 2004 - 2011	8
1.2	Producción de kiwicha, según departamento, 2004 - 2011	8
1.3	Composición química de la semilla de amaranto	29
<b>CAPÍTULO II</b>		
2.1	Detalles técnicos de estaciones meteorológicas	38
2.2	Temperatura ombrotérmica y balance hídrico	40
2.3	Análisis físico - químico de suelos de INIA	42
2.4	Selecciones de Achita, lugar de procedencia de colectas	44
2.5	Análisis de variancia	56
<b>CAPÍTULO III</b>		
3.1	Características morfológicas del cultivar CKA-022	59
3.2	Características morfológicas del cultivar CKA-025	60
3.3	Características morfológicas del cultivar CKA-020	61
3.4	Características morfológicas del cultivar CKA-019	62
3.5	Características morfológicas del cultivar CKA-027	63
3.6	Características morfológicas del cultivar CKA-010	64
3.7	Características morfológicas del cultivar CKA-079	65
3.8	Caracteres de precocidad en dds, de 7 cultivares	66
3.9	Cuadrados medios del análisis de variancia	70
3.10	Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta	71

<b>3.11 Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja</b>	<b>72</b>
<b>3.12 Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja</b>	<b>73</b>
<b>3.13 Prueba de Tukey para los promedios de peso panoja</b>	<b>74</b>
<b>3.14 Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas</b>	<b>75</b>
<b>3.15 Prueba de Tukey para los promedios de tamaño de grano</b>	<b>76</b>
<b>3.16 Prueba de Tukey para los promedios de rendimiento de grano</b>	<b>77</b>
<b>3.17 Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple, Stepwise</b>	<b>78</b>
<b>3.18 Análisis de variancia de los coeficientes de regresión</b>	<b>79</b>
<b>3.19 Resumen de selección de Stepwise con variables</b>	<b>79</b>
<b>3.20 Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea</b>	<b>81</b>
<b>3.21 Promedio del rendimiento y ganancia por selección 7 cultivares</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>TÍTULOS</b>	<b>Pag.</b>
<b>CAPÍTULO I</b>		
<b>1.1</b>	<b>Centro de distribución del género Amaranthus</b>	<b>6</b>
<b>1.2</b>	<b>Forma de la inflorescencia</b>	<b>11</b>
<b>1.3</b>	<b>Actitud de la inflorescencia principal</b>	<b>11</b>
<b>1.4</b>	<b>Semilla de amaranto</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II</b>		
<b>2.1</b>	<b>Temperatura ombrotérmica y balance hídrico 2010 – 2011</b>	<b>41</b>
<b>2.2</b>	<b>Dimensiones del campo experimental</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>3.1</b>	<b>Dendograma de similitud de 20 cultivares de achita</b>	<b>69</b>
<b>3.2</b>	<b>Regresión lineal del rendimiento de grano</b>	<b>80</b>
<b>3.3</b>	<b>Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección</b>	<b>82</b>

## INTRODUCCIÓN

La achita (*Amaranthus caudatus* L) ha sido encontrada al lado de tumbas andinas de más de cuatro mil años de antigüedad en el Perú. Aunque es considerada un cultivo rústico, se estima que ha sido totalmente domesticada desde hace milenios.

Esta planta, no siendo tan conocida, desempeñó un papel muy importante para los Incas y formaba parte de la dieta diaria de alimentación del incanato, debido a la calidad nutritiva de sus hojas y granos, y por su extraordinario potencial como fuente vegetal de lisina.

En la actualidad ya es conocido el valor nutritivo superior de la achita, frente a otros cereales, por lo que es necesario incentivar al poblador peruano consumidor, a retornar a aquellos cultivos que fueron la base de la alimentación de nuestros antepasados, para mejorar la calidad de su dieta y así contribuir a solucionar la dependencia que existe de otros cultivos foráneos.

La achita en esencia representa un cultivo importante y promisorio para la sierra; sin embargo, es necesario desarrollar variedades que se adapten a una agricultura moderna, a fin de alcanzar su máximo potencial.

Para lograr una mayor producción y aceptación por los agricultores, deben mejorarse ciertas características agronómicas, que faciliten su manejo y que permiten elevar la productividad y la calidad del cultivo, sin aumentar los costos de producción, de modo tal, que el productor opte por la alternativa de cultivar la achita en forma comercial, con la seguridad de que le reportará ganancias competitivas que con los cultivos tradicionales.

En este sentido la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán, del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, a través del programa de cultivos andinos, en el marco del Proyecto: "Desarrollo de cultivos de granos andinos con potencial para asegurar la nutrición popular y la superación de la pobreza"; han desarrollado en una primera etapa, la colección de semillas en los campos de los productores, en diferentes partes de nuestra región; estas colecciones han sido instalados en los campos experimentales del INIA, para pasar por un primer ciclo de caracterización. Del cual han sido seleccionados, 7 cultivares para el presente trabajo de investigación, para ser sometidos a un segundo ciclo de evaluación y selección; con los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar y seleccionar poblaciones varietales de achita panoja rosada erecta, con fines de mejoramiento genético.

### **Objetivos específicos**

- Realizar la caracterización morfológica de 20 selecciones de achita panoja rosada erecta con el uso de descriptores morfológicos.
- Evaluar los caracteres de precocidad de 20 selecciones de achita de panoja rosada erecta.
- Evaluar el rendimiento de 20 selecciones de achita de panoja rosada erecta.
- Evaluar la selección por caracteres y la respuesta a la selección de 20 selecciones de achita de panoja rosada erecta.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 1.1 ORIGEN

**MUJICA (1997)**, menciona que el amaranto de grano se domesticó en América hace más de 4000 años por culturas precolombinas y de allí posiblemente se difundió a otras partes del mundo. Fue cultivada por los Aztecas en el valle de México, por los Mayas en Guatemala y por los Incas en Sudamérica tanto en Perú, Bolivia como Ecuador junto a la papa, maíz y quinua.

**SUMAR (1993)**, indica la achita *Amaranthus caudatus* L, es originaria de la zona andina del Perú. Los fundamentos principales de esta teoría son:

- La gran variedad de formas nativas encontradas en los departamentos de Ayacucho, Cusco y Cajamarca.
- En los valles interandinos sudamericanos se pueden hallar todos los colores de pericarpio de la achita que se conocen en el mundo.

- La diversidad de nombres vulgares, en idiomas nativos, con los que se conoce la achita.
- Los indicios arqueológicos reportados por Macera Martos y Ravines al excavar las cuevas de Junín (Pachachamay y Panauloca), encontraron restos de vegetales como la tuna y el amaranto que al ser sometidos a las pruebas del carbono 14 evidencian una antigüedad de 12000 aac.

**TAPIA (1997)**, considera como centro de origen del *Amaranthus caudatus* al Perú, por ser una especie propia de las zonas andinas de climas templados y fríos. En los andes se considera a la sierra de Ancash y la subregión centro sur (Ayacucho, Apurímac, Cuzco).

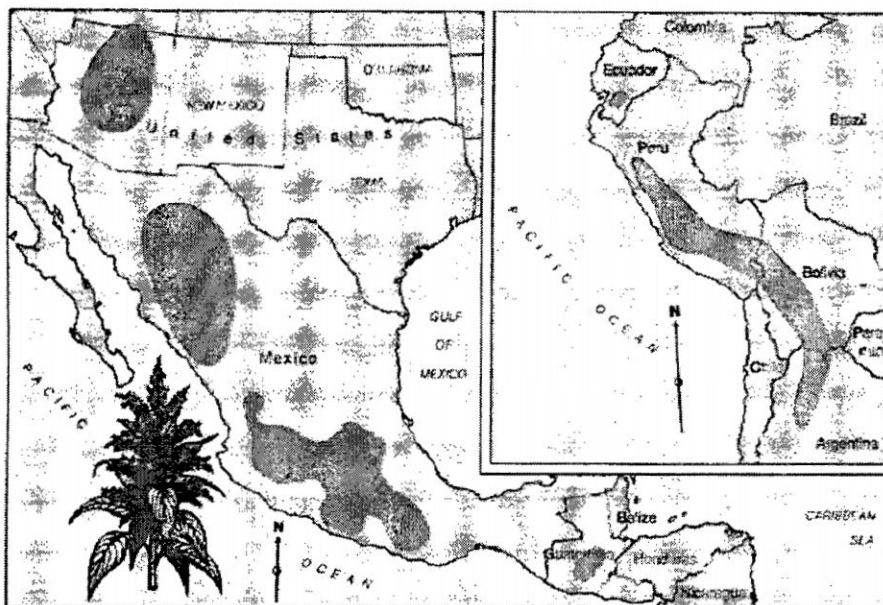
**SANCHEZ A. 1980, KALINOWSKI (1986)**, concluyen de que los amarantos para granos son todos originarios de América parece ser muy probable; pero si no está muy claro en cambio, cuál de las especies silvestres dio origen a las cultivadas.

## 1.2 DISTRIBUCIÓN

**APAZA (2010)**, menciona que el amaranto es uno de los cultivos más antiguos del Perú, que se encuentra distribuida principalmente en los valles interandinos de los departamentos de Cusco, Apurímac, y Arequipa hasta los 3000 m.s.n.m. En Perú.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984)**, indica a los hábitats naturales de amaranto para grano (principalmente *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*) se distribuyen a lo largo de México y se extienden hasta Guatemala y el Suroeste de Estados Unidos. En Sudamérica (principalmente *Amaranthus caudatus*) en una franja que va desde el sur de Ecuador a

través de Perú y Bolivia hasta el norte de Argentina.



Fuente: NATIONAL ACADEMY PRESS – Washington, D. C 1984

**Figura 1.1** Centro de distribución del género *Amaranthus*.

**LEÓN (1964)**, dice que solo en América se conoce hasta cuatro especies diferentes:

*Amaranthus hypochondriacus*. Norteamérica.

*Amaranthus caudatus*. Ecuador, Bolivia, Perú y Argentina.

*Amaranthus cruentus*. Guatemala.

*Amaranthus edulis*. Norte de Argentina.

**SUMAR (1993)**, indica dos grandes regiones habitadas para el cultivo de los amarantos productores de grano. Una que se extiende por la zona andina, desde el Ecuador hasta el norte argentino, con su centro principal en Perú. La segunda región abarca el suroeste de los Estados Unidos y principalmente México y Guatemala.

**VIETMEYER (1978)**, indica que los amarantos se difundieron por Asia, Nueva Guinea, y África durante la colonización española, luego fueron los propios pueblos quienes la difundieron y asimilaron sin ayuda exterior.

### 1.3 TAXONOMÍA

**MUJICA (1997)**, la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerogama
Tipo	:	Embryophyta siphonogama
Subtipo	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledoneae
Subclase	:	Archyclamidae
Orden	:	Centrospermales
Familia	:	Amaranthaceae
Género	:	<i>Amaranthus</i>
Sección	:	<i>Amaranthus</i>
Especies	:	<i>Amaranthus caudatus</i> , <i>cruentus</i> , <i>Amaranthus hypochondriacus</i> .

**SUMAR (1993)**, indica la clasificación sistemática de la Kiwicha la siguiente:

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Cariophyllidae
Orden	:	Cariphyllales
Familia	:	Amaranthaceae
Subfamilia	:	Amarantoideas
Tribu	:	Amarantaceae
Género	:	<i>Amaranthus</i>
Especie	:	<i>Amaranthus caudatus</i> .

## 1.4 PRODUCCIÓN NACIONAL

INEI (2012), en su publicación, Perú Compendio Estadísticos 2012, presenta la producción nacional de kiwicha y la producción por departamento.

**Cuadro 1.1 Producción nacional de Kiwicha, 2004 - 2011 (Tn)**

Producto	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kiwicha	2725	1425	2268	2936	3797	2394	1742	3412

Fuente: Ministerio de Agricultura – Dirección General de Información Agraria.

**Cuadro 1.2 Producción de Kiwicha, Según Departamento, 2004 - 2011 (Tn)**

Departamento	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
La libertad	80	63	201	74	124	105	129	117
Ancash	664	249	192	328	401	316	212	332
Huánuco	3	3	-	-	-	-	-	-
Huancavelica	40	36	12	19	18	33	25	45
Arequipa	903	442	862	1288	1801	716	657	935
Ayacucho	246	119	98	130	160	117	164	55
Apurímac	125	58	178	190	328	369	271	327
Cuzco	665	455	724	908	964	732	283	1601
Lambayeque	-	-	2	-	-	6	1	-
<b>Total</b>	<b>2725</b>	<b>1425</b>	<b>2268</b>	<b>2936</b>	<b>3797</b>	<b>2394</b>	<b>1742</b>	<b>3412</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura – Dirección General de Información Agraria.

## 1.5 NOMBRES COMUNES

MUJICA (1997), menciona las denominación y nombres vulgares: Amaranto (español); Amaranth (inglés), Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho,

Perú), Coyo (Cajamarca, Perú), Achis (Huaraz, Perú), Coimi, Millmi e Inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, Ataco, Quinoa de Castilla (Ecuador), Alegría y Huanthi (México), Rejgira, Ramdana, Eeeraí (India).

## **1.6 MORFOLOGÍA DE LA ACHITA**

**SUMAR (1993)**, indica que el amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias.

**TAPIA (1997)** El *A. caudatus* es una planta anual, que varía en altura de 0,80 m a 2,50 m. El tallo principal se ramifica en forma irregular en la parte superior. Puede llegar a engrosar bastante, con aristas fuertes y hueco al centro.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984)**, EL Hábito de crecimiento varían de postrado a erecto de ramificado a sin ramificar, los colores de la hoja y del tallo van de rojo a verde, con una variedades de colores intermedios, y las semillas presentan colores que van del negro al blanco.

### **1.6.1 RAÍZ**

**SUMAR (1993)**, menciona que la radícula de la semilla comienza a crecer hacia abajo durante la germinación y forma la raíz principal cuando la pequeña planta de achita presenta de 4 – 6 hojas, la raíz principal de la planta adulta puede alcanzar una profundidad de 180 cm.

**MUJICA (1997)**, sostiene que la raíz es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse.

### **1.6.2 EL TALLO**

**MUJICA (1997)**, el tallo es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0.4 a 3 m de longitud, presenta distintas coloraciones que generalmente coincide con el color de las hojas, aunque a veces se observa estrías de diferentes colores, presenta ramificaciones que en muchos casos empiezan desde la base o a media altura y que se originan de las axilas de las hojas.

**LEÓN (1964) Y SUMAR (1993)**, describen al tallo como generalmente fibroso, con fibras elásticas y esponjosas, que le permiten ceder sin romperse a la presión de los vientos fuertes. El color varía de acuerdo al ecotipo, entre el verde claro y verde oscuro. La altura de la planta se halla determinada por su eje principal, y las ramas en caso de tenerlas, no llegan a la altura del eje principal. El tamaño total de la planta oscila entre los 60 y 280 cm.

**DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010)**, indica que Los tallos suelen ser acanalados longitudinalmente, los tallos son similares a de los girasoles.

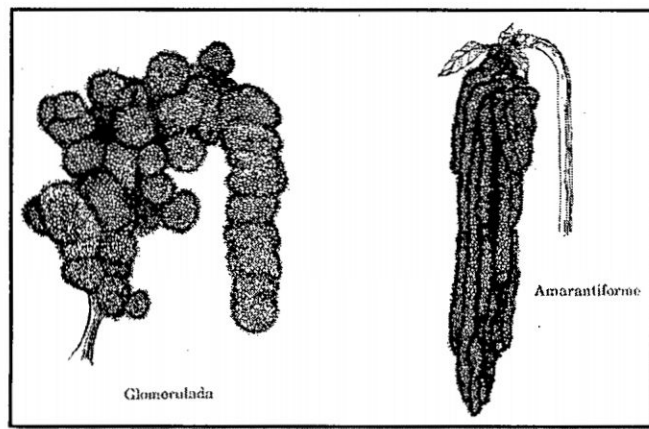
### **1.6.3 HOJAS**

**SUMAR(1993) Y TAPIA(1997)**, sostienen que las hojas son pecioladas, sin estípulas de forma oval, elíptica, opuestas o alternas con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura, presentando borde entero, de tamaño variable de 6.5-15 cm.

**DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010)**, Las hojas son de tamaño variable, los colores van verde a morado, con peciolo delgado. Estos son alternas, por lo general simple, con márgenes enteros.

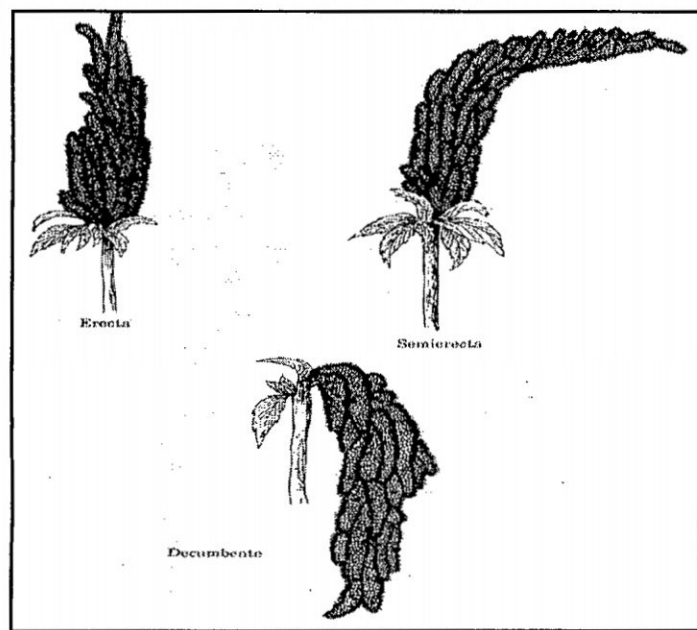
#### 1.6.4 INFLORESCENCIA

**MUJICA (1997)**, la inflorescencia del amaranto corresponde a panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, con colores que van del amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0.5 - 0.9 m



Fuente: La kiwwicha y su cultivo – SUMAR (1993).

**Figura 1.2 Forma de la inflorescencia**



Fuente: La kiwwicha y su cultivo – SUMAR (1993).

**Figura 1.3 Actitud de la inflorescencia principal**

### **1.6.5 FLORES**

**SUMAR (1993)**, señala que las flores masculinas se hallan en los dicasios primarios, aunque a veces también en los secundarios, con dos tépalos externos y tres internos. Las flores femeninas también pentámeras; los tres tépalos internos rómbico-abovales, anchamente espatuladas con frecuencia casi orbicular en su mitad.

**TAPIA (1997)**, describe que el amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo está formado por cinco estambres de color morado que sostienen a las anteras por un punto cercano a la base, el gineceo presenta ovario esférico, súpero coronado por tres estigmas filiformes y pilosos, que aloja a una sola semilla.

### **1.6.6 FRUTO**

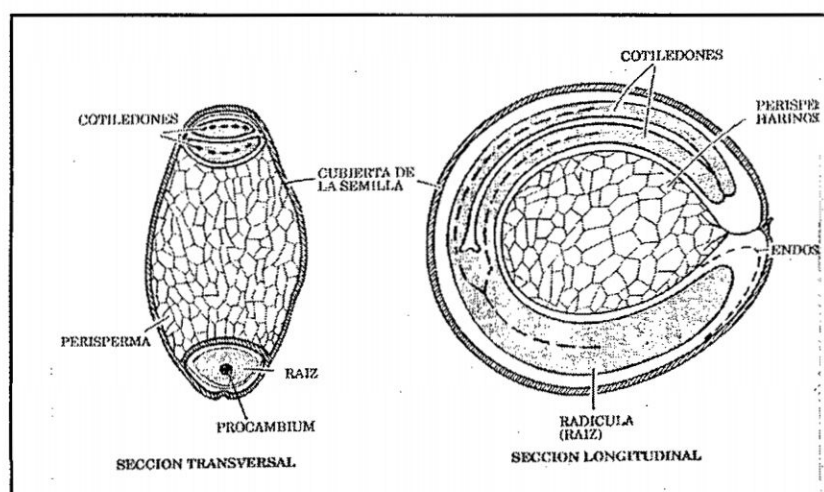
**SUMAR (1993)**, afirmar que el fruto es un pixidio (una cápsula de dehiscencia transversal), las semillas elípticos – redondeadas, de borde convexo o afilado, opacas o semitranslucidos y de color diferente según el ecotipo; negras, castañas, blancas, blanca rosadas o blanco amarillentas de 1 a 1.3 mm de diámetro por 0.1 a 0.33 mm de espesor.

### **1.6.7 SEMILLA**

**NIETO (1990)**, menciona que la semilla es pequeña, lisa, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros; el número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo.

**IRVING ET AL. (1981)**, distingue cuatro partes importantes del grano de achita: epispermo que viene a ser la cubierta seminal, constituida por una capa de células muy finas, endospermo que viene a ser la segunda capa, embrión formado por los cotiledones que es la más rica en proteínas y una interna llamada perisperma rica en almidones.

**SUMAR (1993)**, las semillas de kiwicha son elípticas redondeadas (lenticulares), lisas, de borde convexo y afilado, opaco o semitraslúcidas, de color diferente según el ecotipo: negro, castaño, blanco, blanco rosado, blanco amarillento y dorado, de 1,0 a 1,3 milímetros de diámetro por 0,5 a 0,8 milímetros de espesor.



Fuente: La kiwicha y su cultivo – SUMAR (1993).

**Figura 1.4 Semilla de amaranto**

## 1.7 FASES FENOLÓGICAS

**MUJICA Y QUILLAHUAMÁN (1989) Y HENDERSON (1993)**, describen que los estados fenológicos del amaranto, coincidentes por ambos autores son los siguientes:

### a) **Emergencia: (VE)**

Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos

cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm de largo. Este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas.

**b) Dos hojas verdaderas**

Es cuando fuera de las hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas, ello ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y presenta un crecimiento rápido de las raíces.

**c) Seis hojas verdaderas**

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan amarillentas. Esta fase ocurre de los 30 a 45 días después de la siembra.

**d) Ramificación**

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas y la extensión de las hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen. Esta fase ocurre de los 45 a los 50 días después de la siembra, en esta etapa la parte más sensible a las heladas no es el ápice, sino por debajo de este; en caso de bajas temperaturas que afecten a la planta, se produce el colgado de ápice. En esta fase se efectúa el aporque.

**e) Inicio de panojamiento**

Comienza la emergencia de la inflorescencia ocurre de los 50 a 60 días después de la siembra, a partir de esta fase fenológica, la planta adquiere su máxima velocidad de crecimiento y desarrollo.

**f) Panojamiento**

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas notándose

la ramificación floral que la conforma, asimismo se observa en los racimos florales de la base, los botones individualizados; ello ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra.

**g) Inicio de floración**

Es cuando la primera inflorescencia se abre mostrando los estambres separados, ello ocurre de los 75 a 85 días después de la siembra. En esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas.

**h) Floración**

Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, ello ocurre de los 95 a 105 días después de la siembra. En esta fase es muy sensible a las heladas, debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran cerradas, asimismo la planta achita comienza a eliminar las hojas inferiores menos activas fotosintéticamente.

**i) Grano lechoso**

Es cuando los frutos al ser presionados, explotan y dejan salir un líquido lechoso; ello ocurre de los 105 a 120 días después de la siembra. En esta etapa, el déficit de agua es perjudicial, porque forma el llenado del grano.

