

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CATORCE COMPUESTOS  
VARIETALES DE ACHITA (*Amaranthus caudatus* L.) DE PANOJA ROSADA  
SEMIERECTA. CANAAN 2735 msnm - INIA - AYACUCHO”**

Tesis para obtener el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRONOMO**

PRESENTADO POR:

**RONI ZÚÑIGA HUAMÁN**

AYACUCHO - PERÚ

2012

2515  
942  
un

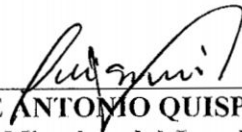
**“SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CATORCE COMPUESTOS  
VARIETALES DE ACHIITA (*Amaranthus caudatus* L.) DE PANOJA ROSADA  
SEMIERECTA. CANAAN 2735 msnm – INIA – AYACUCHO”**

Recomendado : 30 de noviembre de 2011  
Aprobado : 27 de diciembre de 2011




---

**DR. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA**  
Presidente del Jurado



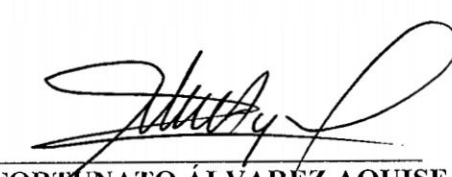
---

**M.Sc. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO**  
Miembro del Jurado



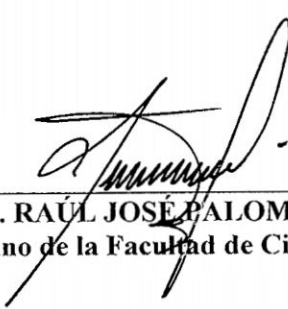
---

**ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA**  
Miembro del Jurado



---

**M.Sc. FORTUNATO ÁLVAREZ AQUISÉ**  
Miembro del Jurado



---

**M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud a mis queridos Padres: Sr. Fausto y Sra. Teodosia. Por brindarme cariño, comprensión y apoyo incondicional para el logro de mi carrera profesional.

A mis hermanos Víctor, Alfredo, Olga y Marithza, por su comprensión y apoyo para el logro de mis ideales y ser útil a la sociedad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional, y a la Facultad de Ciencias Agrarias, que me brindó vasto conocimiento durante el tiempo que duró mis estudios profesionales.

De manera especial a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía y a los Sres. Ingenieros, por haber impartido sus conocimientos para mi formación personal y profesional.

Al Centro Experimental del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria, por haberme brindado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis.

Al Ing. José Antonio Quispe Tenorio, por haberme enseñado incondicionalmente y por haberme inculcado los buenos principios y valores.

Y a todas aquellas personas que directa o indirectamente, contribuyeron en la ejecución y materialización del presente trabajo de investigación.

## **CONTENIDO**

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCIÓN

### **CAPITULO I**

REVISION DE LA LITERATURA

|   |    |
|---|----|
| 1.1 Origen y distribución               | 9  |
| 1.2 Taxonomía                           | 11 |
| 1.3 Morfología de la achita             | 12 |
| 1.4 Fenología, crecimiento y desarrollo | 18 |
| 1.5 Variedades de la achita             | 21 |
| 1.6 Requerimientos del cultivo          | 21 |
| 1.7 Aspectos genéticos de la achita     | 24 |
| 1.8 Mejoramiento por selección          | 25 |
| 1.9 Rendimiento                         | 30 |
| 1.10 Plagas y enfermedades              | 32 |

### **CAPITULO II**

MATERIALES Y METODOS

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Ubicación del Experimento           | 34 |
| 2.2 Antecedentes del Terreno            | 35 |
| 2.3 Características Climáticas          | 35 |
| 2.4 Análisis Físico – Químico del suelo | 39 |
| 2.5 Material Genético                   | 40 |
| 2.6 Unidad Experimental                 | 42 |

|  |    |
|--|----|
| 2.7 Características del Campo de Experimento | 42 |
| 2.8 Tamaño de muestra                        | 43 |
| 2.9 Instalación y conducción del experimento | 44 |
| 2.10 Criterios de evaluación                 | 49 |
| 2.11 Análisis genético                       | 52 |
| 2.12 Análisis estadístico                    | 55 |

### CAPITULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Caracterización morfológica          | 51 |
| 3.2 Características de precocidad        | 72 |
| 3.3 Caracteres de productividad          | 77 |
| 3.4 Selección y respuesta a la selección | 89 |

### CAPITULO IV

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 4.1 Conclusiones        | 99  |
| 4.2 Recomendaciones     | 101 |
| BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 104 |
| ANEXO                   | 107 |

## INTRODUCCION

A nivel mundial el crecimiento acelerado de la población y la escasez de alimentos han impulsado al hombre a buscar alternativas viables y con potencial nutricional suficiente para solucionar el problema alimentario. En ese contexto la Achita fue señalada como uno de los cultivos con mayor potencial para la explotación económica y nutricional a gran escala. Con la idea de aprovechar las propiedades del Achita, sus principios bioactivos y su gran cantidad de fitosteroles para crear una línea de productos con propiedades funcionales, como barras de cereal y galletas que permitan bajar el colesterol. Los estudios han demostrado que sus hojas y semillas contienen una gran cantidad de vitaminas, minerales, ácido fólico, proteínas ( que va del 15 al 18 %), aminoácidos en especial la lisina (aminoácido de alto valor biológico) ayuda a la memoria, a la inteligencia y alto aprendizaje, por lo que es recomendable que en mayor prioridad deben consumir los niños. **(FAO y ONU, 1979)**

Este cultivo que su nombre significa vida eterna (que no se marchita) fue domesticada y cultivada desde la época prehispánica en los Andes Sudamericano y en México. En nuestro país se han encontrado semillas en tumbas con 4,000 años de antigüedad según **Sauer (1976)**.

Su exportación (destino Unión Europea, Estados Unidos, CAN) se ha incrementado en el 2010 a 1863468.72 dólares en valor FOB de un rendimiento de 1000 – 2500 Kg/Ha **(SIICEX, 2010)**.

La importancia del mejoramiento de la Achita radica en obtener genotipos mejorados en una o varias características importantes utilizando métodos de hibridación y selección. **(Poehlman y Allen, 2005)**

Por tal razón la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria, que a través de su Programa de Cultivos Andinos viene realizando la recolección de semillas de Achita en los diferentes lugares de nuestra Región Ayacucho para su estudio orientado al Mejoramiento Genético de la Achita para la incrementación de la productividad, para la cual se tomó una colección de 14 cultivares para su estudio, con los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Caracterizar y seleccionar poblaciones varietales de Achita de panoja rosada semierecta, con mejor aptitud productiva y aprovechar su variabilidad genética para su mejoramiento.

Objetivos específicos:

- a. Realizar la caracterización morfológica de 14 cultivares de Achita de panoja rosada semierecta con el uso de descriptores morfológicos.
- b. Determinar las características de precocidad de 14 cultivares de Achita de panoja rosada semierecta.

- c. Determinar las variables más importantes del rendimiento de 14 cultivares de Achita panoja rosada semierecta y los cultivares de mayor rendimiento.
  
- d. Determinar los parámetros genéticos como las variancias fenotípicas, la ganancia por selección y la respuesta de selección de 14 cultivares de Achita de panoja rosada semierecta.

## CAPITULO I

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

**Sumar (1993)**, señala que muchos hechos, permiten afirmar que *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 a.C.

**Sauer (1976)**, menciona que el amaranto es una planta autóctona de América, domesticada, cultivada y utilizada desde hace más de 4000 años. Fue cultivada y utilizada junto al maíz, frijol y calabaza por los Incas en Sudamérica tanto en Perú, Bolivia y Ecuador.

**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.

La **National Academy Press (1990)**, sostiene que la Achita de semillas blancas, aparentemente domesticadas han sido encontradas en tumbas andinas de hace 4000 años. No se encuentra en forma silvestre aunque recientemente se ha visto un cultivo rustico, se considera que ha sido totalmente domesticada. Aunque no de tanta importancia o provista de atributos especiales, la Achita indudablemente jugó un importante rol nutricional en la sociedad andina previo a la conquista, particularmente en la patria inca y aymara del sur del Perú y Bolivia.

## 1.2 TAXONOMÍA

**Robertson (1981)**, sostiene que el género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y sólo 15 especies provienen de Europa, Asia, África y Australia.

Para **Sumar (1980)**, la posición taxonómica de la Achita es la siguiente:

|          |   |                               |
|----------|---|-------------------------------|
| Reino    | : | Vegetal                       |
| División | : | Fanerógama                    |
| Tipo     | : | Embryophita Siphonógama       |
| Subtipo  | : | Angiosperma                   |
| Clase    | : | Dicotiledonea                 |
| Subclase | : | Archyclamydae                 |
| Orden    | : | Centrospermales               |
| Familia  | : | Amarantaceae                  |
| Género   | : | <i>Amaranthus</i>             |
| Especie  | : | <i>Amaranthus caudatus</i> L. |

**León (1964)**, cita que la Achita posee un número cromosómico de  $2n = 32$  y también el mismo autor menciona los nombres vulgares: "achis" (norte del Perú), "achita", "coyos" (centro del Perú) "coimi" (Perú, Bolivia y Argentina), "millmi" (Bolivia), "chaquilla" (Argentina), "kiwicha" (Perú, centro y sur), "trigo inca" (noroeste de Argentina), "quinua" y "quinua del valle" (Argentina).

### 1.3 MORFOLOGIA DE LA ACHITA

**Sumar (1993) y Tapia (1997)**, indican 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.

#### **Raíz**

**León (1964)**, reporta que la Achita presenta una raíz pivotante corta de quince centímetros de largo, gruesa provista de raicillas laterales.

**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 la Achita presenta de 4 – 6 hojitas, la raíz principal de la planta adulta puede alcanzar una profundidad de 180 cm.

#### **Tallo**

**León (1964) y Sumar (1993)**, describen que las plantas de Achita poseen tallos generalmente fibrosos, 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.

En cuanto a la arquitectura de la planta se reconocen las siguientes tipos: Erectos, semierectos, decumbentes, con inflorescencia única y terminal, con ramas que nacen cerca de la base del tallo.

**Bressani (1983)**, menciona que el tallo es estriado con aristas fuertes y es hueco en el centro en su etapa de madurez.

### **Hoja**

**Sumar (1993) y Tapia (1997)**, sostienen de 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 cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero, de tamaño variable de 6.5-15 cm.

**Sumar (1993)**, menciona que son simples enteras de forma ovoide, bastante nervadas y generalmente de color verde claro; la longitud varía entre 6,5 y 14 cm. Mientras son tiernas se las puede consumir como hortalizas, conjuntamente con la inflorescencia.

### **Inflorescencia**

**León (1964)**; menciona que la Achita, presenta una inflorescencia a continuación del tallo que llegan a medir hasta 90 centímetros de largo; son de

forma variada pendientes y terminan en una panoja gruesa y larga, las hay decumbentes, semierectas y erectas, adaptando formas glomeruladas o amarantiformes típicas, densas y laxas. El eje central de la inflorescencia, la continuación del tallo lleva grupos de flores llamados dicasios (glomérulos).

**Sumar (1993)**, indica que la inflorescencia está constituida por agrupaciones de pequeñas flores llamados glomérulos y a este conjunto se le denomina panoja; de longitud variable que van de 15 a 90 cm, de diversos colores como amarillo, rosado, púrpura, rojo y dorado, tomando la inflorescencia diferentes posiciones; erectas, semierectas, decumbentes, las que son de forma glomeruladas y amarantiformes:

- a. **Glomeruladas**, cuando los glomérulos están insertos al raquis principal mediante ejes glomerulares presentando formas globosas.
- b. **Amarantiformes**, cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal.

La inflorescencia de acuerdo a su densidad se clasifica:

- a. **Laxa**: Cuando los glomérulos insertos al raquis son bastante separados.
- b. **Intermedia**: Se caracteriza cuando los glomérulos insertos al raquis no están muy separados ni contiguas entre sí.
- c. **Compactas**: Cuando los glomérulos insertos al raquis se encuentran bastante tupidos.

## **Flores**

**León (1964)**, cita de que el número de flores de cada uno de estos dicasios es variable, con flores masculinas y femeninas dispuestas en la inflorescencia en forma sésil o ligeramente pedunculada. Las flores estaminadas o pistiladas están compuestas de una bráctea externa y cinco sépalos verduscos, dos externos y tres internos, los primeros ligeramente más grandes. En las flores estaminadas hay cinco estambres de filamentos delgados y largos terminados en anteras que se abren en dos sacos. Las flores pistiladas tienen un ovario semiesférico que contiene un solo óvulo, con tres ramas estigmáticas. La mayoría de los amarantos son polinizados por el viento.

**Tapia (1990)**, describe de 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.

## **Fruto y Semilla**

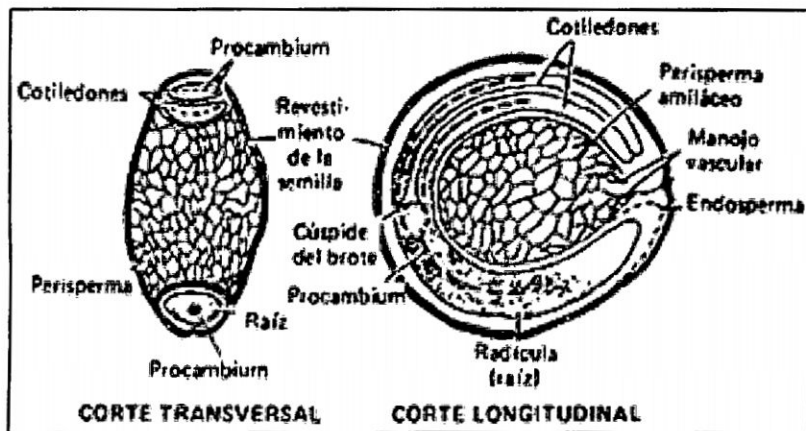
La **Nacional Academy Press (1989)**, define que la Achita es una planta dicotiledónea, los frutos son pixidios y cada uno contiene una sola semilla. La cubierta de la semilla es lustrosa; el embrión es curvo y colocado alrededor de un pequeño endospermo (perisperma), semejante al de la quinua, pero sin contenido de saponina.

**Sánchez (1980)**, cita que el fruto es una cápsula pequeña que botánicamente corresponde a un pixidio unilocular, la que a la madurez se abre transversalmente, dejando caer la parte superior llamada opérculo, para poner al descubierto la inferior llamada urna, donde se encuentra la semilla. Siendo dehiscente por lo que deja caer fácilmente la semilla.

**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.

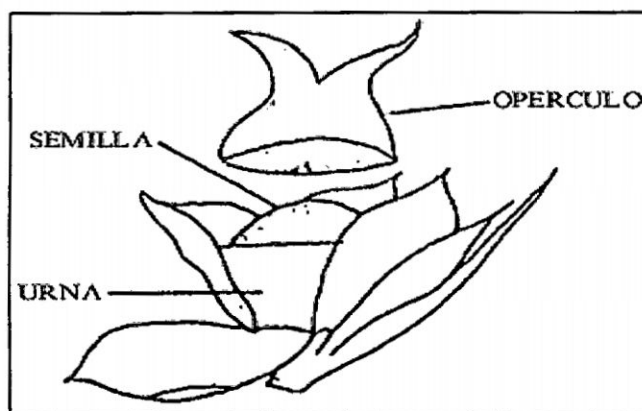
**León (1984) y Sumar (1993)**, coinciden en afirmar que el fruto es un pixidio (una capsula de dehiscencia transversal), las semillas elípticos – redondeadas, de borde convexo o afilado, opacas o semitranslucidos y de color diferente según el ecotipo; negras, castañas, blancas, blanca rosadas o blanco amarillentas de 1 a 1.3 mm de diámetro por 0.1 a 0.33 mm de espesor.

**Nieto (1990)**, menciona de 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.



Fuente: Herrera, 1943

Figura 1.1. Dibujo de la semilla de amaranto



Fuente: Brenner, 1990

Figura 1.2. Pixidio unilocular del amaranto

#### 1.4 FENOLOGÍA, CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Sumar (1984), menciona que es una planta que tiene un ciclo de 120 a 180 días de duración, que requiere suelos fértiles, ricos en materia orgánica, suelos de preferencia arenosos.

**Mujica y Quillahuamán (1989) y Henderson (1993)**, describen que los estados fenológicos del amaranto, coincidentes por ambos autores son los siguientes:

**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.

**Fase vegetativa: ( $V_1$ .... $V_n$ )**

Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidos por lo menos 2 cm de largo. El primer nudo corresponde al estado  $V_1$  el segundo es  $V_2$  y así sucesivamente. A medida que las hojas basales senescen la cicatriz dejada en el tallo principal se utiliza para considerar el nudo que corresponda. La planta comienza a ramificarse en estado  $V_4$ .

**Fase reproductiva:**

**- Inicio de panoja (R1):**

El ápice de la inflorescencia es visible en el extremo del tallo. Este estado se observa entre 50 y 70 días después de siembra.

**- Panoja (R2):**

La panoja tiene al menos 2 cm de largo.

**- Término de panoja (R3):**

La panoja tiene al menos 5 cm de largo. Si la antesis ya ha comenzado cuando se ha alcanzado esta etapa, la planta debiera ser clasificada en la etapa siguiente.

**- Antesis (R4):**

Al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible. Las flores hermafroditas, son las primeras en abrir y generalmente la antesis comienza desde el punto medio del eje central de la panoja hacia las ramificaciones laterales de esta misma. En esta etapa existe alta sensibilidad a las heladas y al stress hídrico.

Este estado puede ser dividido en varios sub-estados, de acuerdo al porcentaje de flores del eje central de la panoja que han completado antesis. Por ejemplo si 20% de las flores del eje central han completado la antesis, el estado será R 4.2 y si es 50%, el estado correspondería a R 4.5. La floración debe observarse a medio día ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas, durante esta etapa la planta comienza a eliminar las hojas inferiores más viejas y de menor eficiencia fotosintética.

#### **- Llenado de granos (R5):**

La antesis se ha completado en al menos el 95% del eje central de la panoja. Esta etapa según **Mujica y Quillahuaman (1989)**, puede ser dividida en:

#### **- Grano lechoso:**

Las semillas al ser presionadas entre los dedos, dejan salir un líquido lechoso.

#### **- Grano pastoso:**

Las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino.

#### **- Madurez fisiológica (R6):**

Un criterio definitivo para determinar madurez fisiológica aún no ha sido establecido; pero el cambio de color de la panoja es el indicador más utilizado. En panojas verdes, éstas cambian de color verde a un color oro y en panojas rojas cambian de color rojo a café-rojizo. Además las semillas son duras y no es posible enterrarles la uña. En este estado al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen.

#### **- Madurez de cosecha (R7):**

Las hojas senescen y caen, la planta tiene un aspecto seco de color café. Generalmente se espera que caiga una helada de otoño para que disminuya la humedad de la semilla.

## **1.5 VARIEDADES DE ACHITA**

En este artículo se menciona que la variedad de Achita INIA 413 Morocho Ayacuchano logra un rendimiento de 3595 kg/ha que se puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 3,000 metros de altitud, pero tiene mejor desarrollo en los valles interandinos de la sierra, entre 1,500 y 3,000 msnm, la cual posee cualidades sobresalientes como ciclo vegetativo semiprecoz (155 dds), buena calidad de grano y principalmente, su alto rendimiento con respecto a las variedades locales. <http://www.inia.gob.pe/notas/nota0103/> (2006).

En este artículo menciona que la variedad de Achita denominado centenario tiene un rendimiento de 5,584 kg/ha, en adición a ello, esta nueva variedad posee resistencia genética a las plagas y enfermedades más importantes de dicho cultivo, reduciendo por tanto los costos en insecticidas. También se puede cultivarse hasta los 4100 msnm. <http://www.concytec.gob.pe/> (2006).

## **1.6. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO**

**Sumar (1993)**, cita que la Achita exige un clima cálido a relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas, los mayores éxitos en el cultivo de la Achita se han logrado en el valle interandino de Colca - Urubamba (Cuzco), que se ubica entre los 2 800 y 3 000 m.s.n.m., realizado la siembra en octubre mes en que la temperatura del suelo fluctúa entre los 16 a 18 °C, las precipitaciones pluviales oscilan entre 350 a 650 mm, repartidas entre diciembre y marzo, por lo que se requiere de riegos suplementarios durante la

preparación del suelo, emergencia y crecimiento inicial, la humedad relativa oscila entre 65 y 80%, presentándose.

### **Suelo y Fertilización**

Prefiere suelos de textura franco-arenosa, franco-limosa, fértiles con buen drenaje, con alto contenido de materia orgánica, con PH de 6.5 a 7.5.

El **INIAA (1987)**, define que en nuestra región, se ha encontrado que al incrementar el Nitrógeno de 0 a 40 kg, se obtiene la más alta respuesta en rendimiento de grano.

En la evaluación de la siembra asociada de maíz y amaranto se encontró que utilizando la semilla de maíz (mezcla del campesino) asociada con amaranto, se obtiene un 50% más de rendimiento. En todos los casos, la siembra asociada representó un uso más eficiente de la tierra.

### **Clima:**

**Tapia (1990)**, manifiesta que 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 msnm, caracterizada por un clima templado de temperaturas entre 15-20°C y con precipitaciones no menores de 600 mm.