**j) Grano pastoso**

Es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ello ocurre de los 120 a 140 días después de la siembra.

**k) Madurez fisiológica**

Es cuando las plantas a una estimación visual, adquieren un cambio de color en panojas verdes a color oro y en panojas rojas a color café rojizo, observándose en un 50% de plantas referidas a una determinada población;

ello ocurre de los 140 a 170 días después de la siembra, caso contrario ocurre deshidratación de la semilla; es el momento de efectuar la siega.

## 1.8 FISIOLÓGÍA

**SUMAR (1993)**, indica que la kiwicha está dentro del grupo de plantas que sostiene una fotosíntesis por el camino C4, que es una modificación del proceso normal de fotosíntesis, haciendo un uso eficiente del dióxido de carbono disponible en el aire, concentrándolo en los cloroplastos de células especializadas que circundan los haces vasculares.

## 1.9 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

### 1.9.1 Altitud

**TAPIA (1997)**, las especies de amaranto se adaptan bien a las condiciones de la zona agroecológica Quechua, es decir a aquella en que se cultiva mayoritariamente el maíz amiláceo, entre los 2700 a 3200 m.s.n.m, caracterizada por un clima templado.

**SUMAR (1993)**, menciona que la kiwicha exige un clima cálido a relativamente cálido, los mayores éxitos en el cultivo de la kiwicha se han logrado en el valle interandino del Calca – Urubamba, en el departamento del Cusco, que se ubica entre los 2800 y 3000 m.s.n.m.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984)**, el Amaranto crece satisfactoriamente desde el nivel del mar hasta por encima de 3.200 m.s.n.m, pero sólo *Amaranthus caudatus* se sabe que prosperan en altitudes superiores a 2.500 m.s.n.m.

**MARTINEAU (1985)**, menciona que existen genotipos adaptadas a condiciones de trópico y también los hay adaptados a altitudes que llegan a los límites agrícolas superiores (3800 m.s.n.m).

**TINDAL (1983)**, las áreas por encima de los 800 m.s.n.m, son óptimos para su cultivo.

### **1.9.2 Temperatura**

**SUMAR (1993)**, la Kiwicha es una planta de clima cálido, la temperatura del suelo, óptima para la germinación es de alrededor de 18 °C, y en el crecimiento la temperatura óptima durante el día está entre los 18 y 20 °C. Temperaturas por debajo de los 18 °C interfieren en el adecuado desarrollo de la planta de Kiwicha.

**DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010)**, indica que las semillas de amaranto necesitan temperaturas del suelo de entre 18 °C y 25 °C para germinar y una temperatura del aire por encima 25 °C para un crecimiento óptimo. El crecimiento cesa a temperaturas inferiores a 18 °C.

**MARTINEAU (1985)**, la temperatura óptima para la germinación está entre los 10 °C a 24 °C, lo que hace comparable al maíz.

**TINDAL (1983)**, en el *A. caudatus* la temperatura es un factor importante que determina el tiempo de formación de la inflorescencia, iniciación y desarrollo subsiguiente.

**ZABRA citado por DEVADES et al, 1989**, por otro lado el rendimiento de las hojas es mejor mientras más alta es la temperatura mínima durante las tres primeras semanas.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984)**, indica que el Amaranto crece

mejor cuando la temperatura media diaria es menor que 21 °C. Varias accesiones mostraron temperaturas óptimas de germinación que varía entre 16 °C y 35 °C. La velocidad de germinación se incrementa en el extremo superior de este rango.

### **1.9.3 Suelo**

**DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010)**, Es un cultivo que se adapta mejor en suelos bien drenados, fértiles y profundos. Suelos sueltos y con alto contenido de materia orgánica son ideales en etapas iniciales del cultivo. Un suelo con un pH de 6,4 podría producir altos rendimientos.

**TAPIA (1997)**, el amaranto se adapta bien a suelos francos de buen drenaje y soporta un pH del suelo desde 6,2 hasta 7,8 con buen rendimiento.

**MUJICA (1997)**, indica que el cultivo de amaranto se adapta perfectamente a diferentes texturas de suelo; arenoso (Arequipa-Perú), arcillo-arenoso (Oruro-Bolivia), francos (Temuco-Chile), limo-arenoso (Puerto Príncipe-Haití) y franco-arcilloso (Chapingo-México).

**MARTINEAU (1985)**, aparentemente el amaranto tiene buen desarrollo en una variedad de tipos de suelos que van desde muy ácidos y alto contenido de aluminio hasta suelos alcalinos y salinos. Están adaptados a tierras que fluctúan entre finas y toscas, siempre que sea de buen drenaje.

### **1.9.4 Precipitaciones**

**SUMAR (1993)**, refiere que las variedades de maduración temprana necesitan como mínimo 450 mm de precipitaciones pluviales durante el periodo vegetativo, y la cantidad de agua durante la temporada de

crecimiento no debe ser menor de 300 mm. La cantidad óptima de lluvia es de 750 mm, la máxima es de 1100.

**TAPIA (1997)**, el cultivo de amaranto requiere de precipitaciones no menores de 600 mm. En caso de zonas más secas se requieren riegos suplementarios.

**DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010)**, el amaranto de grano es conocida por ser tolerante a la sequía en comparación con la mayoría de los vegetales. El cultivo no puede soportar anegamiento, ya que tiene una capacidad relativamente baja para el consumo de agua.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984)**, el amaranto de grano se ha cultivado en seco en zonas que reciben tan sólo 200 mm de precipitación.

### **1.9.5 Fotoperiodo**

**SUMAR (1993)**, afirma que la achita es una especie propia de zonas con días cortos, usualmente florece y forma frutos cuando la longitud del día está entre 10 y 11 horas luz, son poco sensibles a la duración de la luz.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984)**, indica que por lo general, la floración y la producción de semillas se dan, cuando la duración del día es menos de 8 horas. Sin embargo, algunos *Amaranthus caudatus*, tales como la ornamental "love-lies-bleeding", producirá semillas en condiciones de día de mayor longitud.

## **1.10 ASPECTOS PRINCIPALES DE MANEJO DEL CULTIVO**

### **1.10.1 Preparación del suelo**

**MUJICA (1997)**, la preparación del terreno se consigue pasando un arado

de disco o vertedera, luego se mulle el suelo con una cruzada de rastra de discos o de dientes rígidos o flexibles. En zonas donde exista fuerte incidencia de malezas, es conveniente efectuar previamente un riego por inundación después de la preparación de suelo, para que las semillas de malezas germinen y emerjan; luego pasar una rastra y matar dichas plántulas antes de efectuar la siembra del amaranto.

**ESTRADA (2010)**, siendo la semilla de tamaño muy pequeño, requiere de un suelo mullido. Luego del arado a 30 a 40 cm, es importante pasar rastra 1 a 2 veces para lograr una capa mullida y proceder al nivelado del terreno.

**SUMAR (1993)**, indica que se puede realizar la labranza tradicional empleando bueyes y el arado de madera, con reja de hierro y se cruza el terreno dos veces, finalmente se desmenuzan los terrones grandes empleando mazas de madera y luego se retiran del campo los restos de vegetación.

### **1.10.2 Fertilización**

**ESTRADA (2010)**, recomienda niveles de 80–60–40 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O por hectárea que equivale a tres sacos y medio de urea, dos y medio de superfosfato triple de calcio, y 67 kg de cloruro de potasio. También es recomendable agregar 20 t/ha de estiércol bien pasmado.

**DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010)**, indica que el nitrógeno será el nutriente más limitante en la mayoría de los entornos. Los requerimientos de nitrógeno pueden variar de 50 a 200 kg de N/ha, las plantas pueden ser fertilizados con estiércol de vaca a razón de 6 t/ha, así como fertilizantes comerciales con un alto contenido en nitrógeno.

**SUMAR (1993)**, indica que para que su cultivo produzca 3000 kilos de granos por hectárea requieren las siguientes cantidades aproximadas de elementos esenciales: 12 kg de nitrógeno, 80 kg de fósforo. 80 kg de potasio, 20 kg de calcio, 16 kg de magnesio y 12 kg de azufre.

### **1.10.3 Siembra**

**MUJICA (1997)**, la siembra debe efectuarse de preferencia en suelo húmedo, depositando uniformemente la semilla en el fondo del surco a chorro continuo, la densidad de siembra utilizada varía de 4-6 kg/ha. Después de la siembra se debe tapar la semilla, pasando una rama por el fondo del surco, con lo que se consigue una profundidad adecuada de enterrado de 0.5 a 1.5 cm que es la recomendada, la fecha de siembra varía en la zona andina peruana de septiembre a noviembre.

**SUMAR (1993)**, indica que los surcos deben estar a 75 centímetros unos de otros, se necesitan 4 Kg de semilla de kiwicha por hectárea. La semilla se coloca en el fondo del surco, muy uniformemente, luego se cubre la semilla con una ligera capa de tierra.

**RÍOS (2001)**, la siembra de kiwicha se debe realizar en líneas o surcos, a una distancia de 90 cm. Entre sí, para permitir una atención eficiente al cultivo y facilitar las labores de entresaque y selección de plantas en la cosecha. Deben ser empleadas de 6 a 8 Kg, de semilla por hectárea

### **1.10.4 Raleo**

**ESTRADA (2010)**, cuando la siembra es directa se debe eliminar las plantas débiles y pequeñas, dejando las vigorosas de 15 a 25 plantas por metro

lineal para favorecer el mejor crecimiento y desarrollo.

**SUMAR (1982)**, cuando las plantas han alcanzado los 10 centímetros de altura, realizaremos el “aclareo”; arrancamos las plantitas, dejando una cada 15 centímetros a lo largo del surco.

#### **1.10.5 Aporque**

**ESTRADA (2010)**, menciona que se debe efectuarse el aporque cuando las plantas alcancen entre 25 a 30 cm de altura a los 80 a 100 días después de la siembra.

**MUJICA (1997)**, indica que esta actividad se debe efectuarse cuando las plántula alcancen los 40 – 50 cm, o a los 80 – 100 días después de la siembra. El aporque se puede efectuar mecánicamente con aporcadoras de maíz o usando yuntas acoplado al arado ramas para amontonar mas tierra a la planta.

#### **1.10.6 Control de malezas**

**MUJICA (1997)**, recomienda efectuar el primer control cuando las plántulas de amaranto tengan de 10-15 cm de altura, eliminando preferentemente las malezas que estén en el fondo del surco. El segundo control si fuera necesario debe efectuarse 30 días después del primero.

**RÍOS (2001) y SUMAR (1993)**, indica que los mejores resultados se obtuvieron empleando un sistema tradicional, que consiste en preparar el suelo para la siembra, previo riego, y dejar que germinen las malezas para luego labrar el suelo muy superficialmente.

### 1.10.7 Enfermedades y su control

**MUJICA (1997)**, menciona que dentro de las enfermedades del amaranto tenemos aquellas causadas por hongos, bacterias, nematodos, virus y micoplasmas:

#### a) Enfermedades causadas por hongos

- Tizón del amaranto o alternariosis o atizonamiento del amaranto o kiwicha.- Es causado por *Alternaria spp*, produce lesiones necróticas con círculos concéntricos y un halo amarillento en las hojas y como consecuencia reduce fuertemente el vigor de las plantas, en algunos casos puede atacar las inflorescencias, y en estados avanzados presenta manchas negras en las hojas.
- Mancha negra del tallo.- Enfermedad causada por *Macrophoma sp.*, muestra como síntomas manchas oscuras en la base del tallo, que lo ennegrece y estrangula, seguidamente avanza hacia la parte superior de la planta hasta que el tallo se debilita y dobla en dos y como consecuencia se produce muerte de la planta.
- Esclerotiniosis.- Enfermedad causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, que ataca a gran parte de los órganos de la planta, produciendo lesiones de color marrón en el tallo e inflorescencias; en hojas produce clorosis y muerte.
- Cercosporiosis del amaranto producida por el hongo *Cercospora brachiata*, *Cercospora sp.*
- Pudriciones o "Damping off" producida por *Phytium aphanidermatum*, *Phytium sp.*

- *Fusarium sp.* Que produce pudriciones en la base del tallo y raíz. Se observa en plantas aisladas.
- *Rhizoctonia sp.*
- Roya blanca producida por *Albugo bliti*.
- Pudrición húmeda producida por *Choanephora cucurbitarum*.
- Oidium producida por *Erysiphe sp.*
- *Curvularia sp.*
- *Volutella sp.*

Para el control de las enfermedades causadas por hongos se recomienda utilizar semilla sana procedente de semilleros básicos, desinfectar la semilla con fungicidas; habiendo dado buenos resultados el carbendazim (Vitavax), utilizando por vía semi-húmeda a razón de 2.5 gramos de producto por kilogramo de semilla seleccionada. Para prevenir mayor incidencia del ataque de hongos, evitar el exceso de humedad en el suelo y eliminar plantas enfermas al inicio del ataque.

#### **b) Enfermedades causadas por nematodos**

Entre los nematodos que atacan al amaranto tenemos a *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, los cuáles producen nódulos en las raíces causando daños significativos a la producción del orden del 10-14% del rendimiento de grano (Santa Cruz y Marban, 1986). Se observa nódulos tanto en la raíz principal como raicillas, en ataques severos se observa decaimiento de la planta. Como medidas de control se recomienda rotación de cultivos y evitar siembras en campos infestados.

#### **c) Enfermedades causadas por micoplasmas**

Produce un alto porcentaje de plantas estériles, debido a que los órganos

florales se transforman en brácteas de color verde, con ausencia total de anteras y óvulos, convirtiéndose posteriormente en hojas y aún el utrículo se elonga y forma una cápsula, siendo reabsorbido el grano (Espitia, 1986)

Como medida de control se recomienda eliminar plantas atacadas, utilizar semilla sana procedente de semilleros básicos y efectuar rotación de cultivos, evitando en lo posible siembras de monocultivo en amaranto.

#### **d) Enfermedades causadas por virus**

Se ha observado plantas que presentan achaparramiento, forma de roseta y clorosis de las hojas; recomendándose eliminar las plantas atacadas y enterrarlas; Se recomienda utilizar semilla garantizada procedente de semilleros básicos.

#### **e) Enfermedades no causadas por agentes bióticos**

Además de los daños causados por factores bióticos, existen otros que repercuten fuertemente en la producción; entre estos tenemos:

- Las bajas temperaturas y heladas que se presentan durante el desarrollo vegetativo del amaranto, siendo la fase fenológica de floración y panoja las más sensibles; en el caso de afectar en floración, causa esterilidad de la planta por dañar los estambres y órganos florales; durante el período de llenado del grano la helada causa el chupado de las semillas y producción de granos vacíos o vanos.
- Las granizadas durante la maduración y llenado del grano causan daños considerables en la producción, trayendo como consecuencia caída de las semillas maduras y dejando las inflorescencias sin semillas, además de destrozar la planta completa.
- Los excesos de humedad en el suelo también causan pérdidas en la

producción, especialmente en los primeros estados de desarrollo, produciendo pudriciones radiculares, tendedura de las plantas y consecuentemente mayor incidencia de enfermedades; recomendándose efectuar drenes en el campo.

- En lo que respecta al déficit hídrico, el amaranto es sensible durante la etapa de germinación, emergencia y hasta inicio de ramificación, a partir de la cual forma un sistema radicular amplio y profundo que le permite contrarrestar el déficit de agua.
- Anteriormente se pensaba que el amaranto era de suelos pobres; sin embargo, se ha determinado que es exigente en nutrientes, extrayendo del suelo cantidades considerables de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio; el déficit de nitrógeno se manifiesta con prontitud en las plantas, mostrando amarillamiento, retraso en el crecimiento y emergencia prematura de la panoja, trayendo como consecuencia baja producción.
- Las aves producen daños considerables en la producción, no sólo consumen los granos maduros, si no que destrozan la inflorescencia trayendo como consecuencia caída de las semillas al suelo, puesto que al entrar en maduración las semillas son indehiscentes y con cualquier movimiento producido por la misma actividad de las aves se produce la caída de los granos.

#### **1.10.8 Plagas y su control**

**ESTRADA (2010)**, menciona como plagas comunes:

Polilla de la kiwicha (*Eurisaca melanocampta* Myerick)

Pulgones (*Myzus sp*, *Macroshipum sp.*)

Acchu - karhuas (*Epicauta sp.*)

Algunas recomendaciones para el control de plagas: eliminar plantas hospederas y residuos de cosechas anteriores, rotación de cultivos con leguminosas, evitar periodos prolongados de sequía en cultivos bajo riego, utilizar trampas amarillas y productos caseros

**SUMAR (1993)**, menciona a la *Diabrotica spp*, que pueden causar daños considerables durante la emergencia y las primeras semanas de crecimiento. Como medida de control se recomienda no sembrar Kiwicha después de cultivo de papa o tomate.

#### **1.10.9 Cosecha**

**MUJICA (1997) y ESTRADA (2010)**, indican que se realiza de los 5 a 7 meses después de la siembra, dependiendo de los cultivares y localidad; esta labor se efectúa cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica. La cosecha tiene cinco fases:

- Corte o siega: se corta a 20 cm del suelo, preferentemente en horas de la madrugada para evitar que se derrame el grano y se va colocando en gavillas pequeñas.
- Formación de parvas: consiste en colocar las panojas en un mismo sentido y formando montículos donde completarán su madurez y perderán humedad.
- Trilla o azotado: se realiza cuando las plantas están totalmente secas y el grano se puede desprender fácilmente mediante el golpeado, con tracción animal o con trilladoras estacionarias.
- Limpieza y venteo: separar los granos de la broza aprovechando la

corriente de aire. Luego se utilizan tamices o zarandas que permiten obtener la semilla limpia.

- Secado y almacenamiento: es recomendable almacenar cuando el grano alcanza 12% de humedad. Esto se logra extendiendo el grano expuesto al sol durante un día. El almacenamiento debe efectuarse en lugares ventilados y secos, de preferencia envasar en costales de yute o tela evitando usar los de plástico o polipropileno

**TAPIA (1997)**, menciona que el uso de una trilladora estacionaria de trigo ha dado buenos resultados, a condición de que se regule la velocidad del tamizado y se utilice una zaranda de grano fino.

#### **1.10.10 Rendimiento**

**RÍOS (2001)**, indica que con alta tecnología, es posible alcanzar 4500 Kg/ha.

**TAPIA (1997)**, con fertilizaciones moderadas como la fórmula 40-40-0 se consiguió un rendimiento de 1,5 t/ha en el Cusco (INIAA, 1987). En la costa, con la fórmula 240-150-80 se obtuvo 4,5 t/ha (Irrigación Majes, Arequipa, Perú).

**PALACIOS (1997)**, en un estudio preliminar sobre el efecto de decapitación apical en el rendimiento de 38 entradas de achita, obtiene en la variedad Oscar Blanco: 5660.60 kg/ha (sin decapitación), 6963.90 kg/ha (primera decapitación) y 5958.90 kg/ha (segunda decapitación), cuya densidad de plantas fue 1 m. entre surcos y 10 cm entre plantas.

**TABOADA (1998)**, menciona lo siguiente: los rendimientos observados varían entre 2150 kg/ha, equivalente a 10.75 g/planta, (debido a 75 – 225 – 75 de NPK con 200000 plantas/ha) y 9312 kg/ha, equivalente a 31.04 g/planta, (debido a 300 – 150 – 150 de NPK empleando 300000 plantas/ha.).

## 1.11 NUTRICION Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

**NATIONAL ACADEMIA PRESS (1984)**, menciona que el grano de amaranto presenta una ligera deficiencia en el aminoácido leucina, sin embargo el valor biológico de su proteína es de 75%, acercándose al balance perfecto de aminoácidos esenciales.

**MUJICA (1997)**, el contenido de proteína del grano de amaranto es elevado y algo mayor que el de otros cereales. El balance de aminoácidos está cercano al requerido para la nutrición humana y su aminoácido más limitante es la leucina que permite que la proteína de *A. caudatus* se absorba y utilice hasta el 70%, cifra que asciende hasta el 79% según las variedades. Lo que destaca de la proteína del amaranto es su alto contenido en lisina comparado con otros cereales.

**Cuadro 1.3 Composición química de la semilla de amaranto  
(por 100 g de parte comestible y en base seca)**

<b>Características</b>	<b>Contenido</b>
Proteína (g)	12-19
Carbohidratos (g)	71.8
Lípidos (g)	6,1-8.1
Fibra (g)	3,5-5.0
Cenizas (g)	3,0-3,3
Energía (Kcal)	391
Calcio (mg)	130-164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina C (mg)	1,5

Fuente: Nieto, 90.

## 1.12 GENÉTICA

**RIOS ALFARO (2001)**, la panícula erecta está controlada por un gen en *A. caudatus*, en el pasado se considero como un especie diferente separándole y denominándola como *A. edulis* o *A. mantegazzianus*. En *A. hypochondriacus* la panoja erecta parece estar controlada por gene recesivo (Espitia – Rangel, 1994) Según Kulakow y Huptli (1994) en *A. caudatus var. Edulis* el tipo erecto de panoja está controlada por un solo gene recesivo donde el alelo dominante determina el tipo decumbente.

**MUJICA (1997)**, el amaranto tiene una amplia diversidad y variabilidad genética, mostrando diversidad de formas de planta desde erectas hasta completamente decumbentes, variación en el color del grano, precocidad, contenido de proteína en granos y hojas, adaptación a diferentes tipos de suelos, diferentes pH, climas, precipitación pluvial, altura sobre el nivel del mar, temperaturas, duración de horas de luz (fotoperiodo), rendimiento de grano, materia verde, hojas, resistencia a plagas y enfermedades, contenido de amarantina, tipos de almidón, granos cristalinos y amiláceos, y otras características agronómicas, nutricionales e industriales.

**MURRAY (1938), MENCIONADO POR KAUFFMAN (1992)**, sostienen que las especies cultivadas de amaranto de grano son monoicas. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas a partir de amaranto desarrolladas en ambiente aislado controlando la cantidad de polinización cruzada. Se han desarrollado líneas uniformes en solo unas generaciones de autopolinización

## 1.13 CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA

**SEVILLA (1995)**, el objetivo principal de la caracterización es describir y dar

a conocer el valor del germoplasma. Hay otros objetivos más específicos como la identificación taxonómica correcta, la descripción morfológica, y la evaluación de caracteres de valor agronómico, las estimaciones de la variabilidad fenotípica y las relaciones entre caracteres.

**QUEROL (1988)**, la caracterización del germoplasma es un proceso que se inicia con la colección o introducción y debe finalizar con la publicación o la difusión de la información para que pueda ser utilizada por los usuarios. La inexistencia de buenos catálogos no permite dinamizar la utilización de germoplasma.

#### **1.14 MEJORAMIENTO GENÉTICO**

**SUMAR (1993)**, indica que el mejoramiento genético de la kiwicha incluye la mejora sistemática del cultivo con el fin de:

- Aumentar la capacidad de producción.
- Mejorar la respuesta a las prácticas de cultivo.
- Aumentar la resistencia a enfermedades e insectos.
- Aumentar la resistencia a factores ambientales adversos, como heladas y sequías.
- Aumentar la resistencia al acame.
- Adecuar la arquitectura de la planta y para el cultivo y recolección mecanizados (plantas con inflorescencia erecta y sin ramas).
- Reducir el desgrane natural.