En caso de zonas más secas se requieren riegos suplementarios. A niveles más bajos se ha comportado muy bien, habiéndose obtenido rendimientos superiores a 4 Tn/Ha en la costa del Perú. Los amarantos de Sudamérica, especialmente de Perú y Bolivia, son especies propias de días cortos.

Usualmente florecen y forman frutos cuando la longitud del día está entre 10 y 11 horas.

#### **Precipitación:**

La humedad del suelo es importante durante la germinación y en las primeras etapas de desarrollo una vez de que las plantas se han establecido prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada. La humedad que requieren es de 500 a 700 mm de precipitación anual. La Achita necesita humedad durante la etapa de floración y formación de grano.

#### **Temperatura:**

La temperatura óptima es de 12 a 30 °C siendo susceptible a temperaturas bajas durante las primeras etapas de desarrollo y durante el llenado de grano (heladas tempranas).

La Achita es una planta de clima cálido y las heladas que se presentan dañan gravemente al cultivo, si este se encuentra germinando o en estado de plántula, por lo que la siembra en los valles interandinos debe efectuarse a partir del mes de octubre, cuando la presencia de heladas es ya improbable.

La temperatura del suelo, óptima para la germinación de la Achita es de alrededor de 18 °C.

Durante 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.

## 1.7 ASPECTOS GENÉTICOS DE LA ACHITA

La **National Academy Press (1989)**, sostiene que la Achita tiene panículas con flores masculinas y femeninas que es de autopolinización; sin embargo también señala que las flores pueden ser polinizadas por el viento.

**Hauptli y Jain; citado por Kauffman (1992)**, describe que el género Amarantho es un cultivo predominantemente de autopolinización con cantidades variables de alogamia.

**Kauffman (1992)**, sostiene que las especies cultivadas de amaranto de grano son monoicas. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas a partir de amaranto en ambiente aislado controlando la cantidad de polinización cruzada. Se han desarrollado líneas uniformes en solo unas generaciones de autopolinización y selección. Algunas de estas líneas están disponibles en programas de mejoramiento en las que pueden combinarse los caracteres útiles seleccionando del germoplasma reunido. Se han documentado las técnicas básicas para la emasculación y polinización.

## 1.8 MEJORAMIENTO POR SELECCION

### A. Mejoramiento

La **FAO (1997)**, define que el mejoramiento es obtener una planta ideal de amaranto para la agricultura moderna y agroindustria en general que debe tener las siguientes características:

- a) Tamaño de planta reducida con panoja grande, compacta y erecta, puesto que el amaranto es una planta alta, hay que seleccionar para reducir su altura y evitar la tendedura o acame que es tan común en algunas regiones.
- b) Plantas de corto periodo vegetativo y maduración rápida, puesto que mientras más tiempo permanece la planta en el campo, es más susceptible a daños causados por plagas y factores abióticos, es necesario seleccionar plantas que maduren dentro de un tiempo óptimo de acuerdo a la zona de cultivo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y duración del día.
- c) Plantas de elevado potencial de rendimiento, generalmente lo primero que se considera es un rendimiento alto, siendo ello importante para cualquier productor que piensa sembrar amaranto, por ello no se debe descuidar los otros criterios.
- d) Plantas que presenten uniformidad de maduración de granos en la misma panoja, puesto que la desuniformidad que se observa actualmente hace que los granos al llegar antes que otros a la maduración, provoca la dehiscencia de los primeros, ocasionando pérdidas de consideración y dificultades de cosecha mecanizada.

- e) Plantas que presenten sincronía de maduración de planta/semilla, muchos genotipos de amaranto cultivado, muestran granos maduros en la panoja, sin que la planta haya perdido su alto contenido de humedad, esto provoca con frecuencia presencia de granos húmedos que requieren un secamiento cuidadoso, para evitar que se fermenten o pudran.
- f) Plantas con alta calidad alimenticia. En los materiales genético se han observado diferentes contenidos de proteína y cualidades nutritivas, así como facilidad de reventado o molienda.
- g) Plantas que reúnan las características y necesidades de los procesadores de alimentos y agroindustriales.
- h) Plantas que presenten resistencia al ataque de plagas y enfermedades, siendo este objetivo de mediano y largo plazo.

## **B. Componentes del Mejoramiento**

### **a. La Heredabilidad**

**Pacheco (2009)**, cita que es 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 expresa 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.

## **b. Componentes de variancia**

**Pacheco (2009)**, cita que es la varianza de los valores genotípicos y la varianza ambiental es la varianza de las desviaciones ambientales.

### **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 unidad agronómica, el cultivar es bien conocido por los Fitomejoradores que crean nuevos cultivares y por los seminotecnistas (investigadores que estudian la producción de semilla) y los agricultores que multiplican la semilla y cultivan los cultivares.

### **Mezcla Varietal**

**Poehlman y Allen (2005)**, definen 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.

## **Colecta de Germoplasma**

**Poehlman y Allen (2005)**, mencionan 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.

## **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 o de poblaciones segregantes después de haber sido hibridados. Los procedimientos de selección que se practican en poblaciones mixtas de cultivos autógamos son la selección masal y la selección de líneas puras.

## **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, como presencia de aristas, marcas de color a madurez, 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 la calidad, en los que las diferencias fenotípicas son demasiado pequeños para reconocerse o bien no se pueden distinguir con precisión de las variaciones causadas por el ambiente. El objetivo de la selección masal 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.

**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. Las plantas seleccionadas se cosechan generalmente sin controlar su polinización y se mezclan sin aprovechar el beneficio de la prueba de las progenies.

### **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 tendrán el mismo genotipo.

Esto es cierto suponiendo que la planta originalmente seleccionada sea homocigótica en todos los loci, una suposición que los fitomejoradores suelen hacer, pero que es una condición que rara vez se alcanza (si es que esto ocurre).

### **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 autógamias tiene también similar resultado pero es muy trabajoso debido a que se debe realizar la polinización manual.

**Avilés (1990)**, en su estudio de seis accesiones mediante el método de selección recurrente en Achita obtuvo rendimientos que oscilan entre 3122.91 a 1393.25 Kg.ha<sup>-1</sup>.

### **1.9 RENDIMIENTO**

**Espitia (1986)**, al respecto determinó que las variables: días a floración, altura de planta a floración, número de hojas, diámetro del tallo, altura de planta a madurez fisiológica, longitud de inflorescencia, materia seca foliar, materia seca del tallo, materia seca de la semilla, materia seca total, índice de cosecha, peso hectolitro, tasa del rendimiento económico, tasa de rendimiento

biológico, relación semilla/paja, e índice de llenado de las semillas presentaron correlación genética positiva altamente significativa con el rendimiento.

**Pariona (1992)**, manifiesta que en sus estudios de 24 colecciones de Achita en Guayacondo – Ayacucho, obtuvo rendimientos, que oscilan entre 4183.33 a 2928.57 Kg/Ha para la colección de Oscar Blanco un rendimiento de 3819.05 Kg/Ha.

**Tenorio (1996)**, cita que en sus estudios de 7 colecciones de Achita en Canaán – Ayacucho obtiene rendimientos que oscilan entre 6719.8 a 3803.3 Kg/Ha.

**FAO (1997)**, los principales componentes de rendimiento del amaranto son: días a la floración, número de hojas, diámetro del tallo, altura de planta a la madurez fisiológica, tasa del rendimiento económico, e índice de llenado de las semillas, por tanto para seleccionar rendimiento indirectamente se debe tener en cuenta estos caracteres.

**Taboada (1998)**, en un estudio sobre efecto de niveles de NPK y 5 densidades de siembra en el rendimiento de Achita variedad PUH, en Canaán a 2750 msnm Ayacucho, 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).

**Chacón (1982)**, en un estudio sobre evaluación agronómica de 83 líneas de *Amaranthus* sp, en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, encontró que el rendimiento promedio de semillas por planta es 6.2 g.

**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.

## 1.10 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE ACHITA

**Carrasco (1987)**, menciona de que la especie *Eurysacca melanocampta* Meyr conocida como "Polilla" es considerada una plaga importante del amaranto en la zona andina y se distribuye desde los 2000 a 3300 msnm, siendo considerada como plaga clave del amaranto.

**Lázaro y Sarmiento (1988)**, menciona que la especie *Spoladea recurvalis* al infestar la panoja, las larvas se encuentran entre el conjunto de los ejes florales alimentándose de éstos y de los granos. Los daños son más intensos en las épocas de verano (noviembre a febrero) y disminuye entre junio a octubre en Perú, esta plaga se considerada como una plaga ocasional.

**Henderson (1993), Kauffman y Weber (1990)**, mencionan que en muchas zonas bajas y semitropicales donde se cultiva aisladamente el amaranto, se ha observado con frecuencia el ataque del gorgojo (*Contrachelus seniculis* Le Conte). Las larvas, de color blanco cremoso y ápodas, barrenan la base de los tallos, para luego alimentarse de la médula de la planta.

**Barrantes (1991)**, reporta la enfermedad de la roya blanca en el cultivo de Achita donde el agente causal es el hongo *Albugo sp.* y está distribuido en todo los lugares de siembra, siendo favorecido por la alta humedad. Se transmite con facilidad por el viento, causando daños a plantas en etapa de floración y permanece infectando.

**Monteros et al., (1994); Garmendia, (1985)**; manifiestan que la esclerotiniosis es una 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.

**Espitia (1986)**, sostiene que las enfermedades ocasionadas por los 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.

## CAPITULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria, en la ciudad de Huamanga (Anexo 1).

##### **Ubicación política:**

Región : Ayacucho  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Ayacucho  
Lugar : Canaán

##### **Ubicación Geográfica:**

Latitud sur : 13° 10' 09s  
Longitud oeste : 74° 12' 82w  
Altitud : 2735 msnm

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

Durante la campaña anterior a la instalación del presente trabajo de investigación se instaló el cultivo de trigo variedad "Nazareno" con fertilizantes sintéticos destinados a la producción de granos. De acuerdo a la fisiografía se observa que los terrenos de la Estación Experimental Canaán son de una profundidad de unos 20 cm, cuyo conjunto de formas que constituyen la parte exterior de la corteza terrestre es ligeramente mediano lo que favorece para la aplicación de riegos superficiales.

## **2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

La Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Investigación e innovación Agraria, presenta datos climáticos (temperatura y precipitación) de la campaña agrícola 2009-2010, que fueron tomadas en la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMHI), ubicada a una altitud de 2735 msnm; donde se registraron precipitaciones, temperaturas máxima, media, mínimas mensuales y radiación extraterrestre (Ra). En término a estos datos obtenidos se procedió a calcular la evapotranspiración potencial utilizando el método empírico de **Hargreaves (1991)** para luego calcular el balance hídrico, el que se presenta en el Cuadro 2.1 y Figura 2.1.

Registrándose durante la campaña agrícola 2009-2010 con temperatura máxima promedio mensual de 25.1°C, la media de 16.9 °C y la mínima 10.2 °C; siendo los meses cálidos setiembre, octubre, noviembre diciembre del 2009 y los meses de enero, febrero, marzo abril del año 2010; y los meses más fríos fueron los meses de mayo, junio, julio, agosto del 2010.