**SUMAR (1993) y MUJICA (1997)**, indican que para el mejoramiento genético de la kiwicha se ha empleado los siguientes métodos:

- Selección masal.

- Selección de inflorescencia por hilera
- Sistema de Autofecundación – hibridación, con el previo desarrollo de líneas autofecundadas

#### **1.14.1 Mejoramiento por selección**

**LARCHER (1976)**, menciona que, este tipo de mejoramiento se debe a una continuidad de selección por varias generaciones, hasta agotar el diferencial de selección y partiendo siempre de la mezcla balanceada del ciclo anterior. Se evalúan los ciclos en ensayos de rendimiento y las mezclas balanceadas de cada ciclo, incluyendo la variedad original y algunos híbridos como testigo, con el fin de determinar la ganancia debido a la selección.

#### **1.14.2 Componentes de mejoramiento**

**PACHECO (2009)**, cita como componente de mejoramiento la heredabilidad, como la proporción genética de la variancia fenotípica entre individuos dentro de una población. Representa cuanto de la variabilidad genética, que no la vemos, se refleja por selección en el fenotipo que si lo vemos, se expresan en %. La heredabilidad es la expresión matemática que mide el progreso esperado de la selección, su argumento principal es que el mejorador solo considera la heredabilidad. También indica que la variancia de los valores genotípicos y la variancia ambiental es la variancia de las desviaciones.

#### **1.14.3 Cultivar o variedad agrícola**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, definen al cultivar (variedad agrícola) como un grupo de plantas genéticamente similares, que en virtud de sus

características estructurales y comportamiento se distingue de otros grupos de plantas genéticamente similares dentro de una especie. Como una unidad agronómica, el cultivar es bien conocido por los fitomejoradores que crean nuevos cultivares y por los semiotecnistas (investigadores que estudian la producción de semillas) y los agricultores que multiplican la semilla y cultivan los cultivares.

#### **1.14.4 Mezcla varietal**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, definen la mezcla varietal como un cultivar compuesto que se produce mezclando la semilla de dos o más cultivares; la proposición detrás de esto es que una mezcla de genotipos tendrá de manera uniforme un rendimiento consistentemente mayor que el promedio de los genotipos del componente puro, debido al efecto amortiguador contra las interacciones genotipo por ambiente, y presentará una mayor estabilidad en más localidades y durante más años que un cultivar de línea pura.

#### **1.14.5 Colecta de germoplasma**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, menciona que es un paso inicial de un programa de mejoramiento genético que consiste en reunir un amplio surtido de germoplasma (cepas genéticas de origen diverso) de la especie deseada, buscando siempre conseguir los genes que contribuyan a mejorar el comportamiento. Los cultivares comerciales son una fuente deseable de recursos genéticos útiles, salvo en los casos en que su uso está restringido por cuestiones de protección legal.

#### **1.14.6 Selección**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, definen como un procedimiento de mejoramiento genético, incluye la identificación y la propagación de genotipos individuales o grupos de genotipos provenientes de poblaciones mixtas de cultivos autógamas son la selección masal y la selección de líneas puras.

#### **1.14.7 Selección masal.**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, conceptualizan como un procedimiento donde las plantas se seleccionan y cosechan con base en su fenotipo y las semillas se mezclan sin haber realizado ninguna prueba de progenie. Los cultivos que se obtiene por selección masal son normalmente uniformes en cuanto a caracteres cualitativos que presentan herencia genética simple, en los que las diferencias fenotípicas pueden reconocerse fácilmente y utilizarse como criterios de selección. Sin embargo, aún podrían estar presentes variaciones en caracteres cuantitativos como el rendimiento, el tamaño o calidad, en los que las diferencias fenotípicas son demasiados pequeños para reconocerse o bien no se pueden distinguirse con precisión de las variaciones causadas por el ambiente. El objetivo es la de purificar un cultivar mixto o una población de plantas seleccionando y propagando plantas visiblemente similares, u obtener un nuevo cultivar mejorando el comportamiento promedio de la población.

**ALLARD (1980)**, manifiesta que, la selección masal es una forma de apareamiento al azar con selección. El fin de la selección masal es el aumento de la proporción de genotipos superiores en la población. La

eficacia de esta se lleva a cabo en un sistema de apareamiento al azar con selección que depende principalmente del número de genes y de la heredabilidad. La selección masal ha sido efectiva para aumentar las frecuencias génicas en caracteres que se pueden ver o medir fácilmente. La selección masal ha sido útil para la obtención de variedades para fines especiales y para cambiar la adaptación de variedades mejoradas en nuevas zonas de producción.

**TAPIA (1982)**, sostiene que, la selección masal es un procedimiento de selección en el que se seleccionan plantas individuales con características favorables y se mezcla su semilla para producir la siguiente generación. Se basa en la selección fenotípica, o sea, en la apariencia de la planta y en los caracteres particulares que puedan identificarse.

#### **1.14.8 Selección de líneas puras**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, mencionan que una línea pura es una progenie que desciende únicamente por autopolinización de una planta homocigota. La selección de líneas puras es el procedimiento que consiste en aislar líneas puras a partir de una población mixta. Un cultivar obtenido mediante selección de líneas puras es más uniforme que un cultivar obtenido por selección masal, ya que todas las plantas del cultivar tendrá el mismo genotipo.

#### **1.14.9 Selección recurrente**

**POEHLMAN Y ALLEN (2005)**, mencionan que es un método de mejoramiento de la población diseñado para aumentar la frecuencia de

alelos deseables para un carácter cuantitativo particular mediante entrecruzamientos frecuentes entre genotipos superiores dentro de la población. Se obtiene buenos resultados en plantas de polinización cruzada y en plantas autógamas tiene también similar resultado pero es muy trabajoso debido a que se debe realizar la polinización manual.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que políticamente está ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; geográficamente se ubica en el sistema de coordenadas latitud Sur  $13^{\circ}10'0.14''$ , Longitud Oeste  $74^{\circ}12'21.98''$  a una altura de 2720 m.s.n.m.

#### **2.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO**

El terreno utilizado para la instalación del presente trabajo de investigación, durante la campaña anterior fue utilizado para el cultivo de trigo, teniendo como fuente de nutrientes, los fertilizantes sintéticos destinados a la producción de granos.

## 2.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Para caracterizar los parámetros de temperatura y precipitación, se emplearon la data del año 2010, de la Estación Meteorológica Huamanga y la data del año 2011, de la Estación Meteorológica INIA; ambas pertenecientes al Gobierno Regional de Ayacucho. En el cuadro 2.1 se presenta las fichas técnicas de las estaciones INIA y Ayacucho, cuyas ubicaciones cercanas al lugar de la instalación de la tesis, nos ofrece la representatividad para caracterizar los parámetros climáticos de la zona.

**Cuadro 2.1 Detalles técnicos de las estaciones meteorológicas**

Nombre	Tipo	Coordenadas		Altitud	Ubicación política
		Latitud Sur	Longitud Oeste		
Estación INIA	Automática	13°10'09"	74°12'82"	2735	Distrito: Ayacucho
Estación Huamanga	Convencional-Meteorológica	13°9'01"	74°13'01"	2761	Distrito: Ayacucho

Fuente: SENAMHI e INIA

### 2.3.1 Balance hídrico

Para la elaboración del balance hídrico se tomaron los datos climáticos (temperatura y precipitación) de las Estaciones Meteorológicas Huamanga (año 2010) e INIA (año 2011), con esta data se procedió a calcular el balance hídrico; siguiendo la metodología recomendado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales **ONERN (1976)**. Del cuadro 2.2 y figura 2.1, se observa que durante el periodo vegetativo del cultivo desarrollado entre los meses de febrero a julio; en los primeros meses (febrero y marzo) hubo un aporte importante del agua de las precipitaciones

dentro del sistema expresado en un exceso de humedad en el suelo, que en el siguiente mes fue disminuyendo observándose un déficit de humedad en el suelo, siendo necesario a partir de este mes en adelante (abril, mayo y junio) el aporte de agua de riego para cubrir los requerimientos del cultivo.

En el **ANEXO 03** se presenta la data meteorológica completa, empleada para la elaboración del balance hídrico.



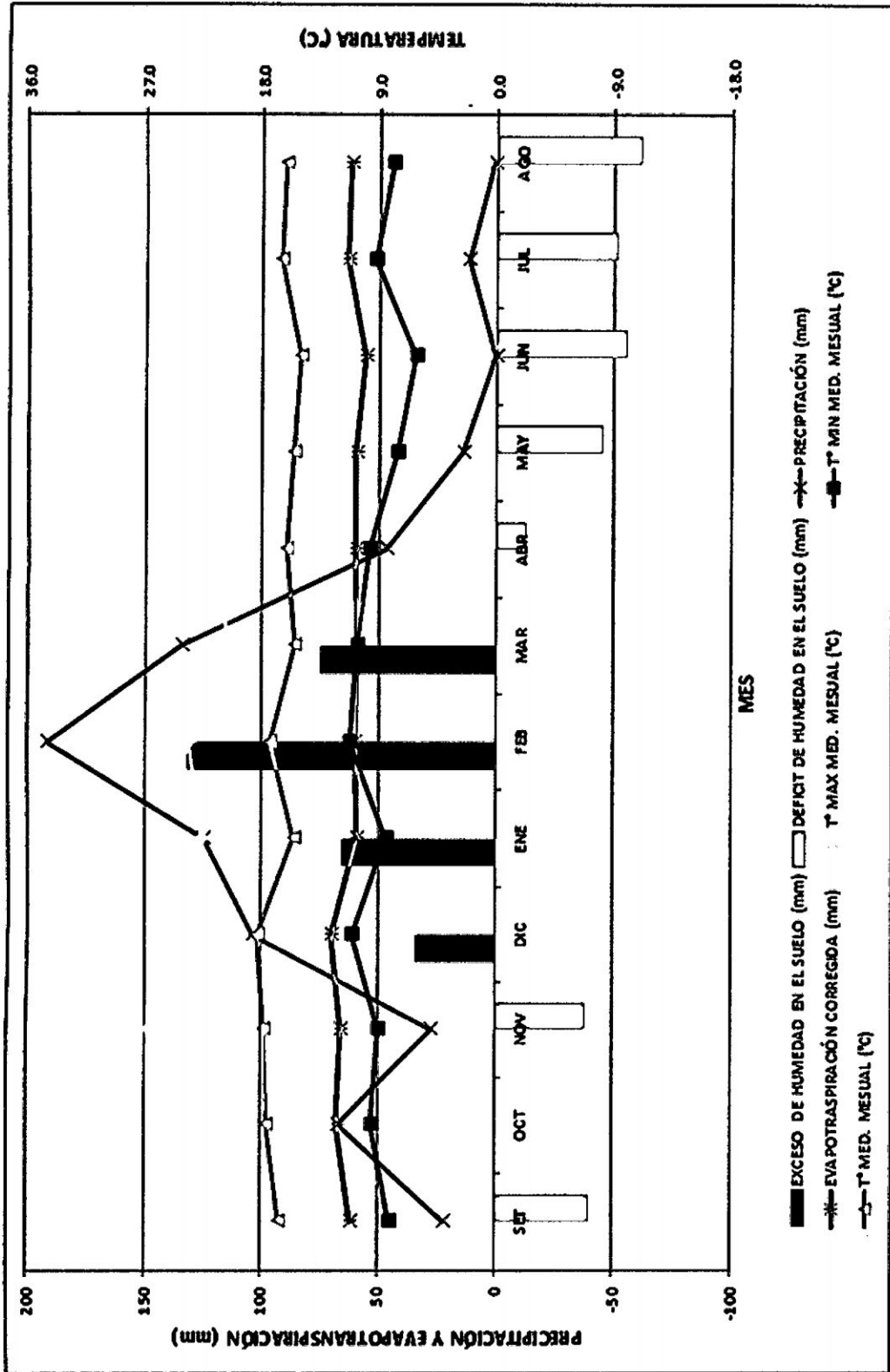


Figura 2.1 Temperatura ombrotérmica y Balance Hídrico Campaña Agrícola 2010 – 2011, Canaán – Ayacucho.  
 FUENTE: Elaboración propia

## 2.4 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

Para la determinación de las características físicas y químicas de los suelos del campo experimental se tomaron muestras de suelos, que posteriormente fueron enviadas para su análisis al laboratorio de suelos “Nicolás Roulet” de la Facultad de Ciencias Agrarias.

El muestreo de suelos se realizó hasta la profundidad de 20 cm de la superficie del suelo agrícola; los puntos de muestreo fueron distribuidos en zic-zac, para cubrir la mayor extensión de la parcela experimental. Las submuestras extraídas fueron mezcladas para obtener una muestra homogénea, luego se realizó el cuarteo para obtener una muestra representativa de 0.5 Kg que fue enviada al laboratorio, cuyo resultado se muestra en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3 Análisis físico - químico de suelo del Centro Experimental INIA**

	Componentes	Método	Contenido	Interpretación*
Químicos	Materia orgánica (%)	Walkley Black	1.27	Bajo
	N total (%)	Semi – microKjendhal	0.07	Bajo
	P disponible (ppm)	Bray – Kurtz	25.55	Alto
	K disponible (ppm)	Turbidimetría	122.55	Medio
	PH	Potenciómetro	7.50	Ligeramente Alcalino
Físicos	Arena (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	35.28	
	Limo (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	16.85	
	Arcilla (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	45.4	
Clase textural		Franco Arcilloso		

\*interpretación basada en la Guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos – Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

Del Cuadro 2.3, se define que los suelos del campo experimental en Canaán presentan un contenido; bajo de materia orgánica (1.27%), contenido bajo de Nitrógeno (0.07%); contenido alto de Fósforo disponible (25.55 ppm); y un contenido medio de Potasio disponible (122.55 ppm), el pH 7.50, corresponde a un suelo de reacción ligeramente alcalino. Asimismo el suelo de acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a la clase textural Franco Arcilloso.

## **2.5 MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO**

El material genético utilizado en el experimento fue proporcionado por el Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria - INIA, conformado de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L) de panoja rosada erecta; que han sido sometidas a un ciclo I (f1) de Caracterización y Selección.

De este primer ciclo, se ha seleccionado la semilla de las plantas con mayores rendimientos, de este modo se obtuvieron un total de 20 selecciones de medios hermanos que han sido utilizados para su instalación en el campo experimental y posterior evaluación para el presente trabajo de investigación.

Estos 20 medios hermanos han sido recombinados para obtener un Compuesto Racial (C.R) ciclo II; y han sido sembrados en surcos del compuesto racial intercalados con surcos de cada selección individual seleccionada; con la finalidad de incrementar la polinización cruzada, donde los surcos del compuesto racial hacen la veces de planta Macho y los surcos de las poblaciones individuales hacen las veces planta hembra. En el cuadro

2.4 se detallan el origen de las selecciones empleadas.

**Cuadro 2.4 Selecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L), lugar de procedencia de colectas**

N° PAR	SELECCIONES	CULTIVAR	PROCEDENCIA		
			Localidad	Distrito	Provincia
1	CKA-022.C1-1	CKA – 022	Niño Yucay	Tambillo	Huamanga
2	CKA-022.C1-2				
3	CKA-022.C1-3				
4	CKA-022.C1-4				
5	CKA-025.C1-1	CKA – 025	Chilinga	San Miguel	La Mar
6	CKA-025.C1-2				
7	CKA-025.C1-3				
8	CKA-025.C1-4				
9	CKA-025.C1-5				
10	CKA-020.C1-1	CKA – 020	Suso	Acos Vinchos	Huamanga
11	CKA-020.C1-2				
12	CKA-020.C1-3				
13	CKA-020.C1-4				
14	CKA-019.C1-1	CKA – 019	Atadamarca	Acos Vinchos	Huamanga
15	CKA-019.C1-2				
16	CKA-019.C1-3				
17	CKA-027.C1-1	CKA – 027	Chilinga	San Miguel	La Mar
18	CKA-027.C1-2				
19	CKA-010.C1-1	CKA – 010	Tinte Raymina	Tambillo	Huamanga
20	CKA-079.C1-1	CKA – 079	Niño Yucay	Tambillo	Huamanga

## 2.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo de investigación, la unidad experimental estuvo conformada por una planta de achita (*Amaranthus caudatus* L), por esta

razón se instalaron las semillas de cada selección en un surco de 5 m de largo y 0.80 m de distancia entre surcos, a una densidad de siembra de 4 Kg/ha, dejándose al raleo entre 15 a 20 plantas por metro lineal.

## **2.7 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

A continuación se detallan las dimensiones y el areado del campo experimental.

### **Bloques**

- Número de bloques : 1
- Largo del bloque : 32.8 m
- Ancho del bloque : 5.0 m
- Área del bloque : 164 m<sup>2</sup>

### **Calles**

- Número de calles : 02
- Largo de calles : 32.8 m
- Ancho de las calles : 1.5 m
- Área de las calles : 49.2 m<sup>2</sup>

### **Parcela o unidad experimental**

- Número de parcelas por bloque : 41 (20 parcelas de hembras y 21 parcelas de machos)
- Número total de parcelas : 41
- Largo de parcelas : 5.0 m
- Ancho de parcela : 0.8 m

- Área de parcela : 4 m<sup>2</sup>

### Área total del experimento

- Área efectiva del campo experimental : 164 m<sup>2</sup>
- Área total de las calles : 98.4 m<sup>2</sup>
- Área total del campo : 262.4 m<sup>2</sup>

### Croquis de la parcela experimental

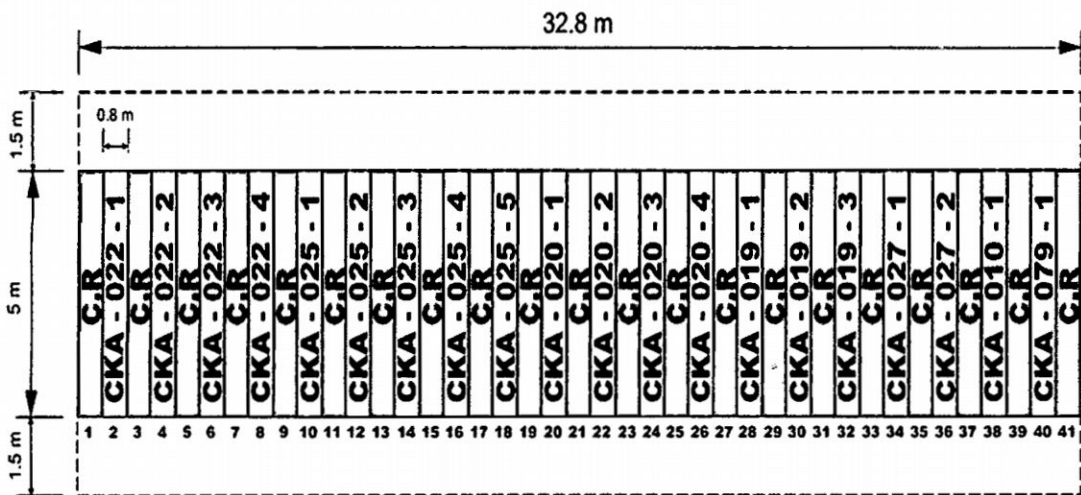


Figura 2.2 Dimensiones del campo experimental

## 2.8 TAMAÑO DE MUESTRA

Cada población base estará formada mínimo de 100 plantas, excepto el compuesto que será de 1400. El tamaño de muestra estará basado en las correspondientes fórmulas de tamaño de muestra.

### Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

$$n = \frac{NPQ}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + PQ} = \frac{100 * 0.95 * 0.05}{(100-1)\left(\frac{0.125}{1.96}\right)^2 + 0.95 * 0.05} = 10$$

### **Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos:**

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{100 * 64}{(100-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 64} = 10$$

Dónde:

- N= Tamaño de la población
- P= Proporción de plantas típicas esperada (95% =0.95)
- Q=Proporción de plantas atípicas esperada (5% = 0.05)
- $\sigma^2$ =Variancia de la población
- Z= 1.96 valor de Z para 95% de confianza
- B= Error absoluto

Por lo tanto, para la evaluación de los caracteres cualitativos se tomarán una muestra de 10 plantas de la misma manera para los caracteres cuantitativos.

## **2.9 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **2.9.1 Preparación del terreno**

Esta actividad se realizó el 5 de Febrero de 2011, consistió en una pasada de arado de disco y dos pasadas de rastra en forma cruzada dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado.

### **2.9.2 Delimitación y surcado del campo experimental**

Estas labores culturales se realizaron el 12 de febrero del 2011, la delimitación se realizó con la medida y marcado de los lados de la parcela, se ubicaron 4 estacas en las esquinas de la parcela; también se realizó el surcado a 0.80 m entre surcos.

### **2.9.3 Desinfección de las semillas**

La desinfección de las semillas se llevó a cabo un día antes de la siembra, con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso, el producto utilizando fue Vitavax; bajo una dosis de 5 gr kg<sup>-1</sup>. Para la realización de esta labor se utilizó un recipiente pequeño de plástico con agua, donde se procedió a humedecer las semillas para luego espolvorear el producto removiendo constantemente hasta lograr que el producto cubra las semillas por completo, para finalmente llevar a orear al sol durante dos a tres minutos.

### **2.9.4 Abonamiento**

La aplicación de fertilizantes comerciales se realizó durante la siembra, empleando la fórmula de abonamiento: 80-60-20 de N-P-K, que fue calculada de acuerdo al análisis químico del suelo y extracción del cultivo. Los fertilizantes empleados fueron: 127 kg de urea (45 % N), 130 kg fosfato di amónico (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 18 %N) y 33 kg cloruro de potasio (60%K<sub>2</sub>O), calculados para una hectárea. La mezcla fue aplicada a chorro continuo en el fondo de los surcos en la parcela experimental, luego se procedió a cubrir con una delgada capa de tierra. El nitrógeno aplicado fue fraccionado en 2 partes uno a la siembra y el otro al aporque. El fósforo fue aplicado todo a la siembra al igual que el potasio.

### **2.9.5 Siembra**

Esta actividad se llevó a cabo el 17 de febrero del 2011, en forma manual, a chorro continuo en los surcos de la unidad experimental, a razón de una

densidad de siembra de 4 Kg de semilla por hectárea. La semilla fue depositada cerca del costillar del surco para evitar las enfermedades causadas por exceso de humedad y luego fueron cubiertas con una capa de tierra.

#### **2.9.6 Riego**

El primer riego se realizó inmediatamente después de la siembra y esta actividad se realizó cuidadosamente para evitar el arrastre de las semillas, por ello se utilizó una regadora; posteriormente el cultivo estuvo acompañada de las precipitaciones de la estación, siendo necesario complementar con riegos a partir de la etapa de plena floración en adelante debido a la disminución de las precipitaciones.

#### **2.9.7 Raleo**

Esta labor se realizó el 22 de marzo, a los 33 días de haberse realizado la siembra cuando las plantas alcanzaron la altura de 25 cm, eliminando el exceso de plantas en el surco. El segundo raleo se realizó el 10 de abril, dejándose en promedio entre 25 a 30 plantas por metro lineal, también se aprovechó para eliminar las plantas atípicas.

#### **2.9.8 Aporque**

El primer aporque se realizó en forma manual el 11 de marzo, a los 22 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron la altura de 20 cm. Durante esta actividad se realizó la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno, procediéndose a cubrir la base de las plantas con cantidad

suficiente de suelo; el segundo aporte se realizó el 8 de Abril del 2011 a los 50 dds.

### **2.9.9 Control de malezas**

Esta labor se realizó a los 22 dds, en forma manual mediante el raspado utilizando herramientas de labranza, el segundo deshierbo se realizó a los 50 dds, también en forma manual. Este control se realiza con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo por luz, agua, nutrientes y espacio.

### **2.9.10 Control fitosanitario**

#### **a) Plagas**

Durante las primeras etapas del cultivo se identificó insectos adultos de *Diabrotica sp* (loritos), que causaron daños considerables durante la emergencia y la formación de las dos hojas. En las etapas de formación de 6 hojas, ramificación, panojamiento y floración se pudo identificar la presencia de larvas de *Liriomyza sativae* (mosca minadora) en hojas, no causando mayores daños; y durante la etapa de floración en adelante se identificó la presencia de insectos de *Aphis sp* (pulgones) que fueron controladas oportunamente.

Para el control se procedió a utilizar el producto CYPERKLIN 25 CE (cipermetrina) con una dosis de 15 cc y un adherente de 5 cc, para una mochila de 15 litros. Siendo las fechas de aplicación el 24 de febrero (7 días después de la siembra), 11 de marzo (22 días después de la siembra), 29 de marzo (40 días después de la siembra) y 12 de abril (54 días después de la siembra) del 2011.

## **b) Enfermedades**

Durante el desarrollo del cultivo se identificaron enfermedades fungosas como *Fusarium spp*, *Rhizoctonia solani*; estas tuvieron mayor incidencia durante las primeras etapas del cultivo hasta el panojamiento. Para el control se usó el producto RIDOMIL® GOLD MZ 68 WP (Metalaxyl-M), con una dosis de 36 gramos y un adherente de 5 cc para una mochila de 15 litros. La aplicación se realizó a la emergencia, a los 22 y 40 días después de la siembra.

## **2.9.11 Cosecha**

Esta labor se realizó el 28 de junio a los 131 días después de la siembra, consistió en:

- a) Se procedió a cortar las panojas seleccionadas, 10 por surco, el corte se realizó de la base de la panoja en horas de la mañana para evitar la caída de los granos.
- b) Se realizó el pesado individual de cada una de las 200 panojas seleccionadas.
- c) Luego se procedió al secado al aire libre, en costales por panoja individual, del mismo modo se procedió con los surcos de los compuestos varietales.
- d) Luego se realizó el trillado o azotado manual, mediante el golpeo con tracción.
- e) A continuación se realizó la limpieza y venteo, para separar los granos de la broza aprovechando la corriente de aire y se utilizan tamices o

zarandas que permitieron obtener la semilla limpia.

- f) El secado se realizó al aire libre, con la finalidad de evitar la pérdida de color y forma del grano de achita, para luego ser envasados en sobres para facilitar su almacenamiento.
- g) Se realizó la evaluación de la semilla, determinándose el peso de 1000 semillas, así mismo se tomó el diámetro de la semilla con un vernier.

En el **ANEXO 04** se presenta el panel fotográfico con las labores culturales realizadas.

## **2.10 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

### **2.10.1 Caracterización morfológica**

Para la caracterización morfológica se utilizó los descriptores proporcionados por el IBPGR (Centro Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales) de caracterización para la achita, elaborado por el Dr. S. K. Jain Range of Science Department, University of California, USA. Estos descriptores se utilizaron con la finalidad de registrar las características de alta heredabilidad que puedan observarse fácilmente y sean capaces de expresarse en cualquier medio ambiente, por esta razón escogieron 10 plantas al azar (por parcela) y se determinaron los siguientes criterios: planta, tallo, hoja, raíz, panoja y grano según descriptores morfológicos. En el **ANEXO 01** se detalla el listado de los descriptores tomados en cuenta.

### **2.10.2 Caracteres de precocidad**

- **Días a la emergencia.** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra hasta que el 50 % +1 del área sembrada presentaban

plántulas emergidas.

- **Días al estado de dos hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las dos hojas verdaderas.
- **Días al estado de cuatro hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las cuatro hojas verdaderas.
- **Días al estado de seis hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las seis hojas verdaderas.
- **Días a la ramificación.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas se observaron ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.
- **Días al panojamiento.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron la inflorescencia que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; y cuando se puedan observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados.
- **Días a la floración.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron flores.
- **Días al estado de grano lechoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1

de las plantas presentaron los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja y que al ser presionados explotaron dejando salir un líquido lechoso.

- **Días al estado de grano pastoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron las semillas que al ser presionados presentaron una consistencia pastosa de color blanquecino.
- **Días a la Madurez fisiológica.** Se registró los días transcurridos entre la fecha de la siembra y cuando el 50 % + 1 de plantas presentaron madurez fisiológica, el cambio de color de la panoja fue el indicador utilizado.

### 2.10.3 Caracteres de productividad

Las siguientes observaciones se realizaron en 10 plantas igualmente competitivas, que fueron tomadas al azar de los surcos centrales.

- **Altura de planta (cm).** Este parámetro se evaluó en la madurez fisiológica, desde cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.
- **Longitud de la panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica desde la base al ápice de la panoja
- **Diámetro de panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica, la parte más ancha de la panoja.
- **Tamaño de grano (mm).** Se procedió a evaluar diez granos por cultivar con la ayuda de un vernier.
- **Peso de panoja (g).** Se evaluó en la cosecha a las panojas seleccionadas con la ayuda de una balanza analítica de precisión.

- **Peso de 1000 semillas (g).** Se tomaron 3 repeticiones del peso de 500 semillas por cultivar, luego fueron expresadas en peso de 1000 semillas con regla de tres simple.
- **Rendimiento (kg/ha).** Se determinó el peso total de grano limpio de achita libres de impurezas de cada una de las parcelas, y se calculó el rendimiento por una hectárea con regla de tres simple.

## 2.11 ANÁLISIS GENÉTICO

### 2.11.1 Selección por caracteres

De las variables originales se seleccionaron aquellas que son realmente relevantes, para lo cual se hizo uso del método de Stepwise, (o regresión por pasos). Este método utiliza una combinación de tres procedimientos; en cada paso se introduce o elimina una variable dependiendo de la significación de su capacidad discriminatoria. Permite además la posibilidad de “arrepentirse” de decisiones tomadas en pasos anteriores, bien sea eliminando del conjunto seleccionado la variable introducida en un paso anterior del procedimiento, bien sea seleccionando una variable previamente eliminada. Este método busca los subconjuntos de mayor capacidad clasificatoria según diferentes criterios.

El procedimiento general consiste en los siguientes pasos:

1. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión de todo el modelo (incluye todas las variables independientes).
2. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con la variable independiente más importante.

3. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con las variables restantes por diferencia del modelo total y la variable más importante.

### 2.11.2 Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección

Esquema del análisis de la variancia

**Cuadro 2.5 Análisis de variancia**

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Cultivar	6	CMc
Error	153	CMe
Total	159	

Variancia ambiental:  $\sigma_e^2 = CMe/r$

Variancia genética:  $\sigma_g^2 = (CMe - CMc)/r$

Variancia fenotípica= Variancia ambiental + variancia genética

**Calculo de la heredabilidad:**

Dónde: 
$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2/r}$$

- $h^2$ =Heredabilidad
- $\sigma_g^2$ =Variancia genética
- $\sigma_e^2$ =Variancia ambiental
- r=Numero de repeticiones

La **ganancia por selección** se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$GS = \frac{(\bar{X}_S - \bar{X}_P)}{2} \times h^2$$

- $\bar{X}_S$ =Promedio del rendimiento de la selección.
- $\bar{X}_P$ =Promedio del rendimiento poblacional.
- $h^2$ =heredabilidad

## **2.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de las variables de productividad se realizaron mediante el análisis de variancia correspondiente al Diseño Experimental Completamente Randomizado (DCR) y la prueba de contraste de Tukey; la selección y respuesta a la selección se analizaron mediante la regresión múltiple y análisis de variancia en el DCR para el cálculo de los parámetros genéticos (componentes de variancia y heredabilidad); la caracterización morfológica se analizó mediante métodos de estadística descriptiva.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA**

Para la caracterización morfológica de la raíz, tallo, hojas, inflorescencia y semilla de las poblaciones de achita se han utilizado el listado de descriptores propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI, elaborado por el Dr. S.K. Jain Range of Science Department, University of California, USA, del año 2003.

El listado con las principales características de cada uno de las poblaciones de achita evaluados en el presente trabajo de investigación se presentan en los cuadros 3.1 al 3.7.

En el **ANEXO 02**, se presente la caracterización completa de cada uno de los cultivares.

### 3.1.1 CKA-022

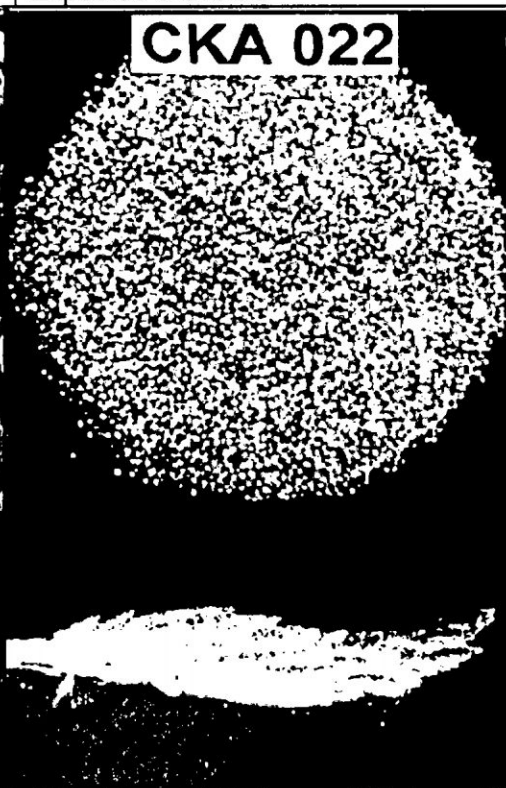
Las características del cultivar CKA-022, se presentan en el Cuadro 3.1

**Cuadro 3.1: Características morfológicas del cultivar CKA-022 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

<b>CARACTERÍSTICAS EVALUADAS</b>	<b>VARIABLE</b>
Población	<b>CKA - 022</b>
Selecciones	CKA - 022-1, CKA - 022-2, CKA - 022-3 y CKA - 022-4
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	134.85
Longitud de panoja (cm)	39.59
Diámetro de la panoja (cm)	7.66
Peso Panoja (gr)	74.89
Longitud de la Hoja (cm)	13.84
Ancho de la Hoja (cm)	6.99
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide



**Foto 3.1 Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 022**



**Foto 3.2 Semilla y Panoja Cultivar CKA - 022**

### 3.1.2 CKA-025

Las características del cultivar CKA-025, se presentan en el Cuadro 3.2

**Cuadro 3.2: Características morfológicas del cultivar CKA-025 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA - 025
Selecciones	CKA - 025-1, CKA - 025-2, CKA - 025-3, CKA - 025-4 y CKA - 025-5
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	137.22
Longitud de panoja (cm)	39.96
Diámetro de la panoja (cm)	7.24
Peso Panoja (gr)	71.78
Longitud de la Hoja (cm)	13.76
Ancho de la Hoja (cm)	6.85
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide



Foto 3.3 Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 025

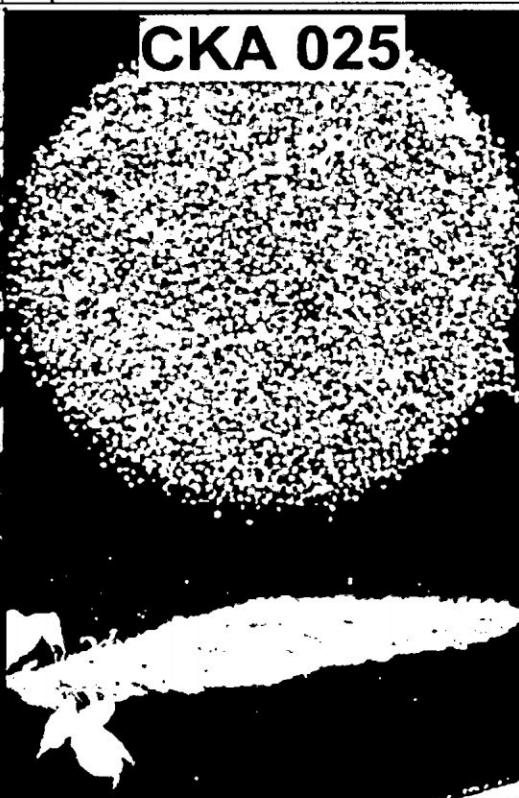


Foto 3.4 Semilla y Panoja Cultivar CKA - 025

### 3.1.3 CKA-020

Las características del cultivar CKA-020, se presentan en el Cuadro 3.3

**Cuadro 3.3: Características morfológicas del cultivar CKA-020 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	<b>CKA - 020</b>
Selecciones	CKA - 020-1, CKA - 020-2, CKA - 020-3 y CKA - 020-4
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	125.88
Longitud de panoja (cm)	33.68
Diámetro de la panoja (cm)	6.37
Peso Panoja (gr)	47.77
Longitud de la Hoja (cm)	12.30
Ancho de la Hoja (cm)	6.14
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide

<p>Foto 3.5 Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 020</p>	<p>Foto 3.6 Semilla y Panoja Cultivar CKA - 020</p>

### 3.1.4 CKA-019

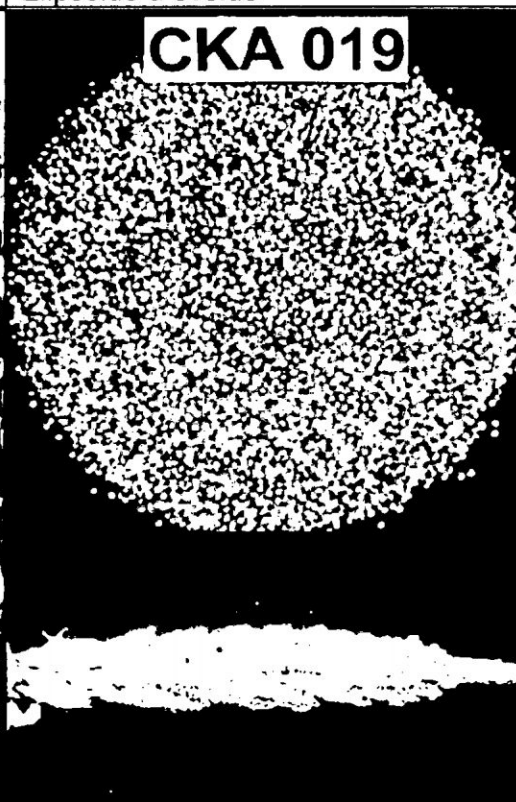
Las características del cultivar CKA-019, se presentan en el Cuadro 3.4

**Cuadro 3.4: Características morfológicas del cultivar CKA-019 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA - 019
Selecciones	CKA - 019-1, CKA - 019-2 y CKA - 019-3
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	131.80
Longitud de panoja (cm)	35.80
Diámetro de la panoja (cm)	6.62
Peso Panoja (gr)	66.87
Longitud de la Hoja (cm)	14.19
Ancho de la Hoja (cm)	7.40
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide



**Foto 3.7** Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 019



**Foto 3.8** Semilla y Panoja Cultivar CKA - 019

### 3.1.5 CKA-027

Las características del cultivar CKA-027, se presentan en el Cuadro 3.5

**Cuadro 3.5: Características morfológicas del cultivar CKA-027 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA - 027
Selecciones	CKA - 027-1 y CKA - 027-2
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	133.45
Longitud de panoja (cm)	35.70
Diámetro de la panoja (cm)	8.58
Peso Panoja (gr)	79.51
Longitud de la Hoja (cm)	16.06
Ancho de la Hoja (cm)	8.77
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide



Foto 3.9 Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 027

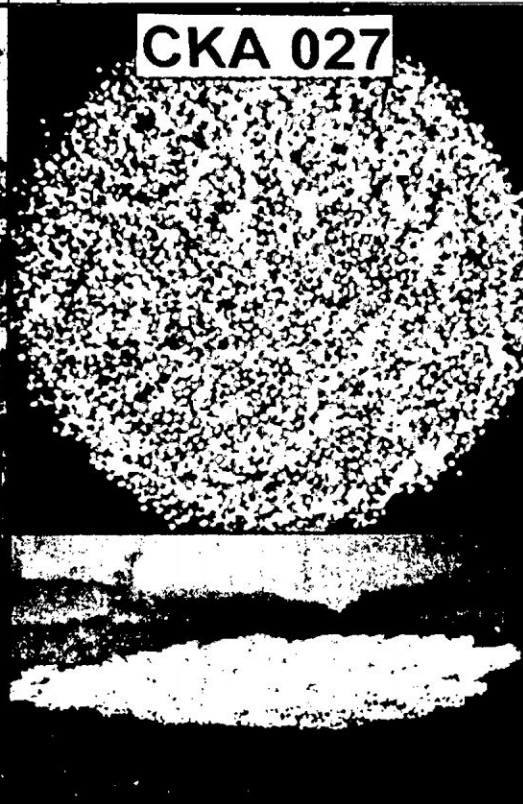


Foto 3.10 Semilla y Panoja Cultivar CKA - 027

### 3.1.6 CKA-010

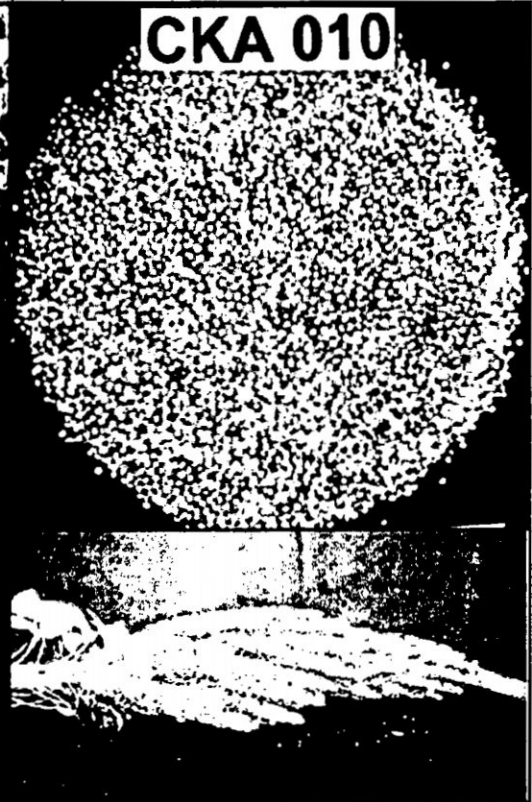
Las características del cultivar CKA-010, se presentan en el Cuadro 3.6

**Cuadro 3.6: Características morfológicas del cultivar CKA-010 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

<b>CARACTERÍSTICAS EVALUADAS</b>	<b>VARIABLE</b>
Población	<b>CKA - 010</b>
Selecciones	CKA - 010 - 1
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	133.60
Longitud de panoja (cm)	36.10
Diámetro de la panoja (cm)	7.08
Peso Panoja (gr)	74.22
Longitud de la Hoja (cm)	14.94
Ancho de la Hoja (cm)	8.65
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide



**Foto 3.11 Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 010**



**Foto 3.12 Semilla y Panoja Cultivar CKA - 010**

### 3.1.7 CKA-079

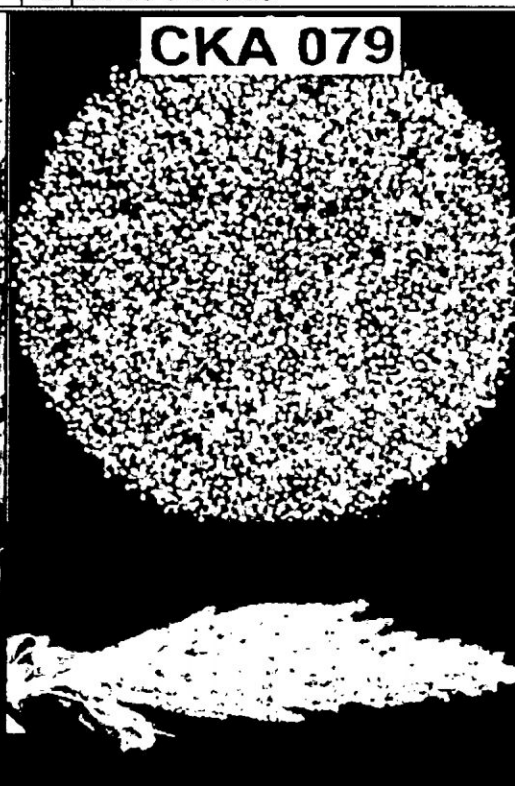
Las características del cultivar CKA-079, se presentan en el Cuadro 3.7

**Cuadro 3.7: Características morfológicas del cultivar CKA-079 Canaán (2720 msnm) Ayacucho.**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA - 079
Selecciones	CKA - 079 - 1
Hábito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta (cm)	126.40
Longitud de panoja (cm)	39.50
Diámetro de la panoja (cm)	7.65
Peso Panoja (gr)	76.21
Longitud de la Hoja (cm)	13.43
Ancho de la Hoja (cm)	7.90
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Erecta
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Amarillo Claro
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Elipsoide u ovoide



**Foto 3.13** Etapa de Madurez Fisiológica Cultivar CKA - 079



**Foto 3.14** Semilla y Panoja Cultivar CKA - 079

### 3.2 CARACTERES DE PRECOCIDAD

Cuadro N° 3.8: Caracteres de precocidad en número de días después de la siembra de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco Canaán 2720 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	dds Emergencia	dds 2 hojas	dds 4 hojas	dds 6 hojas	dds Ramificación	dds Panojamiento	dds Floración	dds Grano lechoso	dds Grano pastoso	dds Madurez fisiológica
CKA-022	CKA-022-1	3	10	17	21	37	43	70	89	98	112
	CKA-022-2	3	10	17	21	37	43	70	89	98	112
	CKA-022-3	4	11	18	22	38	43	70	89	98	112
CKA-025	CKA-022-4	3	10	17	21	37	43	71	89	98	112
	CKA-025-1	3	10	17	21	37	45	72	90	99	113
	CKA-025-2	3	10	17	21	37	43	70	90	99	113
	CKA-025-3	3	10	17	21	37	44	72	91	100	114
	CKA-025-4	4	11	18	22	38	43	72	89	98	112
CKA-020	CKA-025-5	4	11	18	22	38	44	72	90	99	113
	CKA-020-1	4	11	18	22	38	43	72	90	99	113
	CKA-020-2	4	11	18	22	38	43	71	89	98	112
	CKA-020-3	4	11	18	22	38	43	71	89	99	113
	CKA-020-4	4	11	18	22	38	43	70	89	98	112
CKA-019	CKA-019-1	4	11	18	22	38	45	72	90	99	113
	CKA-019-2	4	11	18	22	38	44	72	90	99	113
CKA-027	CKA-019-3	4	11	18	22	38	44	72	90	99	113
	CKA-027-1	3	10	17	21	37	44	72	89	98	112
CKA-010	CKA-027-2	4	11	18	22	38	45	71	90	99	113
	CKA-010-1	4	11	18	22	38	44	72	89	99	113
CKA-079	CKA-079-1	3	10	17	21	37	44	72	89	98	112

Para evaluar la precocidad se realizó tomando al azar 0.5 m del surco de la selección y contabilizando que el 50 % más 1 de las plantas presenten una determinada etapa fenológica. En el Cuadro 3.8, se muestran los caracteres de precocidad, de los 7 cultivares de achita evaluados en el presente trabajo de investigación, se desprende que la etapa de emergencia se desarrolló entre los 3 a 4 días después de la siembra, pudiéndose observar que no hay una diferencia marcada en esta etapa, y estaría más bien está relacionado al tapado de las semilla en la siembra. Del resultado obtenido en la emergencia se observa una similitud con resultados obtenidos por **Palomino (2013)**, que reporta la emergencia a los 4 dds; pero se observa una mayor precocidad con lo mencionado por **Calmet (1994)**, que indica que la emergencia se da a los 7 dds.