Durante el proceso de la ejecución del presente trabajo de investigación, se manifestaron comportamientos meteorológicos diferentes que fueron como la precipitación alta en los meses de febrero (58 mm) y marzo (57 mm), superando la evapotranspiración lo cual nos indica que hubo exceso de humedad en el suelo y en los meses (abril, mayo, junio), hubo déficit de humedad en el suelo por lo que fue necesario aplicar riegos frecuentes para que los cultivares de Achita crezcan y se desarrollen con toda normalidad para mostrar su potencial genético.

**Cuadro 2.1. Temperatura (máxima, media, mínima), Precipitación, Evapotranspiración y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009-2010, de la Estación Meteorológica de Canaán (Senamhi) - Ayacucho.**

| <b>ESTACION METEOROLOGICA DE CANAÁN (SENAMHI)</b> |        |                      |        |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|---|--------|----------------------|--------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
|   |        | REGIÓN : AYACUCHO    |        | LATITUD SUR : 13° 10' 09s    |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|   |        | PROVINCIA : HUAMANGA |        | LONGITUD OESTE : 74° 12' 82w |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|   |        | DISTRITO : AYACUCHO  |        | ALTITUD : 2735 msnm          |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
|   |        | LUGAR : CANAÁN       |        |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |
| AÑOS  | 2009   |                      |        |                              |        |        | 2010   |        |        |        |        |        |         |       |
|   | SET    | OCT                  | NOV    | DIC                          | ENE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | TOTAL   | MEDIA |
| T <sup>o</sup> MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)          | 25.60  | 26.60                | 25.20  | 24.80                        | 23.60  | 24.90  | 24.80  | 25.50  | 25.10  | 24.70  | 25.40  | 25.40  | 25.40   | 25.13 |
| T <sup>o</sup> MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)          | 10.30  | 11.10                | 11.60  | 11.40                        | 11.40  | 12.30  | 12.00  | 10.60  | 9.10   | 8.30   | 7.10   | 7.80   |         | 10.25 |
| T <sup>o</sup> MEDIA MENSUAL (°C)                 | 17.40  | 18.20                | 17.40  | 17.10                        | 16.30  | 17.50  | 17.30  | 17.20  | 16.60  | 16.00  | 16.00  | 16.10  |         | 16.93 |
| PRECIPITACIÓN (mm)                                | 9.60   | 22.60                | 58.80  | 107.80                       | 106.20 | 58.00  | 57.00  | 23.80  | 11.00  | 0.00   | 0.60   | 12.00  | 467.40  |       |
| RADIACIÓN EXTRATERRESTRE (mm/mes)                 | 454.50 | 441.75               | 391.50 | 379.75                       | 390.60 | 385.00 | 465.00 | 471.00 | 488.25 | 468.00 | 483.60 | 485.15 |         |       |
| EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm)                 | 146.18 | 146.60               | 120.21 | 114.78                       | 110.77 | 114.41 | 138.51 | 149.91 | 156.77 | 149.52 | 162.02 | 161.03 | 1670.71 |       |
| FACTOR DE CORRECCIÓN                              | 0.28   | 0.28                 | 0.28   | 0.28                         | 0.28   | 0.28   | 0.28   | 0.28   | 0.28   | 0.28   | 0.28   | 0.28   |         |       |
| EVAPOTRANSPIRACIÓN CORREGIDA (mm)                 | 40.90  | 41.01                | 33.63  | 32.11                        | 30.99  | 32.01  | 38.75  | 41.94  | 43.86  | 41.83  | 45.33  | 45.05  |         |       |
| EXCESO DE HUMEDAD EN EL SUELO (mm)                |        |                      | 25.17  | 75.69                        | 75.21  | 25.99  | 18.25  |        |        |        |        |        |         |       |
| DEFICIT DE HUMEDAD EN EL SUELO (mm)               | 31.30  | 18.41                |        |                              |        |        |        | 18.14  | 32.86  | 41.83  | 44.73  | 33.05  |         |       |

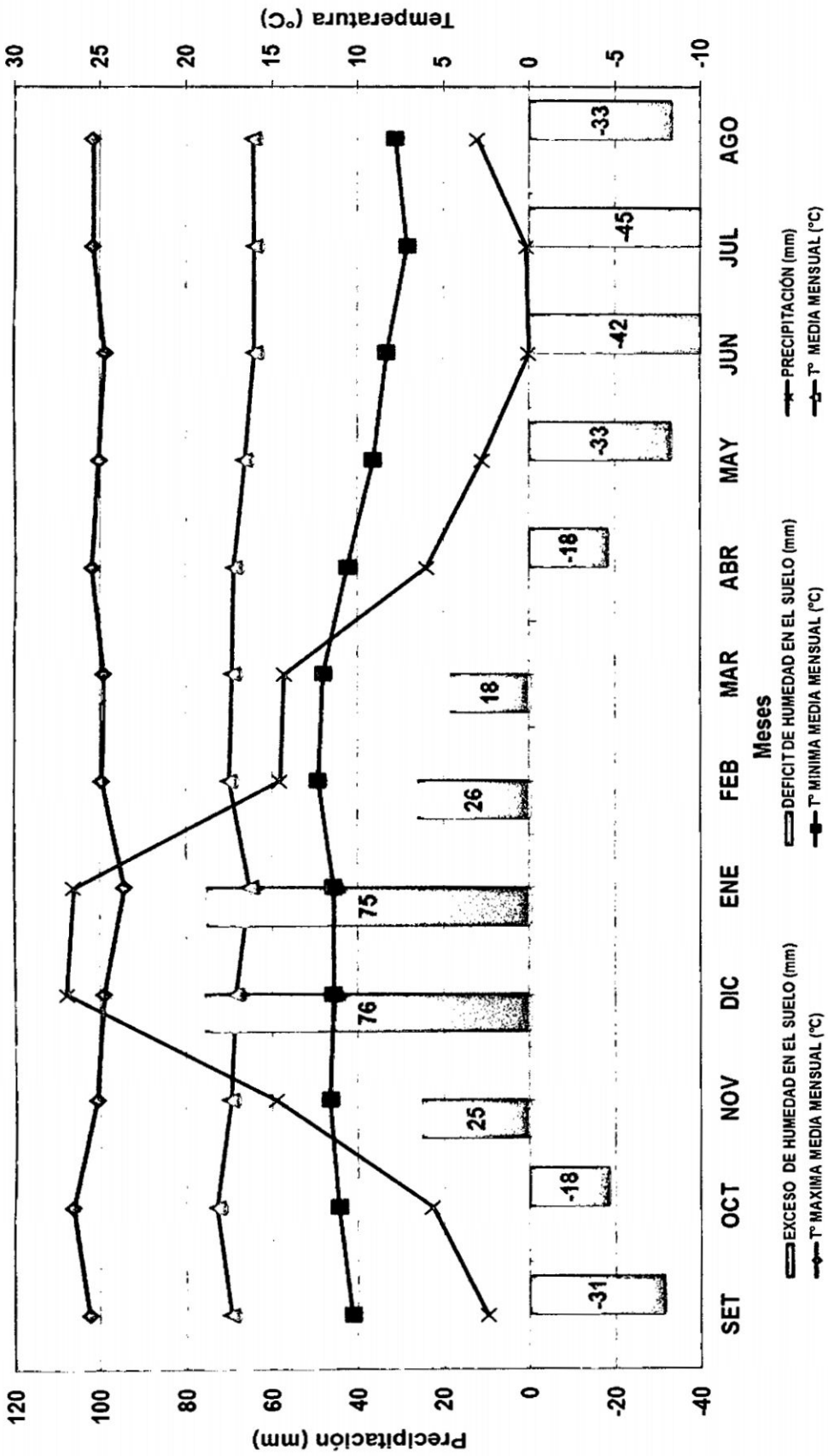


Figura 2.1. Temperatura (máxima, media, mínima), Precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009-2010, de la Estación Meteorológica de Canaán (Senamhi)- Ayacucho.

## 2.4. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO.

El análisis físico-químico del suelo para el presente trabajo de investigación se realizó de la siguiente manera, se tomó muestras de 20 cm. de profundidad en forma de zig zag de la superficie del terreno experimental, tratando de obtener una muestra de 0.5 Kg. que sea homogénea y representativa, la que se llevó para su análisis Físico–Químico al Laboratorio de Suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2** Análisis Físicoquímico del suelo de Canaán-INIA, 2735 msnm 2010.

| Componentes    |                      | Método                  | Contenido | Interpretación       |
|----------------|----------------------|-------------------------|-----------|----------------------|
| Químicos       | Materia orgánica (%) | Walkley Black           | 1.27      | Pobre                |
|                | Nitrógeno total (%)  | Semi-microKjeldhal      | 0.06      | Pobre                |
|                | P disponible (ppm)   | Bray-Kurtz              | 30.22     | Alto                 |
|                | K disponible (ppm)   | Turbidimetría           | 289       | Alto                 |
|                | pH                   | Potenciómetro           | 6.9       | Ligeramente<br>Acido |
| Físicos        | Arena (%)            | Hidrómetro de Bouyoucos | 52,1      |                      |
|                | Limo (%)             | Hidrómetro de Bouyoucos | 17,2      |                      |
|                | Arcilla (%)          | Hidrómetro de Bouyoucos | 30,7      |                      |
| Clase textural |                      | Franco arcilloso        |           |                      |

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo que se observa en el Cuadro 2.2 del presente trabajo de investigación se podría mencionar, la interpretación de los resultados del análisis del suelo propuesto por el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional

de San Cristóbal de Huamanga, determina: La Materia Orgánica 1.27% corresponde a un suelo pobre; el Nitrógeno Total 0.06% corresponde a un suelo con contenido pobre; el Fósforo disponible con 30.22 ppm; el Potasio disponible con 289 ppm, que corresponden a un suelo con contenido alto, y el pH 6.9 determinado por el método potenciómetro corresponde a un suelo de reacción ligeramente ácido. Asimismo, el suelo de acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a la clase textural Franco Arcilloso.

El análisis de suelo se realizó con el objetivo de determinar la fórmula de los niveles de abonamiento con NPK para el presente trabajo de investigación.

## **2.5. MATERIAL GENÉTICO**

El material genético estuvo conformado de catorce colecciones de Achita de panoja rosada semierecta, que fueron coleccionadas de las distintas partes de nuestra región.