La etapa fenológica de dos, cuatro, seis hojas verdaderas y ramificación presentaron un arreglo similar, dentro de los cultivara y sus selecciones, pudiéndose observar que el cultivar CKA-079 en su única selección, presento a los 10, 17, 21 y 37 dds, correspondientemente las etapas fenológicas ya mencionadas; mientras que en los cultivares CKA-022, CKA-025 y CKA-027, presentaron una variación de un día dentro de las selecciones de cada cultivar, desarrollándose entre los: 10 a 11 dds, las dos hojas; 17 a 18 dds, las cuatro hojas; 21 a 22 dds, las seis hojas y entre los 37 a 38 dds, la fase de ramificación. Por otro lado los cultivares CKA-020, CKA-019 y CKA-010, dentro de todas sus selecciones, la presentación de las etapas fenológicas fue homogénea desarrollándose a los 11 dds, las dos hojas; 18 dds las cuatro hojas verdaderas; 22 dds, las seis hojas verdaderas y la fase de ramificación a 38 dds. El panojamiento se dio entre los 43 a 45

dds, presentándose en los cultivares CKA-022, CKA-020, en todas sus selecciones a los 43 dds; y en los cultivares CKA-079, CKA-10, en todas sus selecciones a los 44 dds, mientras que en cultivares CKA-025, CKA-019, CKA-027 en sus selecciones se presentó en el rango de 43 a 45 dds. De los resultados obtenidos en la etapa de panojamiento se observa cierta precocidad de lo indicado por **Mujica (1997)**, que señala que el estado de panojamiento se desarrolla entre los 50 a 70 dds. En cuanto a la floración en los cultivares CKA-019, CKA-010, CKA-079 en todas las selecciones se desarrolló a los 72 dds; mientras que los cultivares CKA-022, CKA-025, CKA-020 y CKA-027, dentro de sus selecciones se presentó en el rango de 70 a 72 dds. Al respecto **Avilés (1990)**, refiere que el periodo de plena floración comienza aproximadamente a los 3 meses después de la siembra, notándose una mayor precocidad en los cultivares estudiados.

En cuanto al estado de grano lechoso y grano pastoso en los cultivares CKA-022, CKA-010 y CKA-79 en todas sus selecciones se presentaron a los 89 y 98 dds respectivamente; en el cultivar CKA-019 en todas sus selecciones, presentaron el grano lechoso y pastoso a los 90 y 99 dds; mientras que los cultivares CKA-025, CKA-020 y CKA-027, dentro de sus selecciones presentaron un rango de variación de 89 a 91 dds para el grano lechoso, y 98 a 101 dds para grano pastoso. La madurez fisiológica en los cultivares CKA-022 y CKA-079, se presentó a los 112 dds, en todas sus selecciones, y en los cultivares CKA-019 y CKA-010, se presentó a los 113 dds en todas sus selecciones; mientras que los cultivares CKA-025, CKA-020 y CKA-027, estuvieron en el rango de 112 a 114 dds, dentro en sus selecciones.

### 3.3 DENDOGRAMA DE SELECCIONES

En la figura 3.1, se tiene el dendograma de 20 cultivares de achita de panoja rosada erecta de grano blanco, considerando cuatro caracteres importantes que tienen variación (densidad de inflorescencia, días a la floración, peso de 1000 semillas y tamaño de grano), de la evaluación morfológica, se tiene que 22 caracteres no tienen variación, es decir son caracteres fijados de la variedad que se está formando, los caracteres variables son de naturaleza cuantitativa, por lo que son afectados por el ambiente. Mediante el dendograma se aprecia 2 grupos a un porcentaje de similitud de 30 %, lo que no es importante, pues como se indicó se deben a factores ambientales, lo que no constituye morfotipo.

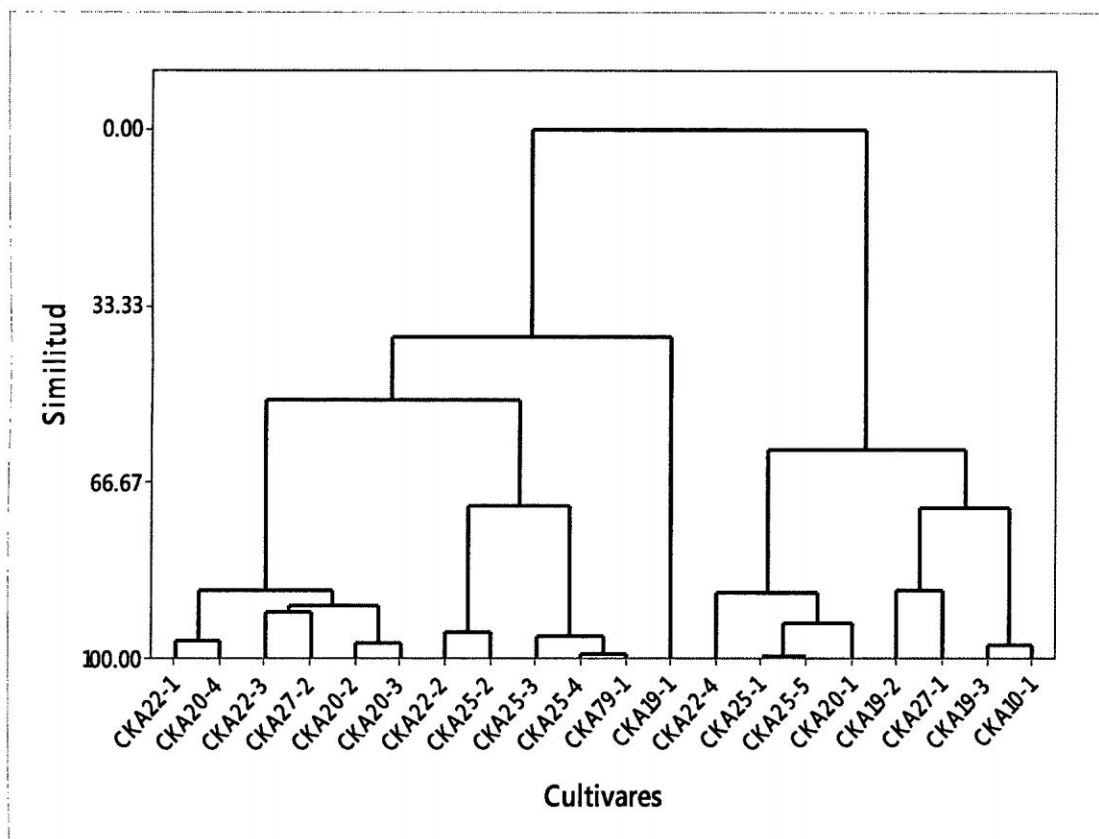


Figura 3.1. Dendograma de similitud de 20 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.), considerando 3 caracteres cuantitativos y 1 cualitativo.

### 3.4 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

**Cuadro N° 3.9: Cuadros medios del análisis de variancia de características de productividad de 20 selecciones en 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadros medios						
		Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000 semillas	Tamaño de grano	Rendimiento
Selección	19	625.96 **	138.27 **	6.727 **	2712.89 **	0.0186 **	0.0238 **	8.782 **
Cultivar	6	764.43 **	109.99 **	5.714 **	1663.56 **	0.0088	0.0239 **	6.291 **
Error	140	60.27	25.57	0.905	300.27	0.0082	0.0059	0.699
Total	159							
CV (%)		5.88	13.71	13.26	26.80	8.20	7.84	22.55
Promedio		132.12	36.88	7.18	64.66	1.10	0.98	3.707

### 3.4.1 Altura de planta

**Cuadro 3.10 Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Altura de planta (cm)	n	Tukey 0.05	
CKA-025	137.0	40	a	
CKA-022	134.6	32	a	b
CKA-027	132.5	16	a	b
CKA-010	131.4	8	a	b
CKA-019	131.3	24	a	b
CKA-079	127.0	8	a	b
CKA-020	125.5	32		b

En el cuadro 3.10, se observa que el cultivar CKA-025 presenta una diferencia estadística con el cultivar CKA-020, pero una igualdad estadísticas con los cultivares CKA-022, CKA-027, CKA-010, CKA-019, CKA-079, también se puede definir que los cultivares que alcanzaron la mayor altura de planta fueron CKA-025 y CKA-022, con 137 y 134.6 cm respectivamente, seguidos por los cultivares CKA-027, CKA-010 y CKA-019 con 132.5, 131.4 y 131.3 cm, y los cultivares que tuvieron menor altura fueron CKA-079 y CKA-020 con 127.0 y 125.5 cm, respectivamente. Al respecto de los resultados obtenidos, se puede indicar que están dentro del rango de altura indicado por **Tapia (1997)**, que menciona que la altura varía entre 0,80 m a 2,50 m. igualmente están dentro del rango reportado por **Palomino (2013)**, con los compuestos varietales de achita panoja rosada erecta con alturas de 161.5 a 125.1 cm; Pero por lo contrario están por debajo de lo obtenido por **Cabrera (2012)**, con los compuestos varietales de achita panoja blanca decumbente obtuvo alturas de

214.9 a 247.5 cm y **Tenorio (1996)**, que indica, la colección Blanca real alcanzó una altura de 2.02 m. y la colección Compañía 02 alcanzó una altura de 1.85 m.

### 3.4.2 Longitud de panoja

**Cuadro 3.11 Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Longitud de panoja (cm)	n	Tukey 0.05	
CKA-025	39.4	40	a	
CKA-079	39.4	8	a	
CKA-022	39.3	32	a	b
CKA-019	35.5	24	a	b
CKA-010	35.0	8	a	b
CKA-027	34.9	16	a	b
CKA-020	33.2	32		b

En el cuadro 3.11, se observa que los cultivares CKA-025 y CKA-079 presentan una diferencia estadística del cultivar CKA-020, pero una igualdad estadísticas con los cultivares CKA-022, CKA-019, CKA-010 y CKA-027, también se puede definir que los cultivares que alcanzaron la mayor longitud de panoja fueron CKA-025, CKA-079 y CKA-022 con 39.4, 39.4 y 39.3 cm respectivamente, seguido del cultivar CKA-019 con 35.5 cm, mientras que los cultivares CKA-010, CKA-027 y CKA-020, presentaron las menores longitudes de panoja con 35.0, 34.9 y 33.2 cm. Al respecto de los valores obtenidos, están casi dentro del rango reportado **Palomino (2013)**, que menciona promedios de entre 54 a 35,4 cm de longitud y están por debajo de lo obtenido por **Pacheco (2009)**, quien reportó valores de 54 y 64 cm, por **Tenorio (1996)**, que indica en las colecciones de achita morena y

blanca real alcanzaron una longitud de 84.75 y 67.75 cm, respectivamente.

### 3.4.3 Diámetro de panoja

**Cuadro 3.12 Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Diámetro de panoja (cm)	n	Tukey 0.05			
CKA-027	8.5	16	a			
CKA-079	7.8	8	a	b		
CKA-022	7.7	32	a	b	c	
CKA-025	7.2	40		b	c	d
CKA-010	6.7	8		b	c	d
CKA-019	6.6	24			c	d
CKA-020	6.4	32				d

En el cuadro 3.12, se observa que el cultivar CKA-027 presenta una diferencia estadística de los cultivares CKA-025, CKA-010, CKA-019 y CKA-020, pero una igualdad estadísticas con los cultivares CKA-079 y CKA-022, también se puede definir que el cultivar que presentó mayor diámetro de panoja fue CKA-027, con 8.5 cm, seguido de los cultivares CKA-079, CKA-022 y CKA-025, con 7.8, 7.7 y 7.2 cm, respectivamente; mientras que los cultivares que obtuvieron los menores diámetros de panoja fueron CKA-010, CKA-019 y CKA-020 con 6.7, 6.6 y 6.4 cm, respectivamente. De estos resultados se puede indicar que son muy similares a los obtenidos por **Palomino (2013)**, que reporta promedios de 11.8 a 7.1 cm, pero están por debajo de lo obtenido por **Pacheco (2009)**, que menciona promedios de 9.50 cm, **Cabrera (2012)**, con promedios de 9.5 a 11.2 cm y **Curaca (2010)**, que reporta con abonamiento de gallinaza obtuvo

diámetros de panoja de 19.5 cm - 22.3 cm, con abonamiento de estiércol de vacuno obtuvo diámetros de 20.1 – 25.2 cm y con fertilización sintética de 21.1 - 30.1 cm. todos estos resultados están muy por encima de lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

### 3.4.4 Peso panoja

**Cuadro 3.13 Prueba de Tukey para los promedios de peso de panoja de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Peso de panoja (g)	n	Tukey 0.05	
CKA-079	76.1	8	a	
CKA-027	75.2	16	a	
CKA-022	71.3	32	a	
CKA-025	66.8	40	a	b
CKA-019	66.8	24	a	b
CKA-010	64.3	8	a	b
CKA-020	45.7	32		b

En el cuadro 3.13, se observa que los cultivares CKA-079, CKA-027 y CKA-022 presentan una diferencia estadística del cultivar CKA-020, pero una igualdad estadísticas con los cultivares CKA-025, CKA-019 y CKA-010, también se define que los cultivares que presentaron el mayor peso de panoja fueron CKA-079, CKA-027, CKA-022, CKA-025 y CKA-019 con 76.1, 75.2, 71.3, 66.8 y 66.8 g, respectivamente seguido del cultivar CKA-010 con 64.3 g mientras que el cultivar que obtuvo el menor peso de panoja fue CKA-020 con 45.7 g. Los valores obtenidos en el trabajo de investigación están casi en su totalidad dentro del rango obtenido por **Palomino (2013)**, que reportó pesos entre 121.4 a 48.4

g, pero son muy inferiores de lo obtenido por **Tenorio (1996)**, quien reporta que las colecciones de achita morena, blanca real y compañía alcanzaron valores de 345.25 g, 308.75 g, 305.00 g. respectivamente.

### 3.4.5 Peso de 1000 semillas

**Cuadro 3.14 Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Peso de 1000 semillas (g)	n	Tukey 0.05
CKA-010	1.148	8	a
CKA-020	1.126	32	a
CKA-019	1.124	24	a
CKA-079	1.113	8	a
CKA-025	1.102	40	a
CKA-027	1.089	16	a
CKA-022	1.063	32	a

En el Cuadro 3.14, se muestra que no hay diferencia estadística entre los resultados obtenidos, para el peso de 1000 semillas, para los cultivares CKA-010, CKA-020, CKA-019, CKA-079, CKA-025, CKA-027, CKA-022 con 1.148, 1.126, 1.124, 1.113, 1.102, 1.089, 1.063 g, respectivamente. Al respecto de los resultados obtenidos, se observan que están dentro de lo indicado por **Palomino (2013)**, que reportó pesos entre 0.975 a 1.228 g, y están muy por encima de lo obtenido por **Curaca (2010)**, que reporta pesos de 0.89 a 0.97 g, así mismo de lo reportado por **Ayala (2011)**, con del rango de 0.82 a 0.94 g y **Calmet (1994)**, que obtuvo promedios de 0.46 g en todos estos casos están por debajo de lo obtenido en el trabajo de investigación.

### 3.4.6 Tamaño de grano

**Cuadro 3.15 Prueba de Tukey para los promedios de tamaño de grano de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Tamaño de grano (mm)	n	Tukey 0.05	
CKA-010	1.040	8	a	
CKA-027	1.010	16	a	b
CKA-020	1.010	32	a	b
CKA-025	0.979	40	a	b
CKA-019	0.964	24	a	b
CKA-022	0.958	32	a	b
CKA-079	0.941	8		b

En el cuadro 3.15, se observa que el cultivar CKA-010 presenta una diferencia estadística del cultivar CKA-079, pero una igualdad estadísticas con los cultivares CKA-027, CKA-020, CKA-025, CKA-019 y CKA-022, también se puede definir que los cultivares que presentaron el mayor tamaño de grano fueron CKA-010, CKA-027 y CKA-020 con 1.040, 1.010 y 1.010 mm respectivamente, seguido del cultivar CKA-025 con 0.979 mm; mientras que los cultivares que obtuvieron el menor tamaño de grano fueron CKA-019, CKA-022 y CKA-079 con 0.964, 0.958 y 0.941 mm. De los resultados obtenidos se observar que hay una similitud con lo mencionado por **Sumar (1993)**, que indica el rango de 1.0 a 1.3 mm, también se observa que está por debajo de lo obtenido por **Palomino (2013)**, que reporta promedios entre 1.310 a 1.379 mm y **Cabrera (2012)**, que reporta promedios entre 1.261 a 1.311 mm. También cabe indicar que los resultados obtenidos están dentro del rango indicado por **Carrasco (1988)**, con tamaños que van de 1.0 a 1.5 mm.

### 3.4.7 Rendimiento del grano

**Cuadro 3.16 Prueba de Tukey para los promedios rendimiento de grano de 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho**

Cultivar	Rendimiento (tn/ha)	n	Tukey 0.05	
CKA-022	4.447	32	a	
CKA-027	4.229	16	a	
CKA-025	4.012	40	a	
CKA-019	3.658	24	a	b
CKA-079	3.394	8	a	b
CKA-010	3.393	8	a	b
CKA-020	2.518	32		b

En el cuadro 3.16, se observa que los cultivares CKA-022, CKA-027 y CKA-025 presentan una diferencia estadística del cultivar CKA-020, pero una igualdad estadísticas con los cultivares CKA-019, CKA-079 y CKA-010, también se define que los cultivares que alcanzaron el mayor rendimiento fueron CKA-022, CKA-027 y CKA-025 con 4.447, 4.229 y 4.012 tn.ha<sup>-1</sup>, seguidos por los cultivares CKA-019, CKA-079 y CKA-010 con 3.658, 3.394 y 3.393 tn.ha<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que el cultivar CKA-020 tuvo el menor rendimiento con 2.518 tn.ha<sup>-1</sup>. Al respecto de los resultados obtenidos, se puede indicar que están por debajo de lo mencionado por **Ríos (2001)**, indica que es posible alcanzar 4.500 tn.ha<sup>-1</sup>. Y **Palacios (1997)**, que en la variedad Oscar Blanco obtuvo entre 5.660 a 6.963 tn.ha<sup>-1</sup>. Pero parte de los resultados obtenidos están dentro del rango mencionado por **Tenorio (1996)** que indica rendimientos que van desde 3.803 hasta 6.719 tn.ha<sup>-1</sup>, además de lo indicado por **Taboada (1998)**, que menciona los rendimientos varían entre 2.150 a 9.312 tn.ha<sup>-1</sup>.

### 3.5 SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

#### 3.5.1 Selección por caracteres

**Cuadro 3.17** Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, de altura de planta, longitud de panoja, peso de panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Regresión	4	217.42	54.36	178.16 **
Error	155	47.29	0.31	
Total	159	264.72		

Del Cuadro 3.17, mediante el análisis de regresión múltiple, método de Stepwise, se determinó, que las variables independientes que están relacionadas con el rendimiento son: altura de planta, longitud de panoja, peso panoja y peso de 1000 semillas; en dicho análisis se muestra que la regresión es altamente significativo.

Al respecto de los resultados se puede indicar que **Cabrera (2012)**, también reportó al peso panoja como variable importante para el rendimiento, lo que coincide con el presente trabajo, también se puede mencionar que **Ayala (2011)**, quien reporta al peso panoja y tamaño como variables relacionadas con el rendimiento de achita, coincidiendo en una sola variable con el presente trabajo de investigación.

**Cuadro 3.18** Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del peso de panoja sobre el rendimiento de grano por hectárea en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho

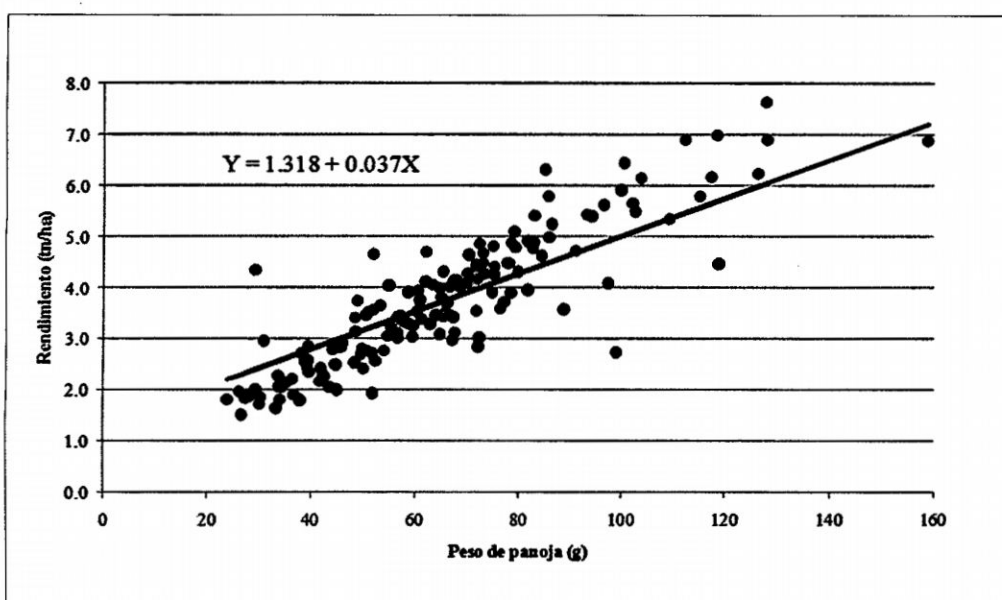
Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	F calculado
Término independiente	-1.17559	0.76447	0.72150	2.36
Altura de planta	0.01856	0.00504	4.13265	13.55 **
Longitud de panoja	0.02842	0.01001	2.46183	8.07 **
Peso de panoja	0.03700	0.00280	53.41223	175.06 **
Peso de 1000 semillas	-0.91517	0.45827	1.21679	3.99 *

En el cuadro 3.18, se aprecia los coeficientes de regresión para los caracteres que están relacionados con el rendimiento, se define que la variable que más contribuye con el rendimiento, es el peso de panoja, seguido de longitud de panoja, altura de planta; y para la variable, el peso de 1000 semillas tiene relación inversa.

**Cuadro 3.19** Resumen de selección de Stepwise con la variables peso de panoja, altura de planta, longitud de panoja y peso de 1000 semillas incluidas en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán - Ayacucho

Variable seleccionada	Variable incluida	R <sup>2</sup> parcial	R <sup>2</sup> modelo	F calculado
Peso de panoja	1	0.7864	0.7864	581.55 **
Altura de planta	2	0.0191	0.8064	15.39 **
Longitud de panoja	3	0.0113	0.8168	9.65 **
Peso de 1000 semillas	4	0.0046	0.8214	3.99 *

Del Cuadro 3.19, se define que el coeficiente de determinación  $R^2$  más alto es obtenido por la variable peso panoja; lo que significa que es la que determina el rendimiento en un 78.64 %, cuando se incluye la variable altura de planta el coeficiente de determinación se incrementa en 1.91 %, al incluir la longitud de panoja, se incrementa en 1.13 % y finalmente al incluir el peso de 1000 semillas se incrementa en 0.46 %.



**Figura 3.2. Regresión lineal del rendimiento de grano (tn/ha) sobre el peso de panoja (g) en achita (*Amaranthus caudatus* L.) para promedios de una altura de planta (132.1 cm), longitud de panoja (36.9 cm) y peso de 1000 semillas (1.10 g). Canaán 2720 msnm, Ayacucho**

De la figura 3.1, se muestra la influencia del peso de panoja sobre el rendimiento experimental del grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.), existiendo una relación directa del peso de panoja sobre el rendimiento, es decir cuando los valores de las variables aumentan, el rendimiento de grano en  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$  incrementa.

### 3.5.2 Ganancia por selección

**Cuadro 3.20** Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2720 msnm, Ayacucho

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Cultivar	6	72.473	12.079	9.61 **
Error	153	192.243	1.256	
Total	159	264.715		

- Variancia ambiental = 0.16
- Variancia genética = 1.35
- Variancia fenotípica = 1.51
- Heredabilidad = 0.90

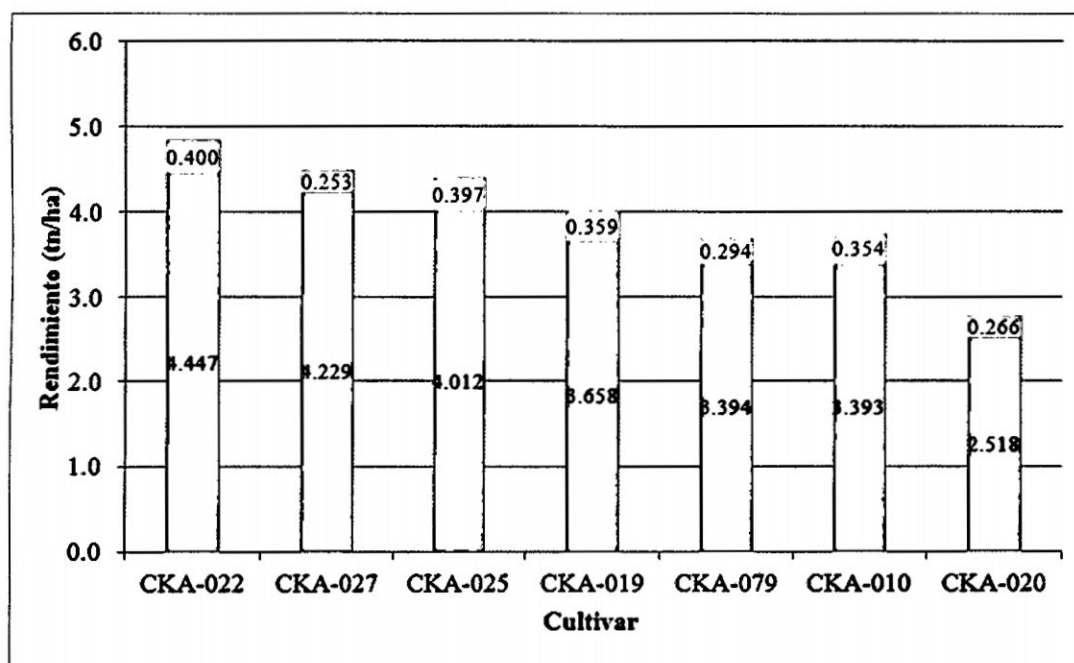
Del Cuadro 3.20, se observa que los componentes de variancia genética y heredabilidad, está influenciado por los caracteres de: peso panoja, altura de planta, longitud de panoja, peso de 1000 semillas, sobre el rendimiento experimental de grano de la achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta; con una heredabilidad de 90% por lo que se recomienda su mejoramiento

La variancia fenotípica es la variancia de los valores fenotípicos, se puede descomponer en componentes de valor atribuibles a la influencia del genotipo y a la influencia del ambiente. Por tanto, la varianza fenotípica se puede descomponer en varianza genotípica y varianza ambiental. La varianza genotípica es la varianza de los valores genotípicos y la varianza ambiental es la varianza de las desviaciones ambientales.

### 3.5.3 Respuesta a la selección

**Cuadro 3.21 Promedio del rendimiento de grano (tn/ha) y ganancia por selección en 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2720 msnm, Ayacucho**

Cultivar	Rendimiento Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Rendimiento Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
CKA-022	5.337	4.447	0.400	4.847	9
CKA-027	4.792	4.229	0.253	4.482	6
CKA-025	4.895	4.012	0.397	4.409	10
CKA-019	4.457	3.658	0.359	4.018	10
CKA-079	4.048	3.394	0.294	3.688	9
CKA-010	4.180	3.393	0.354	3.747	10
CKA-020	3.108	2.518	0.266	2.784	11



**Figura 3.3. Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2720 msnm, Ayacucho**

En el Cuadro 3.21 y Gráfico 3.2 se observa el rendimiento promedio poblacional de las 7 poblaciones de achita. Las poblaciones que presentaron una mayor ganancia por selección son CKA-022, CKA-025, CKA-019 y CKA-010 con 0.400, 0.397, 0.359 y 0.354  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente, las cuales representan el 9, 10, 10 y 10% de mejora respecto al promedio poblacional, obtenido en la presente campaña de cultivo, por lo que se recomienda seguir trabajando con las poblaciones que presentan los mayores promedios de rendimiento de mejora.

## **CAPÍTULO IV**

### **COCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

De los objetivos planteados, para el trabajo de investigación y de los resultados conseguidos así como las discusiones realizadas bajo las condiciones se concluye:

- 1.** De la caracterización morfológica en las selecciones de achita, se han identificado que de los 30 caracteres morfológicos evaluados, 22 características morfológicas son homogéneas; estas obedecen a las características generales de la especie y 8 características variables que se distinguen entre las selecciones.
- 2.** En cuanto a los caracteres de precocidad evaluados durante el ciclo vegetativo en las selecciones de achita, se concluye que la presentación de las etapas fenológicas fue casi similar teniendo un

rango de variación de entre dos a tres días.

3. Los cultivares que alcanzaron el mayor rendimiento fueron CKA-022, CKA-027 y CKA-025 con 4.447, 4.229 y 4.012  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ , seguidos por los cultivares CKA-019, CKA-079 y CKA-010 con 3.658, 3.394 y 3.393  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$  respectivamente, mientras que el cultivar CKA-020 tuvo el menor rendimiento con 2.518  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$
4. De acuerdo al análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple sobre el rendimiento, se determinó que las variables peso de panoja, longitud de panoja, altura de planta interviene de manera directa sobre el rendimiento, mientras que el peso de 1000 semillas interviene de manera inversa sobre el rendimiento. Y se estima que estos caracteres tienen una heredabilidad del 90%.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

De acuerdo de los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

- 1.** El mejor criterio de selección es considerando el peso de la panoja y las buenas características morfológicas como la forma y longitud de la panoja.
- 2.** Continuar con la evaluación de la precocidad de los cultivares bajo diferentes condiciones de suelos, climas y demás factores; teniendo en cuenta la presentación de las etapas fenológicas del cultivo de mayor importancia como son la floración y la madurez fisiológica, así mismo considerar el momento más oportuno para la realización de las labores culturales como son el aporque, raleo, control fitosanitario, abonamiento y cosecha.
- 3.** Continuar con el estudio del presente trabajo de investigación instalando las poblaciones que obtuvieron los mayores rendimientos como son los cultivares: CKA-022, CKA-027 y CKA-025.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó con la finalidad de generar información agronómica a través de la evaluación y selección de siete cultivares de achita de panoja rosada erecta (*Amaranthus caudatus* L.) en sus diferentes estados fenológicos. El trabajo de investigación fue instalado en los terrenos de la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; con una altura de 2720 m.s.n.m durante los meses de Febrero a Julio del 2011.

El análisis estadístico para el presente trabajo de investigación se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y diseño completamente randomizado (DCR), donde se utilizaron 7 cultivares de achita, los mismos que fueron clasificados en 20 selecciones de medios hermanos. Dichos cultivares se tomaron de la selección del ciclo 1 (selección de mayores rendimientos), investigación realizado en INIA-Programa Nacional de Investigación en cultivos Andinos; y para determinar la respuesta a la selección se utilizó el método de Stepwise. Así mismo se evaluaron características de precocidad y de rendimiento. En cuanto a la precocidad no existe una diferencia significativa entre las poblaciones alcanzando la madurez fisiológica a los 112 y 114 días después de la siembra; en referencia a la altura de planta el cultivar CKA-025 sobresale frente a los demás poblaciones con 137.0 cm, en cuanto a la longitud de panoja, el cultivar CKA-025 con 39.4 cm obtuvo la mayor medida. Así mismo el cultivar CKA-027, destaca significativamente al tener mayor diámetro de panoja con 8.5 cm, en cuanto al peso de panoja los cultivares CKA-079 y CKA-027 con

76.1 y 75.2 g. fueron los mayores pesos y en referencia al rendimiento de grano, los cultivares CKA-022 y CKA-027 obtuvieron los mayores rendimientos con 4.447 y 4.229 tn/ha. El mayor peso de mil semillas se registra en la población CKA-010, que alcanzo 1.148 g.

En general, los siete cultivares de achita evaluadas presentan características de precocidad, rendimiento y en porcentaje de mejora que va desde 6% hasta el 11%, bajo las condiciones de Canaán - INIA.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEDO P., M. (1989). "Fenología y Rendimiento de 14 Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Viñaca a 2420 m.s.n.m. Ayacucho". Informe de Práctica Profesional. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- ALLARD. R. W. (1980). "Principios de la Mejora Genética", 2da Edit. OMEGA S.A, Barcelona – España.
- AYALA, D. S. (2011) "Caracterización y Selección de Catorce Compuestos Varietales de Achita de Panoja Blanca Decumbente (*Amaranthus caudatus* L.)
- BARRANTES DEL A. F. (1990). "Enfermedades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho (2600 msnm)". Informe de Investigación. PICA -UNSCH. Ayacucho - Perú. (en prensa).
- AVILES L., E.F. (1990). "Evaluación de Rendimiento y Aspecto del Crecimiento en Seis Accesiones de Achita a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú.
- BARROS, C. y BUEN ROSTRO, M. (1997). "Amaranto, fuente maravillosa de Sabor y salud." Grijalbo, México
- CABRERA, LL. I. (2012). "Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de Panoja Blanca Decumbente Canaán 2735 msnm – INIA – Ayacucho
- CALDERON P. V. (1989). "Efectos de la Reducción Foliar sobre el Rendimiento y Calidad de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayocondo a 2600 msnm. Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.
- COLECCION FAO. (1992). "Producción y Protección Vegetal N°

26. Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)". Roma. Italia. Pp. 143-146.
- CURACA Q. J. (2010). "Abonamiento Orgánico y Sintético en el Rendimiento de tres Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) CANAAN 2720 msnm – Ayacucho.
  - BÁÑEZ, R. G. AGUIRRE, (1983). "Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos". UNSCH. Ayacucho - Perú.
  - CALMET, A. (1994). Producción de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L) como hortaliza de hoja y caracterización morfológica de diversas especies del género *Amaranthus* tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo, UNALM, Lima – Perú.
  - DIRECTORADE PLANT PRODUCTION (2010). "Amaranthus" Production guideline.
  - FAO, (1990). "Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos Sub - explotados", Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
  - HEROS, A. (1999). "Mejoramiento Genético de la Kiwicha Inducción a la Mutación" Tesis UNALM Lima - Perú.
  - LARCHER, W. (1976). "Ecofisiología Vegetal" Ediciones Omega S.A. Barcelona – España.
  - LEON, J. (1964). "Plantas Alimenticias Andinas". Boletín Técnico N° 6. IICA - Zona Andina. Lima-Perú.
  - MONTERO, C. INIAP – ALEGRIA; "Primera Variedad Mejorada de Amaranto para la Sierra Ecuatoriana". Boletín divulgativo N° 246. Pp.24
  - MUJICA, A.; BERTI, M.; E IZQUIERDO, J. (1997). "El Cultivo de Amaranto (*Amaranthus* sp.): producción, mejoramiento genético y

- utilización. Departamento de Agricultura, División de Producción y Protección Vegetal”, Roma – Italia. Pp.97.
- NATIONAL ACADEMY PRESS. (1990). “Lost Crops of the Incas, Little – Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation” Washington. D.C. 1989.
  - NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984) “AMARANTH Modern Prospects for an Ancient Crop” Washington. D.C. 1989.
  - NIETO, C. (1989) “El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus sp.*) Una alternativa Agronómica para Ecuador”. Programa de Cultivos Andinos EESC. Quito, Ecuador. Pp.24.
  - NIETO, C. (1990). “Identificación de micro-centros de variabilidad en quinua, amaranto y chocho en Ecuador INIAP”, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador. Proyecto INIAP/IFAD/IPGRI. Pp. 15.
  - NUÑES, A., E. (2006). “Boletín Técnico – Estación Experimental Agraria CANAAN - INIA Ayacucho” – Perú.
  - OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES – ONERN, (1976).”Mapa Ecológico del Perú”. Guía explicativa. Lima Perú.
  - PACHECO F. R. (2009). Selección masal estratificada en dos variedades de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis, UNSCH. Ayacucho - Perú.
  - PALACIOS, S.C. (1997). Estudio Preliminar sobre el efecto de la Decapitación Apical en el Rendimiento de 38 entradas de Achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2750 msnm. Grado. UNSCH.

Ayacucho – Perú.

- PALOMINO Q, R (2013). "Caracterización y evaluación de quince cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L) de panoja rosada erecta, Canaán 2735 m.s.n.m INI - Ayacucho"
- PARIONA N., M. (1992). "Evaluación de Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayocondo a 2600 msnm. Ayacucho". Tesis, UNSCH. Ayacucho - Perú.
- POEHLMAN y ALLEN (2005). "Mejoramiento Genético de las Cosechas". Editorial Limusa. D.F México - México 511p.
- QUISPE M., N. T. (1990). Plagas foliares y algunos controladores biológicos
- REPO CARRASCO, R (1988). Cultivos andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de Procesamiento. Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé De Las Casas Cuzco - Perú.
- SANCHEZ Y VERGARA (1991). Plagas de los Cultivos Andinos. UNALM. Departamento de Entomología. Lima - Perú.
- SUMAR, L. (1993). *Amaranthus caudatus*, el pequeño gigante. Programa de Investigación Amarantos. Boletín N°03; Setiembre Cusco - Perú.
- TINDAL, H. D (1983) Vegetables in the tropics Macmillan Press. Londres.
- TAPIA, M. (1982). Quinua y qañihua, cultivos andinos. Bogotá. IICA:
- TAPIA, M. (1990). Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago. FAO.
- ZUÑIGA H, R (2012). "Selección y Caracterización de catorce compuestos varietales de achita (*Amaranthus caudatus* L) de panoja rosada semi-erecta, Canaán 2735 msnm INI - Ayacucho"

**ANEXOS**

## **ANEXO N° 01 :**

### **DESCRIPTORES DEL AMARANTO**

Para la caracterización morfológica de la raíz, tallo, hojas, inflorescencia y semilla de las poblaciones de achita se utilizó el listado de descriptores propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI, elaborado por el Dr. S.K. Jain Range of Science Department, University of California, USA, del año 2003.

### **DESCRIPTOR DE CARACTERIZACIÓN**

#### **1. CARACTERÍSTICAS DE PLANTA, TALLO, HOJA Y RAÍZ**

##### **1.1 Hábito de crecimiento**

1 erecto

2 postrado

##### **1.2 Altura de planta a la floración (cm)**

##### **1.3 Índice de ramificación (registrado cuando el hábito de crecimiento)**

1 no ramificado

2 poco ramificado cerca de la base del tallo

3 muchas ramas cerca de la base del tallo

4 ramas a lo largo del tallo

##### **1.4 Pubescencia del tallo.**

0 ninguna

3 escasa

5 intermedia

7 abundante

### **1.5 Pigmentación del tallo**

1 verde

2 morado o rosado

3 verde con manchas moradas



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

0 ausente

+ Presentes

### **1.7 Longitud del largo de la hoja**

Medida en cm en la 6ta u 8va hoja

### **1.8 Longitud del ancho de la hoja**

Medida en cm en la 6ta u 8va hoja

### **1.9 Pubescencia de la hoja**

0 ninguna

3 escasa

7 abundante

### **1.10 Pigmentación de la hoja**

1 completamente morada o rosada

2 área basal pigmentada

3 mancha central

4 dos franjas (en forma de v)

5 una franja (en forma de v)

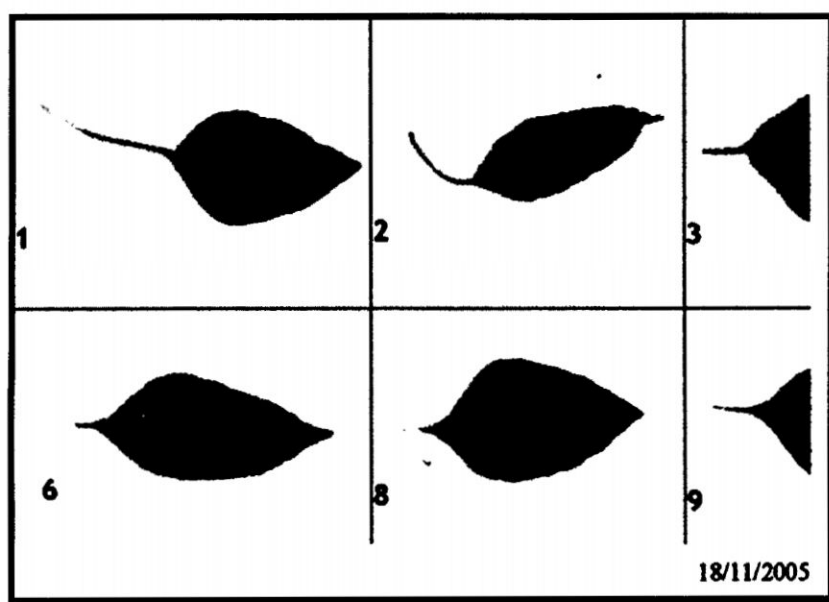
6 margen y vena pigmentados

7 una franja verde claro o clorótica sobre verde común

8 verde común

9 verde oscuro

10 margen pigmentado de morado



### 1.11 Forma de la hoja

1 lanceolada

2 elíptica

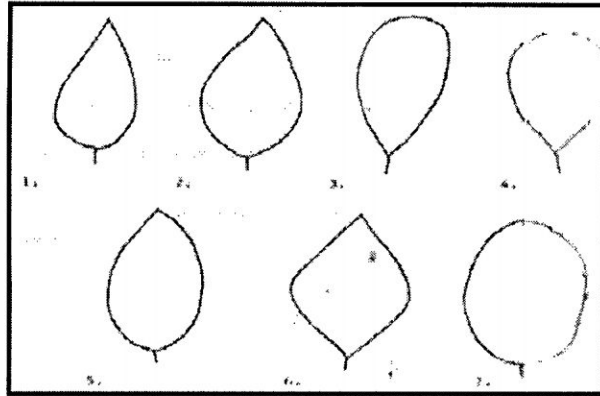
3 cuneada

4 ovatinada

5 rómbica

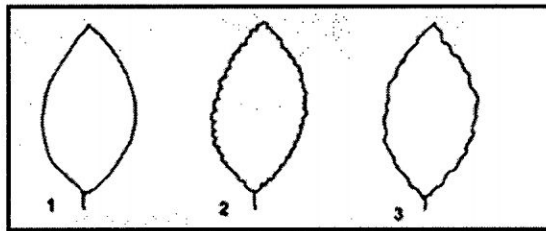
6 ovalada

7 otra (especificar)



### 1.12 Margen de la hoja

- 1 entero
- 2 crenado
- 3 ondulado
- 4 otro

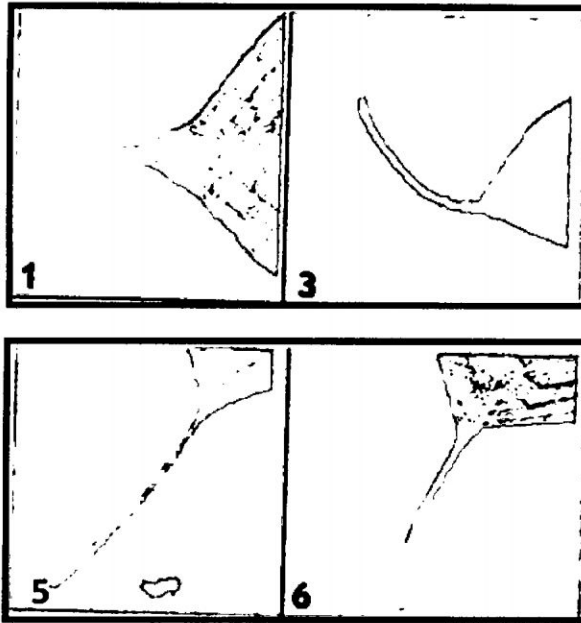


### 1.13 Prominencia de las nervaduras de la hoja

- 1 suave
- 2 rugosa (venas prominentes)

### 1.14 Pigmentación del peciolo

- 1 verde
- 2 verde oscuro
- 3 rojo morado
- 4 morado oscuro
- 5 rosado
- 6 verde manchado de rojo (haz rojo-morado y envés verde)



### 1.15 Tipo de raíz

- 1 ramificada
- 2 compacta

## 2. CARACTERES DE LA INFLORESCENCIA

### 2.1 Longitud del tallo de la inflorescencia apical (cm)

### 2.2 Longitud de las inflorescencias laterales apicales (cm)

### 2.3 Forma de la inflorescencia apical

- 1 espiga (densa)
- 2 panoja con ramas pequeñas
- 3 ensanchada en los extremos
- 4 ralas (pocas ramas)