Las colecciones fueron realizadas por la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, mediante su Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos, haciendo un total de 14 tratamientos que se detallan a continuación según el Cuadro 2.3

**Cuadro 2.3** Lugar de procedencia, fecha de colecta y nombre del colector de los catorce colecciones varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.).

| N° | Código de colecta | Fecha de colecta | Colector             | Región   | Provincia | Distrito     | Localidad   | Nombre del agricultor     | Tipo de muestra | Siembra   | Cosecha |
|----|-------------------|------------------|----------------------|----------|-----------|--------------|-------------|---------------------------|-----------------|-----------|---------|
| 1  | CKA-002           | 28/04/2008       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Ayacucho     | Tambo Bamba | Marino Canchari Zamora    | Panoja-Semilla  | Nov - Dic | May     |
| 2  | CKA-005           | 28/04/2008       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Ayacucho     | Tambo Bamba | German Tineo Hinostraza   | Panoja-Semilla  | Nov-Dic   | Abr-May |
| 3  | CKA-015           | 29/04/2008       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Tambillo     | Condoray    | Cesar García Pizarro      | Panoja-Semilla  | Nov-Dic   | May-Jun |
| 4  | CKA-018           | 07/05/2008       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Tambillo     | Niño yucay  | Juan Selica Pérez         | Panoja-Semilla  | Nov-Dic   | Abr-May |
| 5  | CKA-017           | 07/05/2008       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Acosvinchos  | Acchapa     | Francisco Rojas García    | Panoja-Semilla  | Nov-Dic   | Abr-May |
| 6  | CKA-043           | 03/09/2008       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huayhuas     | Puitoq      | Flora Ventura Pérez       | Semilla         | Oct-Dic   | Abr-May |
| 7  | CKA-049           | 27/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huamanguilla | Cochani     | Juana Sayas Soya          | Panoja-Semilla  | Oct-Nov   | Abr-May |
| 8  | CKA-050           | 27/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huamanguilla | Chilcaccasa | Julia Huamán              | Panoja-Semilla  | Oct-Nov   | Abr-May |
| 9  | CKA-054           | 27/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huamanguilla | Chilcaccasa | Alejandro Sánchez Yaranga | Panoja-Semilla  | Oct-Dic   | Abr-May |
| 10 | CKA-057           | 27/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huamanguilla | Chilcaccasa | Doris Melgar De La Cruz   | Panoja-Semilla  | Oct-Dic   | Abr-May |
| 11 | CKA-056           | 27/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huamanguilla | Chilcaccasa | Alejandro Sánchez Sosa    | Panoja-Semilla  | Oct-Dic   | Abr-May |
| 12 | CKA-060           | 30/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Iguain       | Chuyhuas    | Flora Ventura Pérez       | Panoja-Semilla  | Oct-Nov   | Abr-May |
| 13 | CKA-061           | 30/04/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Huamanguilla | Chilcaccasa | Bertha Huamán Mauricio    | Panoja-Semilla  | Oct-Nov   | Abr-May |
| 14 | CKA-072           | 07/05/2009       | Ana Altamirano Pérez | Ayacucho | Huamanga  | Quinua       | Pampachaca  | Zenobia Quispe Rojas      | Panoja-Semilla  | Oct-Nov   | Abr-May |

## 2.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Estuvo conformada de una planta de la Achita, para tal propósito se instaló plantas sembradas en un surco de 4 m de largo, con 0.80 m de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 4 kg/ha para todos los cultivares, se condujo cada surco con 15 a 26 plantas por metro lineal. El diseño estadístico utilizado para la evaluación de los variables de productividad fue el Diseño Completamente Randomizado con su respectiva prueba de Tukey (0.05) y la evaluación de la selección por caracteres se analizó mediante la regresión múltiple con selección de variables por el método Stepwise.

## 2.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO DE EXPERIMENTO

### 1. DE LA PARCELA

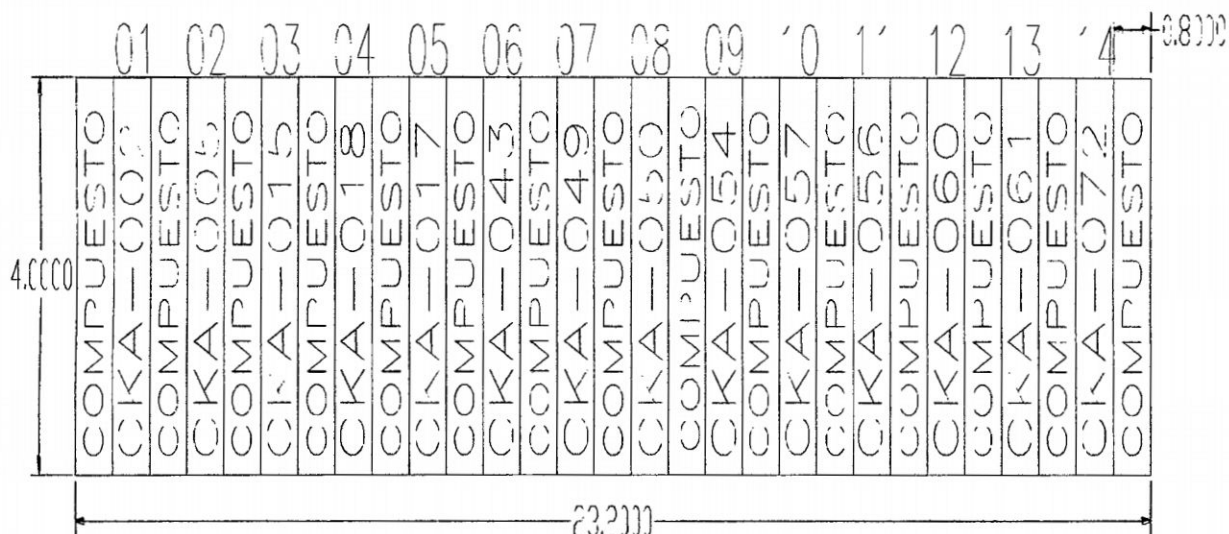
|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| - Ancho de la parcela          | 4.0 m               |
| - Largo de la parcela          | 23.20 m             |
| - Área de parcela              | 92.8 m <sup>2</sup> |
| - Número de surcos por parcela | 29.0                |
| - Distancia entre surcos       | 0.80 m              |
| - Largo de surco               | 4.0 m               |

### 2. DE LAS CALLES

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| - Largo de la calle | 23.20 m              |
| - Ancho de la calle | 1.0 m                |
| - Área de la calle  | 23.20 m <sup>2</sup> |

### 3. AREA DEL EXPERIMENTO

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| - Área efectiva del bloque | 92.8 m <sup>2</sup>  |
| - Área total del campo     | 116.0 m <sup>2</sup> |



**Figura 2.2.** Esquema de la parcela de los catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta.

## 2.8 TAMAÑO DE MUESTRA

Cada población base estuvo conformado de 60 plantas, excepto el compuesto que fue de 840. El tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes fórmulas de tamaño de muestra.

Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

$$n = \frac{NPQ}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + PQ} = \frac{60 * 0.95 * 0.05}{(60-1)\left(\frac{0.125}{1.96}\right)^2 + 0.95 * 0.05} = 9$$

Dónde:

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

Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{60 * 144}{(60-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 144} = 16$$

Dónde:

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

Por lo tanto, para caracteres cualitativos se tomó una muestra de 10 plantas, y para caracteres cuantitativos se tomó 16 plantas.

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

### **Preparación de Terreno**

La preparación del terreno se realizó el día 18 de febrero del 2010, con una pasada de arado de discos y dos pasadas de rastra en forma cruzada dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado.

### **Delimitación del Campo Experimental**

Se delimitó mediante el estacado y marcado el 20 de febrero del 2010, de acuerdo al croquis del campo experimental. Los materiales empleados fueron la cinta métrica, yeso, estacas y cordel; con los cuales se procedieron a dividir las parcelas en un total de 29 unidades experimentales. Los surcos estuvieron distanciados a 80 cm con una longitud de 4m cada parcela.

## **Desinfección de las Semillas**

Esta labor fue realizada el 21 de febrero del 2010 en la cual las semillas fueron desinfectadas con el producto VITAVAX con una dosis de 5 gr por 1 kg de semilla, con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso, para tal efecto se utilizó un recipiente con agua en 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 o tres minutos.

## **Abonamiento**

La extracción de nutriente para el cultivo de Achita aún no está determinado por lo que se ha aproximado a otro cultivo (Quinua), considerándolo 80-30-75 de NPK (**Pariona, 1992**). Y de acuerdo a los cálculos realizados tomando en consideración el análisis de suelo y la extracción de nutrientes por el cultivo de Achita, el resultado obtenido de los niveles de abonamiento fue de 80-30-75 NPK para el presente trabajo de investigación (Anexo 2).

El abonamiento se realizó con la aplicación de fertilizantes comerciales que se realizó en el momento de la siembra y a porque empleando la fórmula de abonamiento calculado. Los fertilizantes requeridos fueron 151.69 Kg de Urea agrícola (45 % N), 65.22 Kg de Fosfato Di Amónico (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 18 %N), 125 Kg de Cloruro de Potasio (60% K<sub>2</sub>O), cálculo realizado en base a una hectárea. La mezcla se aplicó a chorro continuo en el fondo de los surcos de las parcelas experimentales procediéndose luego a cubrir con una delgada capa de tierra. El Nitrógeno se aplicó en dos partes (en la siembra la 1/2N que equivale a

62.80 Kg de Urea Agrícola más 65.22 Kg de Fosfato Di Amónico y en el aporque la 1/2N que equivale a 88.89 Kg de Urea Agrícola). El Fósforo se aplicó todo a la siembra, lo mismo que el Potasio.

Por la presencia de plantas pequeñas y débiles en algunas colecciones durante el crecimiento, se aplicó como complemento el producto de Grow More Premium 20-20-20 NPK + vitaminas + aminoácidos + micronutrientes quelatizados con una dosis de 90 gr. por mochila de una capacidad de 15 litros y el abono foliar líquido Bayfolan 11-8-6 NPK con una dosis de 100 a 200 ml por mochila de 20 litros. Esta aplicación de abono foliar se realizó con el propósito de tener plantas bien nutridas y que tengan un buen desarrollo y crecimiento.

### **Siembra**

Se llevó a cabo el 22 de febrero del 2010 en forma manual, a chorro continuo en los surcos de las unidades experimentales con una cantidad de tres gramos por surco de cuatro metros de largo, lo que equivale aproximadamente a una densidad de seis kilogramos de semilla por hectárea. Luego se procedió a cubrir con una ligera capa de tierra y su respectivo riego con una regadora.

### **Desahije**

El desahije se efectuó a los 10 a 15 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 cm, eliminando las plantas que tuvieron poco crecimiento y desarrollo para luego dejar 20 plantas por metro lineal aproximadamente. Esta labor se aprovechó para eliminar las plantas poco

desarrolladas, enfermas, plantas que no presentan rasgos similares de los cultivares.

### **Control de Malezas**

Se realizó para evitar la competencia de las malezas con el cultivo en cuanto a luz, agua, nutrientes, espacio, daños por plagas y enfermedades, y se realizó el deshierbo de la parcela oportunamente tres veces durante todo el ciclo de vida de la planta en forma manual, utilizando herramientas de labranza (azadón).