### 2.4 Posición de la inflorescencia apical

- 1 erecta
- 2 postrada
- 3 intermedia



**2.5 Presencia de inflorescencia axilar**

0 ausente

+ presente



**2.6 Tipo de sexo**

1 monoico

2 dioico

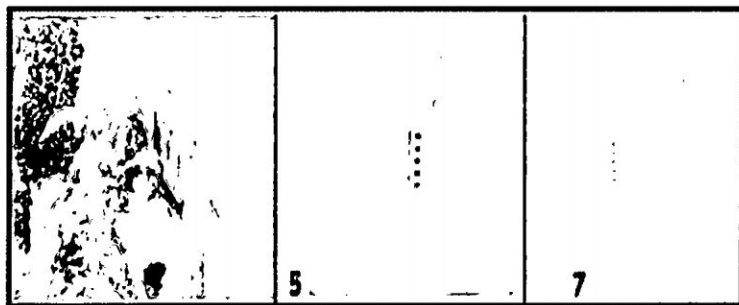
3 polígamo

**1.2.7 Índice de densidad de la inflorescencia**

3 laxa

5 intermedia

7 densa



## 2.8 Color de la inflorescencia

1 amarillo

2 verde

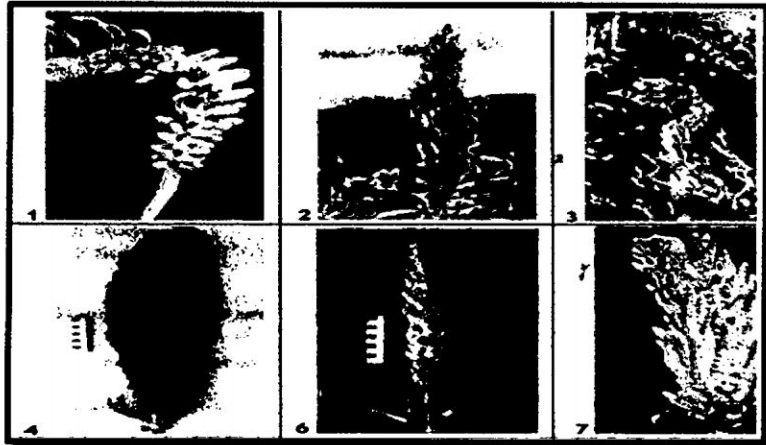
3 rosado

4 rojo

5 rojo-morado

6 verde y rosado (combinado)

7 rosado crema



## 3. CARACTERES DE LA SEMILLA

### 3.1 Color de la semilla

1 amarillo claro

2 rosado

3 rojo

4 marrón

5 negro

### 3.2 Tipo de cubierta

1 translúcida

2 opaca

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

- 1 redonda
- 2 elipsoide u ovoide

## **4. EVALUACIÓN PRELIMINAR**

### **4.1 Tasa de germinación**

- 1 rápida (< a 2 días)
- 2 lenta (2 – 7 días)
- 3 muy lenta (> a 7 días)
- 4 irregular

### **4.2 Días a floración**

Número de días desde la siembra hasta la aparición del 50% de plantas

### **4.3 Derrame de semilla en el campo**

- 1 bajo (< 10%)
- 2 intermedio (10% - 50%)
- 3 alto (> 50%)

## **5. Descriptores de stress**

### **5.1 Reacción a las bajas temperaturas**

Todos ellos son expresados en una escala 1 – 9 donde:

- 1 Muy resistente
- 3 Resistente
- 5 Intermedio
- 7 Susceptible
- 9 Muy Susceptible

**ANEXO 2 :**

**CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE ACHITA**

**CUADRO 1 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD PARA 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	ALTURA PLANTA (cm)			LONGITUD PANOJA (cm)			DIAMETRO PANOJA (cm)			REND / PANOJA (g)			PESO PANOJA (g)			PESO DE 1000 SEMILLAS (g)			TAMAÑO DE GRANO (mm)											
		139	140	128	45	44	48	38	9	9	8.5	9	31.57	22.23	23.28	20.61	85.19	71.8	52.07	62.08	1.04	0.96	1.04	0.94	0.983	0.95	0.916	0.883			
1	CKA-022-1	140	145	144	42	53	48	50	9	10	11.5	9	22.2	55.52	38.17	45.04	72.54	195.53	128	137.03	1.02	1.18	1.02	1.16	1.2	0.95	1.083	0.883	1.067		
		130	134	139	40	42	45	45	8	8	9.15	8	22.11	23.4	30.413	71.84	73.21	94.929	1.18	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.033	1.017	0.9765				
		135	141	140	45	37	34.5	46	9	6	6	7.5	6	28.95	13.89	14.15	28.95	115.33	50.55	48.77	85.89	1.06	1.18	1.06	1.08	0.98	0.983	0.883	0.916		
2	CKA-022-2	148	137	136	30	37	35	45	7	8	7	7	16.7	27.2	19.55	27.04	57.59	93.39	74.99	83.13	1.1	1.14	1.08	1.06	0.9	0.95	0.916	0.983			
		141	141	140.9	64	40	41.35	8	8	7.35	8	24.98	27.45	22.886	85.97	102.83	79.844	1	1.04	1.072	0.933	0.916	0.933	0.916	0.933	0.916	0.9363				
		131	125	126	58	35	35	31	10	6	6	5.5	6	50.4	9.46	21.57	15.29	135.8	54.9	65.44	56.44	1.06	1.1	1.14	1.18	0.916	0.933	0.983	0.916		
3	CKA-022-3	132	129	143	36	45	47.5	31	7	9	8	7	15.76	17.95	34.48	17.16	48.69	76.4	128.17	56.72	0.94	1.14	1.14	1.14	1.2	0.95	0.9	0.9	0.983		
		126	137	131.7	30	33	38.15	8	7.5	7.4	8	19.95	19.07	22.109	64.91	85.16	75.263	1.2	1.02	1.112	0.833	0.916	0.833	0.916	0.833	0.916	0.923				
		120	135	113	26	33	37	33	7.5	6.5	7	5	10.71	14.39	19.57	18.73	39.81	50.29	58.77	48.99	1.28	1.38	1.08	1.12	1.075	1.075	1.075	1.075	1.025		
4	CKA-022-4	128	127	126	32	41	28	34	6	6.5	7	7	14.27	22.07	10.08	21.72	39.59	75.34	29.43	29.43	0.96	1.04	0.98	0.98	0.95	1.083	0.883	1.067			
		144	132	127.8	40	34.5	33.85	7.5	7.5	6.75	6.75	21.92	17.57	17.103	72.5	51.07	49.522	1.04	0.98	1.084	1.05	1.025	1.0308	1.05	1.025	1.0308					
		126	135	137	42	37	37	42	7.5	7	7.5	6	17.16	17.34	22.37	25.58	65.44	64.04	78.18	77.25	1.14	1.04	1.2	1.02	0.925	0.925	1.1	0.95			
5	CKA-025-1	142	100	104	46	38	31	28	8	8	6.5	5	20.44	18.27	12.47	9.19	97.57	53.45	44.85	27.43	1.08	1.34	1.12	1.12	1.08	1.075	1.075	1.075	1.025		
		123	131	127	32	29	36.3	6	4.5	6.6	6.6	13.58	9.05	16.545	38.35	22.54	56.91	1.12	1.06	1.12	1.05	1.025	1.0225	1.05	1.025	1.0225					
		147	134	152	35	34	39	48	7	7.5	8	8.5	14.59	17.26	23.91	25.54	46.06	64.18	82.83	79.18	1.24	1.06	1.1	1.12	0.925	0.95	1.025	0.9			
6	CKA-025-2	125	150	138	42	62	34	51	6.5	9.5	8	8	20.87	53.08	15.28	39.31	72.12	172.81	54.83	121.97	0.94	1.12	1.16	1.1	1.1	0.925	1.05	1.05	1.075		
		142	137	141.5	40	44	42.9	9	8	8	8	23.5	18.57	25.191	62.21	66.25	82.244	1.06	1.08	1.098	1.05	1.08	1.098	1.05	0.95	0.95	0.99				
		146	148	150	47	37	31	52	10	7	7	8	62.24	23.96	20.44	34.54	240.41	79.4	69.96	112.48	1.06	1.18	1.02	1.12	0.966	1.033	0.85	0.933			
7	CKA-025-3	156	153	144	58	47	39	44	9	7	6	7	34.93	24.38	15.67	20.31	118.57	78.58	43.34	63.56	1	1.04	0.98	0.96	0.866	0.933	0.916	0.783			
		149	155	149.9	43	44	45.2	7	8	7.6	8	28.1	26.21	29.078	96.61	86.49	96.94	1.1	1.14	1.06	0.916	0.983	0.916	0.983	0.916	0.9179					

**CUADRO 2 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD PARA 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	ALTURA PLANTA (cm)			LONGITUD PANOJA (cm)			DIAMETRO PANOJA (cm)			REND / PANOJA (g)			PESO PANOJA (g)			PESO DE 1000 SEMILLAS (g)			TAMAÑO DE GRANO (mm)					
		138	139	148	38	37	36	7.5	7	7.5	24.04	15.42	28.17	75.15	56.63	92.04	58.6	1.1	1.16	0.96	1.02	0.916	0.975	0.775	1.025
8	CKA-025-4	140	126	43	38	45	36	6	8.5	7	20.16	13.5	9.75	68.34	49.73	37.73	81.8	1.14	0.98	1.12	1.2	0.975	1	1.075	0.775
		133	149	38	37	28	39	7	6.5	7	23.22	22.36	19.292	70.4	77.74	66.816		1.02	1.18	1.088		0.975	0.95	0.9441	
		143	136	42	36	38.2			6.5	7.15															
9	CKA-025-5	134	132	39	46	39	38	7	5.5	6.5	26.28	24.29	11.73	73.52	72.44	39.72	52.18	1.16	1.2	1.1	1.2	0.916	0.975	0.775	1.025
		116	145	32	39	35	39	5.5	6.5	7	11.41	17.09	20.24	33.78	48.63	55.1	55	0.98	0.9	1.14	1.08	1.217	1.017	0.967	1.183
		135	131.7	29	36	37.2			6.5	6.85				36.04	73.51	53.992		1.1	1.22	1.108		1.183	0.975	1.0233	
10	CKA-020-1	126	130	34	33	32	37	5	6.5	4.5	13.55	12.74	9.02	51.9	39.02	29.96	48.37	1.06	1.1	1.14	1.14	0.96	1.1	1.05	1.16
		133	146	34	32	36	33	7	6	5.9	13.85	13.86	12.48	54.03	50.7	44.76	42.06	1.16	1.18	1.08	1.22	1.217	1.017	0.967	1.183
		127	127.7	28	38	33.7			5	5.94				33.86	61.2	45.586		1.04	1.14	1.126		1.067	1.183	1.0904	
11	CKA-020-2	116	113	36	31	35	32	5	6.5	6.5	11.26	11.1	9.43	42.65	36.56	45.92	45.11	1.28	1.22	1.12	1.14	0.925	0.95	1.025	0.975
		135	131	28	36	37	32	6.5	7	5	12.76	21.76	15.65	39.13	70.6	56.58	43.67	1.12	1.16	1.18	1.08	0.95	0.975	1	0.925
		132	126.4	40	36	34.3			6	6.35				67.47	48.59	49.628		1.12	1.08	1.15		0.875	1.075	0.9675	
12	CKA-020-3	117	120	31	35.5	38	31	6	7	7.5	14.18	10.75	21.39	45.44	35.41	61.1	36.85	1.24	1.04	1.08	1.08	1.1	0.9	0.925	1.05
		120	129	34	30	40	35	6.5	7	6	12.24	12.91	21.42	39.44	39.51	70.57	41.82	1.16	1.08	1.14	1.18	1.025	0.975	1	1.025
		121	125.2	34	37	34.55			7.5	6.5	6.6	17.28	14.23	14.477	57.25	45.83	74.5965		1.14	0.96	1.11		0.925	0.925	0.985
13	CKA-020-4	125	130	29	25	34	33	5.5	6	7.5	7.57	10.28	9.68	26.63	34.56	51.9	50.72	1.14	1.08	0.94	1.1	0.983	1.05	0.9	0.983
		120	115	27	29.5	43	25	5.8	6.5	5.5	8.65	8.23	17.88	30.24	33.38	88.95	23.34	1.2	1.12	1.2	1.1	1.05	0.966	1.033	1.083
		125	124.2	42	34	32.15			8	6.58				84.6	61.02	48.524		1.06	1.18	1.112		1.016	1.033	1.0097	
14	CKA-019-1	111	115	33	26	31	30	7	6.5	5.5	15.68	14.8	6.93	63.6	31.12	33.41	34.1	0.86	0.7	1.1	1	0.9	0.825	1.025	0.85
		119	126	34	33	34	32	6.5	6	7	12.81	13.98	11.44	52.47	44.36	42.42	59.56	0.74	1.04	1.26	1.14	0.7	1.05	0.875	0.925
		116	118.9	30	34	31.7			6	6.45				37.95	67.22	46.621		1.18	0.96	0.998		1.025	0.8	0.8975	

**CUADRO 3 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD PARA 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	ALTURA PLANTA (cm)				LONGITUD PANOJA (cm)				DIAMETRO PANOJA (cm)				REND / PANOJA (g)				PESO PANOJA (g)				PESO DE 1000 SEMILLAS (g)				TAMAÑO DE GRANO (mm)			
		133	127	121	122	40	25	27	28	6.5	5	4	4	19.51	9.29	9.84	9.03	78.51	30.3	26.18	23.97	1.16	1.18	1.18	1.16	0.933	0.95	0.966	1.033
15	CKA-019-2	123	133	138	124	25	31	44	26.5	6	4.5	8.5	5.5	7.85	9.44	31.31	9.45	26.63	28.25	102.75	28.34	1.26	1.16	1.26	1.22	1.033	1.017	1.033	1.033
		128	117	126.6		37	37	32.05		6.5	8	5.85		20.73	17.82	14.407		68.13	65.91	47.897		1.1	1.28	1.196		1.033	1.067	1.0098	
		145	147	159	159	46	48	43.5	46	7	8	7.5	9	19.85	26.71	28.26	31.19	81.86	109.33	102.20	126.49	1.2	1.34	1.08	1.22	1	1.033	0.983	1.1
16	CKA-019-3	150	140	148	148	40	35	43	45	10	5	7	7.5	34.38	14.18	30.72	32.22	159.95	45.44	103.93	100.54	1.08	1.28	1.22	1.22	0.933	1.017	1	1
		139	164	149.9		37	53	43.65		7	7.5	7.55		29.57	38.49	28.557		100	132.05	106.079		1.16	1.24	1.204		1	1.05	1.0116	
		138	140	149	151	40	32	34	34	10	8	8	8	30.91	23.11	24.46	20.05	117.44	84.6	82.92	66.72	1.1	1.22	1.08	1.12	0.917	1	1.217	1.233
17	CKA-027-1	138	129	132	140	45	36	36	33	10	8	9	9	35.89	22.41	24.55	21.41	167.68	73.22	81.8	70.2	1.22	1.1	1.04	1.18	0.983	1.017	1.067	0.983
		141	139	139.7		32	40	36.2		10	8.5	8.85		27.01	31.71	26.141		94.32	94.94	93.384		1.04	1.18	1.128		1.2	1.117	1.0734	
		119	121	138	126	39	35	39	35	9.5	7.5	7	7	18.03	15.62	15.08	19.69	77.2	67.63	60.19	60.65	1	1	1.08	1.04	0.925	0.8	1.075	0.9
18	CKA-027-2	134	130	117	126	32	37	34	30	9.5	9	8	9.5	25.81	20.12	16.44	16.26	63.93	68.74	62.99	59.65	1.1	1	1.22	1.02	0.975	0.975	1.05	0.925
		132	129	127.2		37	34	35.2		8	8	8.3		16.18	21.58	18.539		55.52	79.91	65.641		1.14	1.12	1.072		1	0.925	0.955	
		128	123	127	126	27	35	32	38	6	6	6	6.5	15.47	14.14	14	17.34	64.83	44.85	49.94	66.49	1.14	1.06	1.24	1.28	0.983	1.15	1.017	1.167
19	CKA-010-1	143	148	134	122	38	42	38	30	6.8	8.5	8	6	21.32	23.62	17.76	12.08	75.25	91.11	71.89	50.21	1.18	1.26	1.02	1	0.966	1	0.983	1.05
		143	142	133.6		38	43	36.1		7	10	7.08		29.13	32.12	19.698		97.16	130.42	74.215		1.34	1.18	1.17		1	1	1.0316	
		128	132	136	123	42	49	43	43	8.5	9	9.5	7	13.66	26.92	22.35	14.22	99.07	116.95	118.89	72.15	1.12	1.14	1.1	1.14	0.983	0.95	0.933	0.983
20	CKA-079-1	116	130	129	118	31	30	35	42	5.5	7.5	7.5	6.5	7.8	17.69	16.96	20.68	36.64	60.48	61.35	67.42	1.04	1.12	1.04	1.06	0.883	1.017	0.833	0.956
		128	124	126.4		38	42	39.5		9.5	6	7.65		15.13	15.08	17.049		72.42	56.72	76.209		1.22	1.1	1.108		0.9	0.933	0.9371	

**CUADRO 4 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	PLANTA			TALLO		HOJA						RAIZ		INFLORESCENCIA											
		Habito crecimiento	Altura Planta Floración (cm)	Índice Ram.	Pubescencia	Pigmentación	Espinas Axila	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Pubescencia	Pigmentación	Forma	Margen	Prominencia Nervaduras	Pigmentación peciolo	Tipo de Raiz	Longitud Tallo Inf. Apical (cm)	Long Tallo Inf. Lat. Apical (cm)								
1	CKA-022-1	117	118	112	120			13.5	13.5	13	8.4	6	8.5	6.5			30	29	30	30	14	13	11	10		
		116	110	125	124	1	3	1	0	14.5	19.5	16.5	10.9	7.5	10	8	5.8	27	36	30	32	14	16	13	10	
		109	119	117				14	13.5	14.19	8	7	7.57					24	26	29.4	13	12.5	12.65			
2	CKA-022-2	117	121	116	118			16.1	12.5	12	15	8	5	6	7			32	29	24	28	12	7	8	10	
		119	123	116	117	1	3	1	0	13	14	13	19	7	8.5	6.5	9.5	22	26	24	46	9	10	9.5	14	
		117	119	118.3				13.5	15	14.31	7.5	7	7.2					30	32	29.3	10	9.5	9.9			
3	CKA-022-3	90	113	110	109			14.5	12.5	14	13.9	6.5	7	7				32	21	24	19	13	9	9	10	
		105	114	120	108	1	3	1	0	12	15	15	13.8	6	8	6.5	0	8	2	1	2	1	2	1	10	9
		109	111	108.9				15	14	13.97	8	6.7	7.02					23	22	24.5	9	8.5	9.75			
4	CKA-022-4	102	110	102	110			11	12.2	13	14	6	6.4	5.8	6			16	18	23	21	9	8	10	7	
		112	102	113	100	1	3	1	0	11	14	10.5	14.5	5.5	6.5	4.5	6.6	0	8	2	1	2	1	2	1	8
		108	108	106.7				14.5	14	12.87	7.8	6.5	6.16					27	24	22.7	8	6	8.15			
5	CKA-025-1	110	108	110	100			13	14	12	16.5	6.2	7.9	6.5	6.7			28	31	31	32	13	8	8	8.5	
		102	99	107	110	1	3	1	0	13.5	12	11	12	6	6.5	6	5.5	0	8	2	1	2	1	2	1	6
		106	110	106.2				11.5	9	12.45	5.7	3.5	6.05					19	22	27.3	10	6	8.85			
6	CKA-025-2	128	122	130	120			13.5	16	14	14	6.5	8.7	7.5	7			22	22	29	31	9.5	10	10	9	
		130	115	120	115	1	3	1	0	15.4	18.5	14.8	17	8.5	9	7.5	8	0	8	2	1	2	1	2	1	13
		112	110	120.2				13	14.5	15.07	5.5	7.5	7.57					25	32	29.8	12	10	10.45			
7	CKA-025-3	130	120	127	121			19	16	16.5	17	8.7	8	8.5	9			43	27	29	38	13	10	8	11	
		130	135	131	128	1	3	1	0	13.8	14.5	13	13	6	7	6	6	0	8	2	1	2	1	2	1	8
		135	120	127.7				16	15	15.38	8.5	8	7.57					37	31	34.1	9	9.5	9.95			

**CUADRO 5 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	INFLORESCENCIA					SEMILLA			EVALUACION		STRES		
		Forma Inflorescencia Apical	Posición Inflorescencia Apical	Presencia Inflorescencia axilar	Tipo sexo	Índice Densidad	Color	Color	Tipo Cubierta	Forma	Tasa Germinación	Días Floración	Derrame Semillas Camp	Reacción bajas temperaturas
1	CKA-022-1	2	1	0	1	5	3	1	2	2	2	70	1	5
2	CKA-022-2	2	1	0	1	7	3	1	2	2	2	70	1	5
3	CKA-022-3	2	1	0	1	5	3	1	2	2	2	70	1	5
4	CKA-022-4	2	1	0	1	7	3	1	2	2	2	71	1	5
5	CKA-025-1	2	1	0	1	7	3	1	2	2	2	72	1	5
6	CKA-025-2	2	1	0	1	7	3	1	2	2	2	70	1	5
7	CKA-025-3	2	1	0	1	7	3	1	2	2	2	72	1	5



**CUADRO 7 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	INFLORESCENCIA					SEMILLA			EVALUACION		STRES	
		Forma inflorescencia Apical	Posición inflorescencia Apical	Presencia inflorescencia axilar	Tipo sexo	Índice Densidad	Color	Tipo Cubierta	Forma	Tasa Germinación	Días Floración	Derrame Semillas Camp	Reacción bajas temperaturas
8	CKA-025-4	2	1	0	1	7	3	1	2	2	72	1	5
9	CKA-025-5	2	1	0	1	7	3	1	2	2	72	1	5
10	CKA-020-1	2	1	0	1	7	3	1	2	2	72	1	5
11	CKA-020-2	2	1	0	1	5	3	1	2	2	71	1	7
12	CKA-020-3	2	1	0	1	5	3	1	2	2	71	1	7
13	CKA-020-4	2	1	0	1	5	3	1	2	2	70	1	9
14	CKA-019-1	2	1	0	1	5	3	1	2	2	72	1	9