### **Aporque y Cambio de Surco**

Se realizó el aporque y a la vez el cambio de surco, aproximadamente a los 32 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron una altura de 20 a 25 cm. Esta actividad se aprovechó para la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno; procediéndose a cubrir la base de las plantas con cantidad suficiente de suelo, para un mayor sostenimiento y anclaje de las plantas.

### **Riegos**

La aplicación de los riegos en el presente trabajo de investigación, se realizó desde la siembra hasta la madurez fisiológica del cultivo, de acuerdo a las necesidades del cultivo las que se determinaron mediante observaciones directas en el campo, la frecuencia de riegos en este trabajo de investigación dependía mucho de la presencia o ausencia de las precipitaciones debido a ello no se tuvo fechas exactas para la realización de esta actividad muy importante.

## **Control Fitosanitario**

### **a) Plagas**

En el transcurso de los primeros dos meses se tuvo problema de insectos coleópteros (*Diabrotica decolor*) y la mosca minadora (*Liriomyza sativae*), lo cual se procedió a controlar en cuatro oportunidades con 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 6 de marzo (12 días después de la siembra), 24 de marzo (30 días después de la siembra), 3 de abril (40 días después de la siembra) y 17 de abril (54 días después de la siembra) del 2010.

### **b) Enfermedades**

Entre la etapa de la emergencia y la formación de las cuatro hojas verdaderas en los catorce cultivares se presentó problemas de enfermedades fungosas como *Fusarium spp*, *Rhizoctonia solani* lo cual se procedió a controlar con el producto RIDOMIL® GOLD MZ 68 WG (*Metaxyl-M*), con una dosis de 36 gramos y un adherente de 5 ml para una mochila de 15 litros. Se realizó el control al momento de la germinación, en el desahije y en el momento del aporque.

## **Cosecha**

La cosecha se realizó previa evaluación de la madurez de la planta según los parámetros, el 20 de junio del 2010 (118 días después de la siembra). Se procedió a cortar las panojas seleccionadas guardando las panojas en costales con su respectiva etiqueta de identificación. El secado se

hizo al sol sobre secaderos, posteriormente se procedió a la trilla en forma manual para luego ventear y seguidamente para realizar el pesado de las muestras en una balanza analítica.

## **2.10. CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **2.10.1 Caracterización morfológica**

Se evaluaron los caracteres morfológicos de la planta, tallo, panoja, inflorescencia y grano según descriptores morfológicos (Anexo 3) de IPGRI e IFAD elaborado por el Dr. S. K James en el 2005. En el Range Science Department, University of California, USA. Con la finalidad de obtener mejores resultados en la caracterización morfológica del cultivo.

### **2.10.2 Caracteres de precocidad**

- **Emergencia (dds).** Un criterio que se tuvo en cuenta para la evaluación es lo siguiente, cuando las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa más del 50% de población en este estado.
- **Hojas verdaderas (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando más del 50 % de plantas en observación presentan hojas verdaderas. Un criterio para determinar esta fase fue cuando las plántulas presentan hojas extendidas por lo menos en la tercera parte de su tamaño.
- **Inicio de panojamiento (dds).** Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas en observación

presentan panojamiento. Para determinar este estado el ápice de la inflorescencia debía estar visible en el extremo del tallo.

- **Inicio de floración (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando más del 50 % de plantas en observación presentan flores con emisión de estambres. Un criterio para determinar fue cuando al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible.
- **Grano lechoso (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando más del 50 % de plantas en observación presentan grano lechoso. Un criterio para determinar esta etapa fue cuando las semillas al ser presionadas entre los dedos dejan salir un líquido lechoso.
- **Grano pastoso (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando más del 50 % de plantas en observación presentan grano pastoso. Un criterio para determinar esta fase fue cuando las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino.
- **Madurez fisiológica (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando más del 50 % de plantas en observación presentan madurez fisiológica. Un criterio para determinar la madurez fisiológica aún no ha sido establecido; el cambio de color de la panoja es uno de los indicadores más utilizado. Otra es cuando las semillas son duras y no es posible enterrarles la uña o al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen.

174157

- **Madurez de cosecha (dds).** Se registró los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando más del 50% de plantas en observación presenten madurez de cosecha. Las hojas senescen y caen, la planta tiene un aspecto seco de color café. Generalmente se espera que disminuya la humedad de la semilla.

**2.10.3 Caracteres de productividad.** Se evaluaron ocho plantas que representan a una extensión de 3.2 m<sup>2</sup> para cada cultivar.

- **Altura de planta a la floración (cm).** Se realizó la medida entre el cuello de la raíz y la base de la panoja principal, se tomó la medida de ocho plantas para cada cultivar. Esta medida se obtuvo cuando más del 50% de plantas en observación se encuentra en la etapa de floración.
- **Altura de planta (cm).** Se realizó la medida entre el cuello de la raíz y la base de la panoja principal, se tomó la medida de ocho plantas para cada cultivar. Esta medida se obtuvo cuando más del 50% de plantas en observación se encuentra en la etapa de madurez fisiológica.
- **Longitud de la panoja (cm).** Se realizó la medida (cuando más del 50% de plantas en observación se encuentra en la etapa de madurez fisiológica) entre la base de la panoja y el extremo distal, se evaluó a ocho plantas para cada cultivar.
- **Diámetro de panoja (cm).** Se realizó la medida (cuando más del 50% de plantas en observación se encuentra en la etapa de madurez fisiológica), de la parte más ancha de la panoja de ocho plantas para cada cultivar.

- **Peso de panoja (g).** Las panojas de las ocho plantas evaluadas para cada cultivar se cosecharon por separado, las mismas que servirán para determinar el peso de la panoja (esta actividad se realizó durante la etapa de madurez de cosecha).
- **Peso de grano/panoja (g).** Luego de la trilla de las panojas cosechadas por separado de las ocho plantas evaluadas se registró el peso de grano por panoja.
- **Peso de mil semillas (g).** Se tomaran tres repeticiones del peso de cien semillas por muestra, luego serán expresadas en peso de mil semillas.
- **Número de granos/panoja.** Se determinaron en base al peso de mil semillas y peso de grano por panoja.
- **Número de plantas/m<sup>2</sup>.** Se evaluó el número de plantas de cada compuesto varietal de la parte central del surco eliminando un metro en los extremos de cada surco, para evitar el efecto de borde, este conteo será reducido al número de plantas por metro cuadrado.
- **Rendimiento (Kg/Ha).** Se registró el peso del grano por panoja trillado, venteado y con una humedad comercial, esta medida mediante cálculos matemáticos se expresó en kg/ha.

## 2.11 ANÁLISIS GENÉTICO

### 2.11.1 Selección por caracteres

Se seleccionó de todas las variables originales aquellas que son realmente relevantes, para lo cual se hizo uso del método estadístico 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 discriminadora. 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:

- A. Calculo de la suma de cuadrados de la regresión de todo el modelo (incluye todas las variables independientes).
- B. Calculo de la suma de cuadrados de la regresión con la variable independiente más importante.
- C. Calculo 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 Calculo de las variancias genéticas

Se realizó mediante el siguiente esquema de análisis

| Fuente de variación | Grados de libertad | Cuadrados medios |
|---------------------|--------------------|------------------|
| <b>cultivar</b>     | 13                 | CMc              |
| <b>Error</b>        | 98                 | CMe              |
| <b>Total</b>        | 111                |                  |

$$\sigma_e^2 = CMe/r$$

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

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

Dónde:

$\sigma_g^2$ =Variancia genética

$\sigma_e^2$ =Variancia ambiental

$\sigma_p^2$ =Variancia fenotípica

$r$ =Número de repeticiones

$CM_e$  =Cuadrado medio del error

$CM_c$  =Cuadrado medio del cultivar

### 2.11.3 Calculo de la heredabilidad

El cálculo de la heredabilidad se realizó con la siguiente formula:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Dónde:

$h^2$ =Heredabilidad

$\sigma_g^2$ =Variancia genética

$\sigma_e^2$ =Variancia ambiental

$\sigma_p^2$ =Variancia fenotípica

### 2.11.4 Calculo de la ganancia por selección

Se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$\bar{X}_S$ =Promedio del rendimiento de la selección.

$\bar{X}P$ =Promedio del rendimiento poblacional.

$h^2$ =heredabilidad

### 2.11.5 Calculo del promedio de la población mejorada

Se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\bar{X}Pm = \bar{X}P + GS$$

Dónde:

$\bar{X}P$ =Promedio del rendimiento poblacional.

$GS$  = Ganancia por selección.

$\bar{X}Pm$  = Promedio de la población mejorada

## 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 se realizó mediante la prueba de Tukey; la selección y respuesta a la selección se analizaron mediante la Regresión Múltiple y Análisis de Variancia en el Diseño Completamente Randomizado para el cálculo de los parámetros genéticos (variancia, ganancia por selección, promedio de la población mejorada y heredabilidad); la caracterización morfológica se analizó mediante métodos de estadística descriptiva.

## **CAPITULO III**

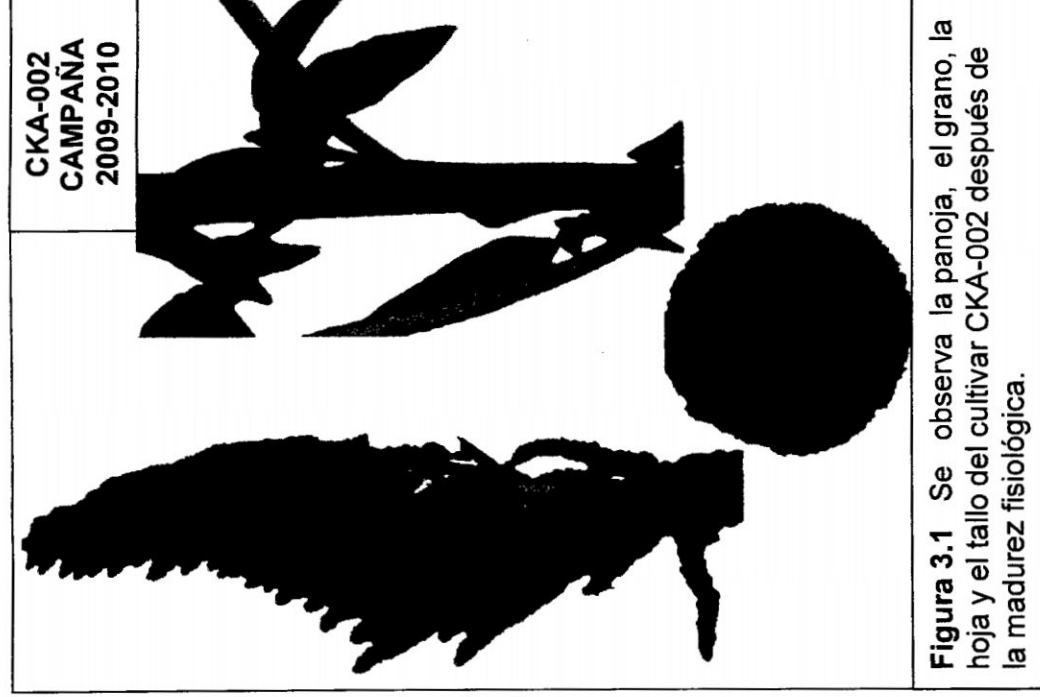
### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### **3.1 CARACTERIZACION MORFOLÓGICA**

La caracterización morfológica de cada uno de los cultivares de achita evaluados en el presente trabajo de investigación se detallan a continuación en los siguientes cuadros y figuras. Según los descriptores morfológicos de IPGRI e IFAD elaborado por el Dr. S. K James en el 2005. En la Range Science Department, University of California, USA.