**CUADRO 8 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	PLANTA			TALLO			HOJA						RAIZ		INFLORESCENCIA								
		Habito crecimiento	Altura Planta Floración (cm)	Índice Ram.	Pubescencia	Pigmentación	Espinas Axila	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Pubescencia	Pigmentación	Forma	Margen	Prominencia Nervaduras	Pigmentación peciolo	Tipo de Raiz	Longitud Tallo Inf. Apical (cm)	Long Tallo Inf. Lat. Apical (cm)						
15	CKA-019-2	97	99	119	87			12.6	11.5	12	11.7	6.3	6	6	5.5	34	19	20	19	9	6	5	6	
		100	104	104	107	1	0	13	9.5	15.5	12	7	4.6	8	5.8	19	21	36	21	6	4	10	5	
		99	109	102.5				15	14	12.68		7.8	6.5	6.35		30	31	25		9	9		6.9	
16	CKA-019-3	119	128	90	118			13.8	18.9	15.9	19	7	9.8	8.8	10.4	43	34	33	28	11	12	11	15	
		128	122	115	113	1	0	17.8	14.5	15.6	18	10.3	8	6.7	8	33	30	37	33	13	5.5	9	12	
		120	124	117.7				19	18	17.05		10	8.3	8.73		25	38	33.4		13.5	11.5		11.35	
17	CKA-027-1	117	103	109	105			16.9	15	17.7	16	9.1	9.5	9.5	8.4	22	18	22	17	17	12	13	14	
		103	115	117	107	1	0	18	16.1	17	16.5	9.3	8.5	9.5	8.5	8.5	30	22	19	22	15	10.5	13.5	11.5
		97	98	107.1				18.4	17.8	16.94		10.5	9	9.18		21	27	22		11.5	13		13.1	
18	CKA-027-2	123	128	122	121			15.1	15.7	13.6	16	8.2	8.8	7.5	9	25	23	26	24	12	11	12	9.5	
		114	120	105	104	1	0	15.5	14	15.8	14	8.6	7	8.2	8.3	23	24	23	19	9	10	12	12	
		120	114	117.1				15.6	16.5	15.18		8.7	9.3	8.36		26	22	23.5		9	10		10.65	
19	CKA-010-1	118	123	120	120			12.7	12.8	13.6	17	7.5	6.8	8.2	10	21	26	24	31	7	8	8	10	
		112	110	119	112	1	0	15	15.6	15	14.2	8.3	9.5	8	8.5	25	30	25	23	10	10.5	9.5	8	
		124	105	116.3				16.3	17.2	14.94		9.5	10.2	8.65		31	29	26.5		10	14		9.5	
20	CKA-079-1	120	109	108	103			13.5	13.5	14.4	15.6	8.2	8.5	9	9.5	32	28	31	34	10	12	10	10	
		99	105	113	112	1	0	11.2	13	13.5	12	6.2	7.8	6.5	7	21	20	26	28	6	7	8	10	
		112	105	108.6				14.6	13	13.43		8.3	8	7.9		25	26	27.1		10	8		9.1	

**CUADRO 9 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 20 SELECCIONES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA**

N° PAR	CÓDIGO	INFLORESCENCIA						SEMILLA			EVALUACION			STRES
		Forma inflorescencia Apical	Posición inflorescencia Apical	Presencia inflorescencia axilar	Tipo sexo	Índice Densidad	Color	Color	Forma	Tasa Germinación	Días Floración	Derrame Semillas Camp	Reacción bajas temperaturas	
15	CKA-019-2	2	1	0	1	5	3		1	2	2	72	1	5
16	CKA-019-3	2	1	0	1	7	3		1	2	2	72	1	5
17	CKA-027-1	2	1	0	1	5	3		1	2	2	72	1	5
18	CKA-027-2	2	1	0	1	5	3		1	2	2	71	1	5
19	CKA-010-1	2	1	0	1	7	3		1	2	2	72	1	5
20	CKA-079-1	2	1	0	1	7	3		1	2	2	72	1	5

## ANEXO 03:

DATA CLIMÁTICA

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

**REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMAS DIARIAS (°C)**

ESTACION : HUAMANGA DISTRITO : AYACUCHO ALTITUD : 2720 msnm  
CODIGO : 005 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°08'51"  
AÑO : 2010 DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°13'06"

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	29.5	26.4	25.5	24.3	24.0	26.2	26.0	25.2	19.0	27.0	27.3	S/D
2	24.4	26.0	25.1	24.0	27.0	26.3	26.4	25.9	17.2	26.0	26.7	S/D
3	26.2	25.5	24.5	26.0	26.4	25.8	27.0	26.2	24.0	25.7	28.6	S/D
4	24.3	26.6	23.3	26.9	27.1	24.2	26.0	26.5	25.0	27.8	29.2	S/D
5	23.1	24.0	25.0	23.2	26.8	24.5	26.1	25.8	25.5	28.2	28.5	S/D
6	21.2	21.5	23.0	26.7	27.1	24.2	26.9	26.0	24.3	29.0	28.0	S/D
7	24.2	23.0	24.9	26.0	26.5	26.9	28.0	27.8	25.6	26.8	27.8	S/D
8	25.5	29.0	27.2	25.4	26.6	26.5	25.6	27.2	24.0	28.4	26.3	S/D
9	25.5	29.0	22.3	26.8	26.5	25.1	26.8	25.6	25.0	26.0	27.0	S/D
10	22.8	23.0	24.2	27.3	28.6	24.8	26.0	25.2	26.0	23.8	26.9	S/D
11	23.2	27.4	25.8	27.9	28.0	24.5	26.3	26.0	25.8	22.5	20.1	S/D
12	21.9	23.5	25.0	27.4	26.5	25.0	26.5	28.0	26.5	24.0	24.4	S/D
13	24.0	26.1	27.4	25.7	27.3	25.5	26.2	24.0	24.5	25.3	25.0	S/D
14	23.6	25.6	25.6	25.4	26.9	26.3	25.9	26.5	25.3	25.4	26.2	S/D
15	25.2	25.5	26.5	27.2	26.9	27.3	26.0	27.1	27.5	25.1	27.4	S/D
16	25.0	23.5	20.5	20.2	26.0	27.3	25.0	28.0	28.4	25.0	28.5	S/D
17	24.0	23.0	25.0	26.0	27.4	27.2	25.0	28.2	26.5	25.3	24.5	S/D
18	23.0	24.1	24.3	26.0	25.5	27.1	25.4	27.0	24.0	25.6	27.6	S/D
19	23.7	27.3	23.2	23.6	27.5	26.1	26.0	27.8	24.5	24.0	29.6	S/D
20	22.3	26.5	27.0	27.7	26.3	26.1	27.7	26.6	25.6	18.6	29.4	S/D
21	22.0	25.5	28.5	28.2	24.7	25.2	27.0	26.0	26.0	24.1	28.9	S/D
22	19.5	25.6	25.5	27.6	26.3	25.9	27.5	26.2	26.8	24.4	26.0	S/D
23	22.3	22.2	27.3	27.4	26.0	26.0	26.3	27.7	23.2	27.0	29.3	S/D
24	22.9	23.8	26.6	26.9	25.5	26.7	27.0	28.0	22.8	25.2	27.0	S/D
25	23.2	25.6	22.0	29.5	21.5	25.6	27.7	27.0	28.2	26.4	28.0	S/D
26	24.7	25.3	23.9	25.9	21.9	25.3	24.6	25.1	22.5	24.7	20.4	S/D
27	25.1	22.5	25.5	25.0	19.3	25.2	25.6	27.5	28.2	25.5	26.1	S/D
28	25.5	24.6	25.8	27.5	20.5	23.6	25.5	26.0	30.3	27.7	26.5	S/D
29	27.0		26.2	25.6	26.6	26.0	26.5	26.5	29.0	27.4	21.8	S/D
30	25.0		26.8	22.8	27.0	26.1	27.5	25.0	27.0	29.0	28.0	S/D
31	25.3		25.5		27.6		26.5	25.0		27.6		S/D
<b>MAX</b>	<b>29.5</b>	<b>29.0</b>	<b>28.5</b>	<b>29.5</b>	<b>28.6</b>	<b>27.3</b>	<b>28.0</b>	<b>28.2</b>	<b>30.3</b>	<b>29.0</b>	<b>29.6</b>	<b>S/D</b>

Comenzó a funcionar y registrar los datos en la estación INIA CANAAN de diciembre 2010



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMAS DIARIAS (°C)

ESTACION : INIA REGION : AYACUCHO LATITUD: 13°10'09" s  
CODIGO : 005 PROVINCIA : HUAMANGA LONGITUD: 74°12'82" w  
AÑO : 2011 DISTRITO : AYACUCHO ALTITUD: 2735 msnm

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	26.4	11.0	24.5	23.0	22.8	24.0	24.2	25.0	23.8	20.6	25.8	28.0
2	26.4	11.8	24.4	23.0	18.4	24.4	24.0	25.4	23.4	26.0	26.0	25.2
3	25.6	10.2	19.0	22.0	22.6	24.2	18.0	25.8	23.8	22.8	25.6	21.6
4	23.6	11.2	20.2	21.8	24.0	22.0	20.4	18.8	25.6	23.2	24.6	20.2
5	23.8	12.0	21.0	21.4	24.0	23.6	22.0	24.0	25.4	25.0	22.6	22.8
6	25.0	11.6	23.0	21.2	22.2	23.4	24.0	23.8	25.2	22.5	24.2	26.8
7	21.0	9.8	22.4	20.8	23.0	24.4	23.8	24.0	26.6	22.0	27.8	25.8
8	22.6	12.2	18.8	20.6	23.4	25.8	23.6	25.0	26.8	20.4	26.8	21.8
9	23.4	10.8	22.2	19.2	23.6	24.5	23.0	24.0	27.2	20.0	29.6	21.2
10	25.4	12.2	23.2	21.6	21.0	26.0	22.0	25.4	26.8	20.6	28.8	20.2
11	21.4	9.6	20.4	23.2	25.0	23.0	23.4	24.0	25.0	24.2	26.8	20.4
12	23.0	10.6	20.6	23.0	24.2	23.0	24.0	24.4	23.6	23.8	22.6	23.6
13	18.6	10.2	20.4	24.8	25.4	24.0	25.0	24.6	21.0	22.2	27.8	24.4
14	23.2	11.4	20.2	22.6	24.0	23.0	25.0	24.4	20.2	27.4	27.8	24.6
15	22.2	9.8	14.5	18.4	24.2	23.8	24.8	23.2	23.0	25.8	26.8	15.8
16	22.2	11.4	21.9	20.0	25.4	22.2	25.0	24.2	25.4	27.4	26.4	21.8
17	26.4	10.6	22.5	22.0	24.2	22.6	25.4	25.4	25.0	27.6	27.2	24.6
18	26.0	10.2	21.8	20.8	24.0	24.0	25.8	24.8	23.8	23.8	19.8	21.6
19	26.0	10.0	2.6	23.0	25.0	24.0	22.6	26.8	23.0	26.8	22.8	23.4
20	21.4	10.0	20.2	25.0	25.4	22.6	24.2	24.8	20.6	22.8	22.6	22.0
21	24.0	11.0	20.4	25.4	24.4	23.0	24.0	26.0	29.0	26.2	25.6	20.4
22	22.0	10.2	19.2	24.2	24.0	24.4	24.2	26.2	29.0	26.8	25.8	18.4
23	19.6	10.6	22.0	22.8	21.8	24.0	24.2	23.8	25.0	25.4	22.6	23.8
24	22.2	10.2	20.2	24.4	22.6	25.4	24.0	24.8	22.4	25.6	24.2	18.4
25	20.2	11.2	20.0	24.4	25.0	24.5	24.8	24.6	23.0	26.8	22.6	20.4
26	21.0	11.4	20.6	23.6	20.0	24.5	25.4	24.6	29.2	26.8	27.0	24.2
27	20.0	11.0	21.0	22.4	24.0	24.8	23.0	25.8	22.0	23.0	27.0	24.4
28	21.6	9.4	21.4	25.0	24.4	25.0	25.6	26.0	20.2	23.8	24.8	19.8
29	21.4		22.0	25.0	24.4	24.8	25.4	25.4	21.0	24.8	25.4	22.0
30	19.0		18.0	23.8	24.6	24.4	25.2	25.0	25.0	25.8	27.2	18.6
31	17.0		22.4		24.4		23.2	21.2		25.4		20.4
<b>MAX</b>	<b>26.4</b>	<b>12.2</b>	<b>24.5</b>	<b>25.4</b>	<b>25.4</b>	<b>26.0</b>	<b>25.8</b>	<b>26.8</b>	<b>29.2</b>	<b>27.6</b>	<b>29.6</b>	<b>28.0</b>

Comenzó a funcionar y registrar los datos en la estación INIA CANAAN de diciembre 2010



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS DIARIAS (°C)

ESTACION : HUAMANGA REGION : AYACUCHO LATITUD: 13°10'09" s  
CODIGO : 005 PROVINCIA : HUAMANGA LONGITUD: 74°12'82" w  
AÑO : 2010 DISTRITO : AYACUCHO ALTITUD: 2735 msnm

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	10.0	9.6	12.8	12.0	12.2	11.0	4.0	6.6	9.8	7.6	10.6	S/D
2	10.0	8.8	12.4	11.6	6.6	6.4	3.8	8.6	8.6	7.8	14.0	S/D
3	11.8	11.8	12.4	10.8	3.4	6.2	4.0	9.6	8.8	8.0	6.8	S/D
4	11.6	8.6	11.4	9.2	4.0	5.2	3.2	7.0	8	5.0	5.8	S/D
5	12.0	10.2	11.4	13.2	4.6	7.0	2.8	5.2	10.4	6.2	7.4	S/D
6	12.8	11.0	13.6	12.2	4.0	6.4	3.0	0.2	13.4	4.8	9.0	S/D
7	9.4	11.8	11.2	12.0	4.8	4.8	3.0	0.4	6.8	7.4	9.2	S/D
8	10.0	9.2	10.6	9.0	6.6	4.6	3.8	1.8	7.8	12.2	8.8	S/D
9	13.2	10.5	11.8	8.6	5.0	4.4	5.2	1.2	6.8	14.4	12.4	S/D
10	11.4	9.8	9.4	7.6	6.4	3.8	8.2	0.6	5.8	10.8	10.4	S/D
11	11.6	9.0	11.6	7.6	6.2	2.8	0.4	3.6	6.2	12.8	14.0	S/D
12	12.0	8.0	11.4	5.0	5.4	1.4	0.4	3.8	7.8	12.4	10.8	S/D
13	11.4	9.8	12.6	6.4	5.4	0.8	0.6	5.8	4.8	7.4	8.8	S/D
14	11.5	9.2	10.2	8.6	2.6	2.2	3.0	3.6	5.8	5.0	9.8	S/D
15	11.2	14.0	11.8	9.6	5.2	3.6	1.4	4.4	6.8	7.6	8.4	S/D
16	12.2	12.8	12.0	10.0	8.2	5.4	2.6	3.8	11.8	11.6	8.6	S/D
17	11.2	13.4	12.4	7.8	5.2	4.4	12.4	3.4	12	11.0	11.0	S/D
18	12.4	11.0	13.6	6.6	6.2	8.6	6.6	3.0	6.8	10.0	7.8	S/D
19	11.8	9.8	11.8	8.0	10.0	4.8	3.2	0.4	7.4	10.0	6.2	S/D
20	13.6	13.8	9.4	7.8	11.2	5.0	3.4	1.8	5.8	11.2	6.4	S/D
21	13.0	10.8	11.4	10.8	12.2	7.8	2.4	3.0	5.6	8.8	6.2	S/D
22	13.2	11.8	11.8	6.8	5.8	4.2	2.4	3.6	7.6	8.8	10.4	S/D
23	12.2	12.4	7.8	7.8	4.8	3.0	3.8	3.0	8.4	7.8	4.5	S/D
24	12.4	12.2	9.0	9.0	4.6	2.6	1.8	4.4	8.4	11.8	5.2	S/D
25	11.2	12.2	13.0	9.2	10.4	3.6	2.4	5.0	8.6	11.0	8.2	S/D
26	11.2	12.0	11.0	6.2	11.0	5.0	3.6	7.2	9.4	11.4	11.0	S/D
27	10.8	9.8	12.8	8.6	9.2	4.8	3.4	6.6	8.2	10.0	8.9	S/D
28	10.6	12.6	12.6	6.8	9.4	9.6	4.0	9.6	6.4	8.2	9.2	S/D
29	7.8		9.8	10.2	4.8	8.8	2.0	8.8	7.2	9.0	10.4	S/D
30	8.4		12.0	11.0	5.0	4.6	3.6	12.4	10.6	9.2	8.4	S/D
31	8.6		12.6		6.6		5.2	11.4		13.8		S/D
MIN	7.8	8.0	7.8	5.0	2.6	0.8	0.4	0.2	4.8	4.8	4.5	S/D

Comenzó a funcionar y registrar los datos en la estación INIA CANAAN de diciembre 2010



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS DIARIAS (°C)

ESTACION : INIA REGION : AYACUCHO LATITUD: 13°10'09" s  
CODIGO : 005 PROVINCIA : HUAMANGA LONGITUD: 74°12'82" w  
AÑO : 2011 DISTRITO : AYACUCHO ALTITUD: 2735 msnm

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.8	8.9	9.4	11.0	7.8	4.8	10.2	6.0	13	9.6	7.4	9.8
2	5.0	7.7	8.6	12.2	7.2	4.0	10.2	7.0	8	9.2	6.8	9.6
3	4.2	9.0	12.0	11.8	7.6	5.8	10.4	8.0	7.2	7.8	6.4	9.2
4	2.8	8.0	11.6	11.0	9.8	6.2	9.0	11.6	6.8	8.4	12.2	9.4
5	1.4	4.3	12.4	11.4	8.0	4.2	8.8	12.0	7.8	9.2	10.8	10.2
6	1.0	0.5	11.0	10.2	6.4	5.4	9.2	7.2	8.4	10.6	12.8	8.8
7	4.2	7.0	10.2	11.6	6.0	6.0	8.0	7.0	7	9.8	9.4	7.2
8	3.0	0.1	13.0	11.0	9.4	6.0	12.0	6.4	8.4	6.6	8.6	10.8
9	1.8	6.0	11.8	11.4	8.2	5.0	9.8	7.2	8.6	7.2	11.2	11.2
10	10.0	3.2	11.0	10.6	12.4	5.2	12.0	6.8	10.4	5.8	7.4	10.4
11	9.8	7.6	9.2	9.2	8.6	7.4	10.0	5.2	9.8	9.2	11.6	10.2
12	10.6	6.0	10.2	9.4	8.4	7.2	9.2	5.8	11.8	9.6	10.6	9.8
13	12.0	4.6	9.0	8.0	7.2	5.8	9.0	4.2	10.8	9.4	10.4	11.6
14	11.2	0.1	9.8	11.2	5.4	6.8	8.0	4.0	9.4	8.6	9.6	10.0
15	10.8	9.3	10.0	10.0	7.2	7.2	7.8	8.4	9	11.4	8.8	11.2
16	7.8	9.4	9.0	8.2	7.8	6.8	9.8	9.0	8	8.8	8.4	10.8
17	10.2	3.9	11.0	9.6	8.4	8.2	10.0	9.4	10.8	8.2	7.8	10.6
18	9.2	3.1	9.6	10.0	5.6	8.2	9.6	9.0	10	9.0	9.8	12.8
19	11.0	2.5	10.5	9.2	8.2	7.2	8.2	7.4	10.2	8.6	8.4	11.4
20	10.6	2.9	9.2	8.2	6.2	7.8	7.8	8.6	10.4	13.2	9.2	11.2
21	9.8	2.8	8.0	8.0	4.0	8.0	9.2	7.8	10.2	9.6	8.8	10.6
22	12.0	0.9	11.0	8.6	11.8	5.9	10.6	8.2	8.2	9.4	8.2	10.4
23	11.0	1.4	12.0	8.8	10.2	5.4	11.0	9.0	10.8	12.6	7.4	9.2
24	9.0	4.2	12.4	9.2	8.8	5.0	8.0	9.8	9.8	11.0	6.8	10.2
25	12.2	2.2	11.0	9.0	9.8	6.0	9.0	7.8	9	9.2	10.8	11.2
26	10.0	10.0	11.8	8.2	8.2	5.0	7.0	8.4	11	7.8	11.4	8.4
27	11.2	3.5	12.2	8.2	7.2	5.4	7.2	8.0	10	9.6	10.6	12.2
28	11.0	8.5	10.8	7.8	6.0	5.0	10.0	8.2	9.2	8.8	8.8	10.8
29	12.2		10.0	8.2	5.2	6.8	9.8	9.4	8.8	10.8	11.0	11.2
30	10.6		11.2	8.2	3.8	6.2	8.4	8.0	10	9.2	10.8	10.2
31	12.4		10.4		3.6		8.2	11.0		8.2		12.8
MIN	1.0	0.1	8.0	7.8	3.6	4.0	7.0	4.0	6.8	5.8	6.4	7.2

Comenzó a funcionar y registrar los datos en la estación INIA CANAAN de diciembre 2010



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
RED HIDROMETEOROLOGICA

REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION (mm)

ESTACION : HUAMANGA REGION : AYACUCHO LATITUD: 13°08'51" s  
AÑO : 2010 PROVINCIA : HUAMANGA LONGITUD: 74°13'06" w  
DISTRITO : AYACUCHO ALTITUD: 2772 msnm

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	4.3	1.6	4.0	7.2	2.9	0.0	0.0	0.0	2.3	3.4	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	5.9
3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1
4	19.3	12.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5.2	3.3	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	6.8
6	0.0	0.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5
7	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	0.0	0.0	10.1
8	5.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	16.2	1.9	0.0	2.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	11.6	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
11	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0
12	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	1.4
13	8.0	0.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.8
14	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
15	24.4	5.0	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
16	18.4	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.3
17	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	19.5
18	3.8	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	3.2	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	6.4	2.0
21	2.8	9.5	0.0	1.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	1.1
22	2.2	5.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
23	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9
24	9.7	4.6	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
25	1.8	12.7	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	3.3	0.0
26	1.6	24.5	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	15.1
27	0.5	4.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	11.0	0.0	4.7
28	0.0	0.8	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0
29	1.6		0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2
30	0.0		3.0	1.1	0.0	0.0	0.0	6.0	4.4	2.1	0.0	1.0
31	0.0		17.7		0.0		0.0	3.0		0.0		0.0
TOTAL	155.2	101.7	70.6	27.4	15.5	0.0	0.7	15.6	21.9	66.7	27.4	103.7
MAX	24.4	24.5	17.7	7.2	9.1	0.0	0.7	6.0	11.3	13.1	11.6	19.5
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Comenzó a funcionar y registrar los datos en la estación INIA CANAAN de diciembre 2010



**ANEXO 04:**

**PANEL FOTOGRÁFICO**



Foto 01 Preparación del terreno



Foto 02 Marcado de surcos



Foto 03 Siembra



Foto 04 Desyerbo y aporque



Foto 05 Abonamiento



Foto 06 Control fitosanitario



Foto 07 Identificación de surcos



Foto 08 Identificación parcela



Foto 09 Corte de panojas



Foto 10 Panojas seleccionadas



Foto 11 Pesado de panojas



Foto 12 Trillado de panoja



Foto 13 Parcela experimental

**ETAPAS FENOLOGICAS**

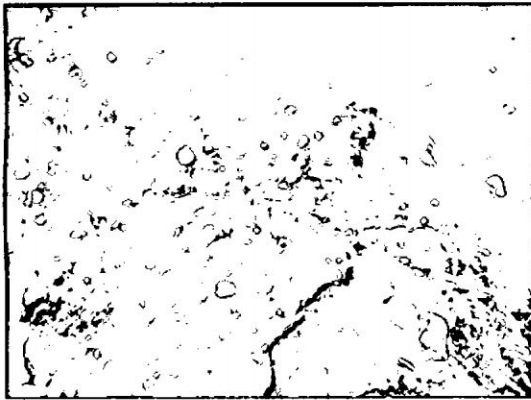


Foto 14 Emergencia



Foto 15 Dos hojas



Foto 16 Cuatro hojas



Foto 17 Seis hojas



Foto 18 Ramificación



Foto 19 Inicio panojamiento



Foto 20 Panojamiento



Foto 21 Floración



Foto 22 Grano lechoso



Foto 23 Madurez fisiológica