**Cuadro 3.1.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-002 en Canaán-INIA a 2753 msnm, Ayacucho.

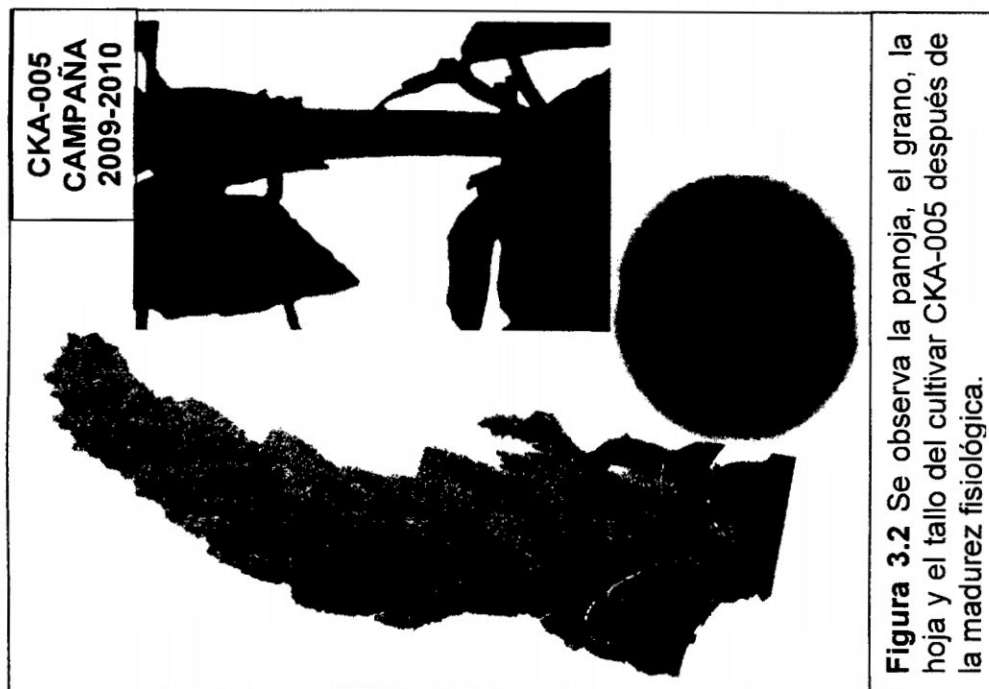
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Eliptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Translúcida                |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 113,25                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 451,88                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,12                       |
| Peso de panoja (g)                            | 110,30                     |



**Figura 3.1** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-002 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.2.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-005 en Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho

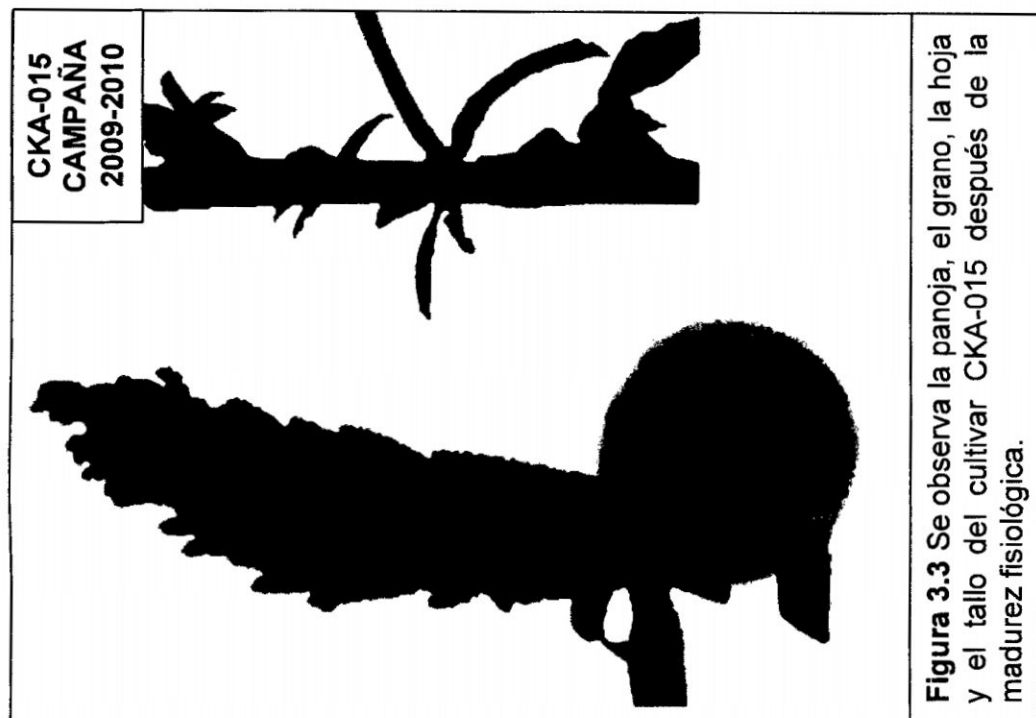
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 114,38                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 428,75                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,09                       |
| Peso de panoja (g)                            | 91,45                      |



**Figura 3.2** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-005 después de la madurez fisiológica.

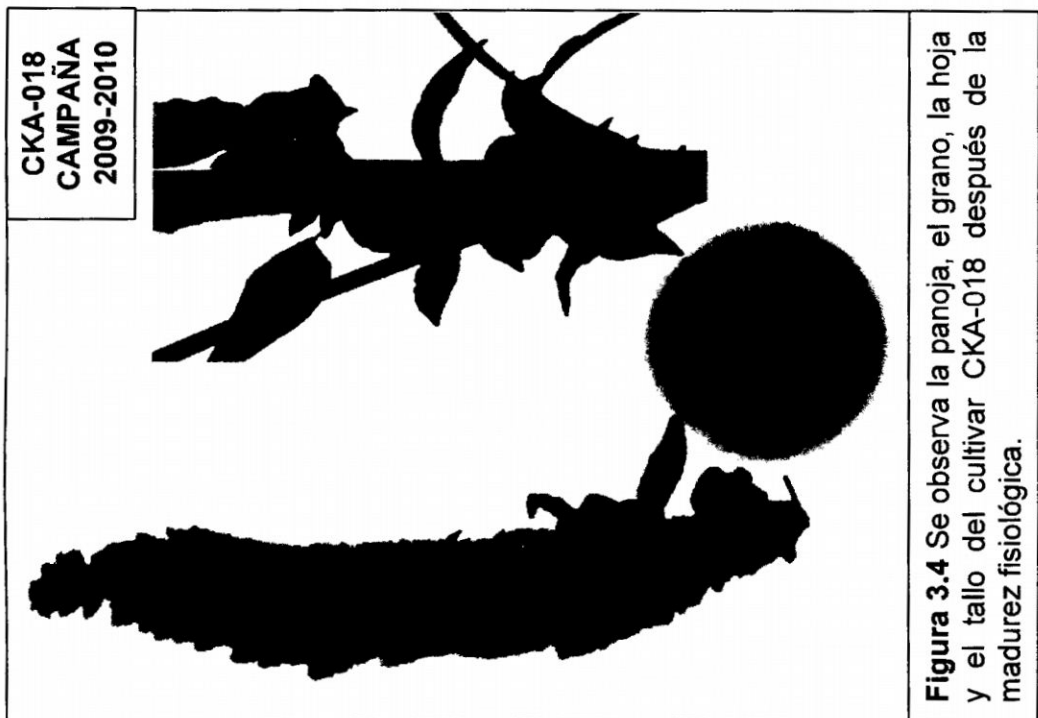
**Cuadro 3.3.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-015 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho.

| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 106,75                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 407,50                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,04                       |
| Peso de panoja (g)                            | 68,41                      |



**Cuadro 3.4.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-018 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

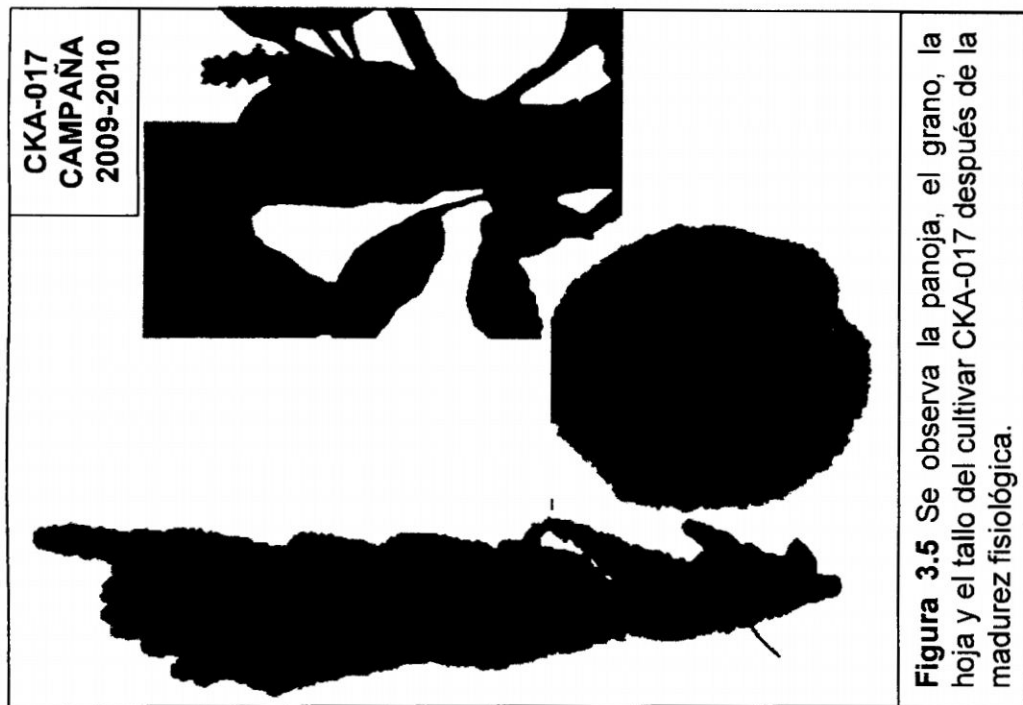
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semirecta                  |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 109,00                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 488,75                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,06                       |
| Peso de panoja (g)                            | 104,18                     |



**Figura 3.4** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-018 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.5.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-017 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

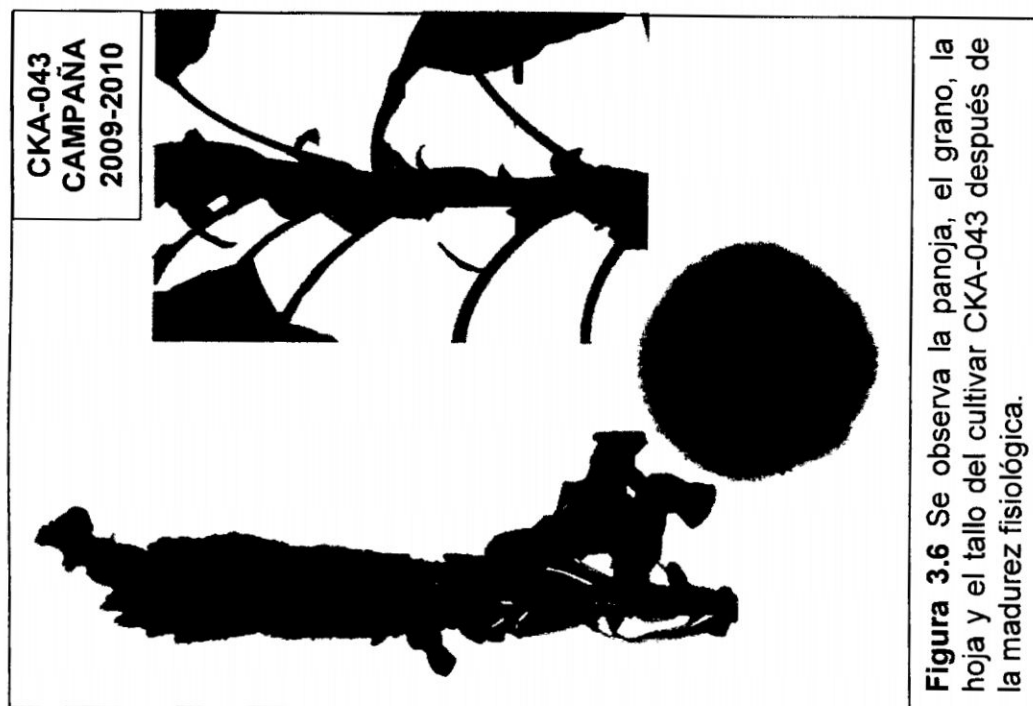
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 107,88                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 407,50                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,03                       |
| Peso de panoja (g)                            | 75,04                      |



**Figura 3.5** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-017 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.6.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-043 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semirecta                  |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 102,25                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 434,38                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,08                       |
| Peso de panoja (g)                            | 72,34                      |



**Figura 3.6** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-043 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.7.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-049 en Canaán-INIA a 2735 msnm. Avacucho

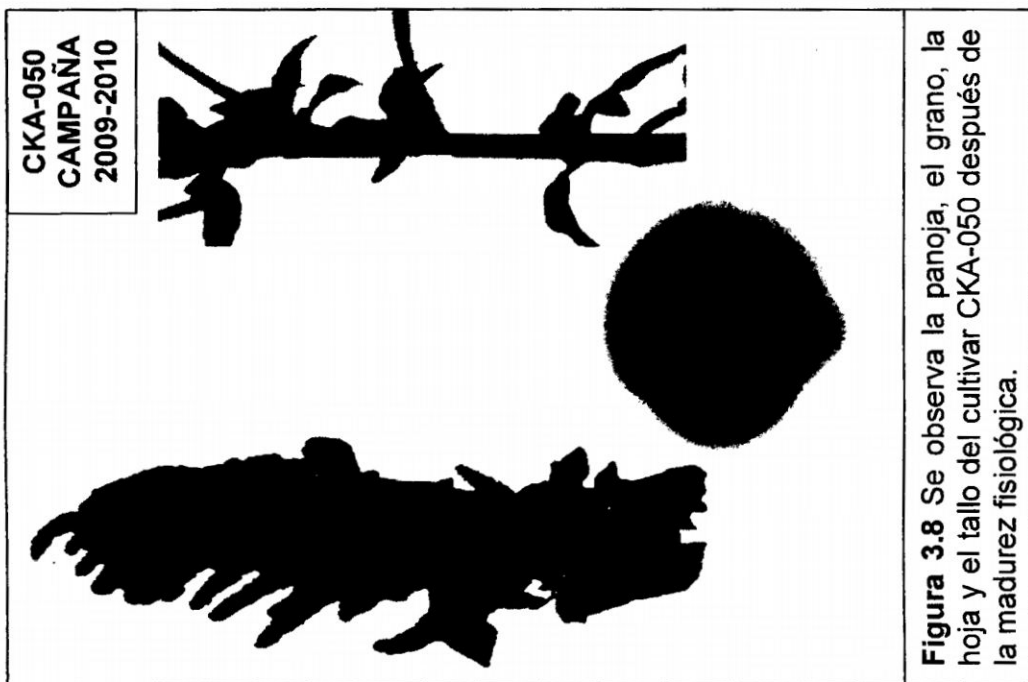
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 96,75                      |
| Longitud de panoja (mm)                       | 351,88                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 0,97                       |
| Peso de panoja (g)                            | 62,38                      |



**Figura 3.7** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-049 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.8.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-050 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

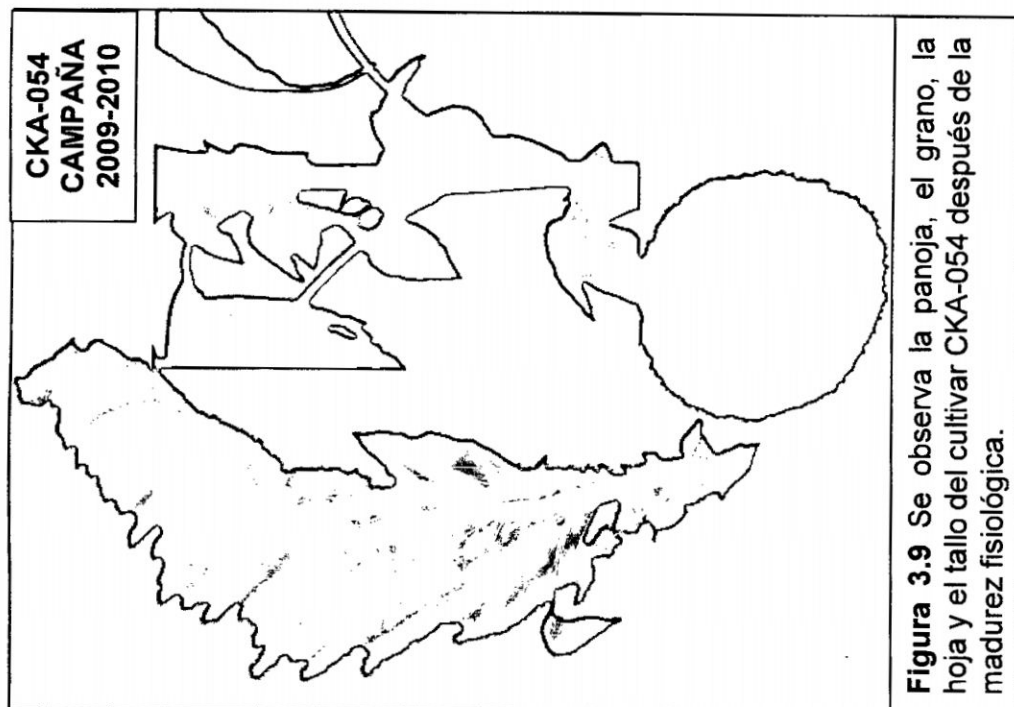
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 116,50                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 358,75                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,02                       |
| Peso de panoja (g)                            | 59,75                      |



**Figura 3.8** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-050 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.9.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-054 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

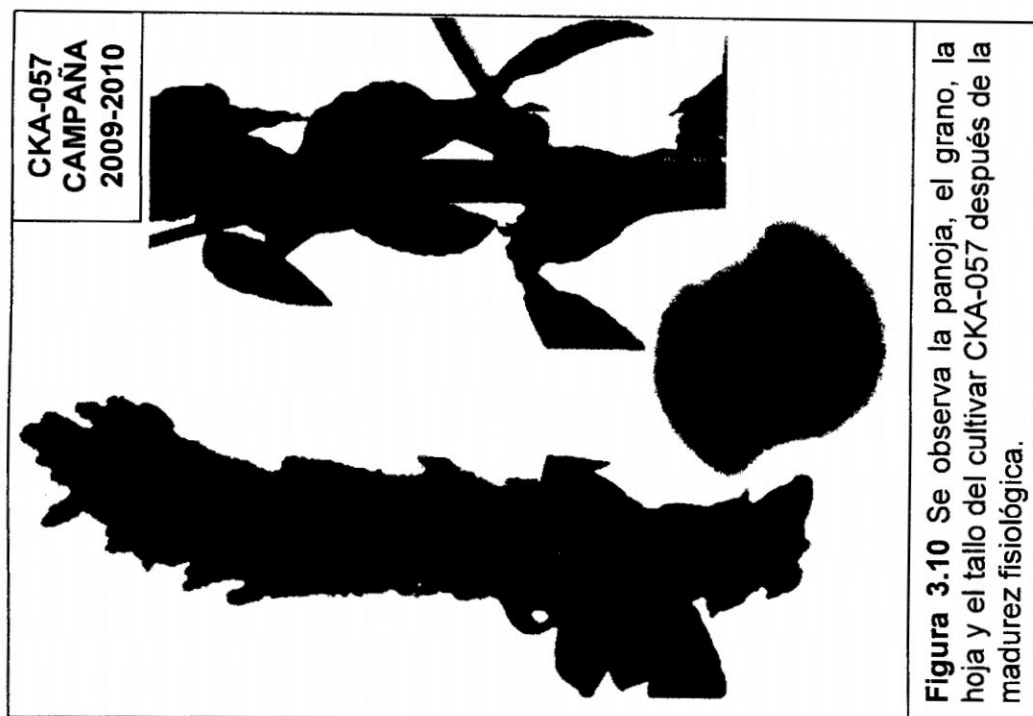
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semirecta                  |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 97,25                      |
| Longitud de panoja (mm)                       | 480,00                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 0,99                       |
| Peso de panoja (g)                            | 103,96                     |



**Figura 3.9** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-054 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.10.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-057 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semirecta                  |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 111,38                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 418,75                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,03                       |
| Peso de panoja (g)                            | 88,71                      |

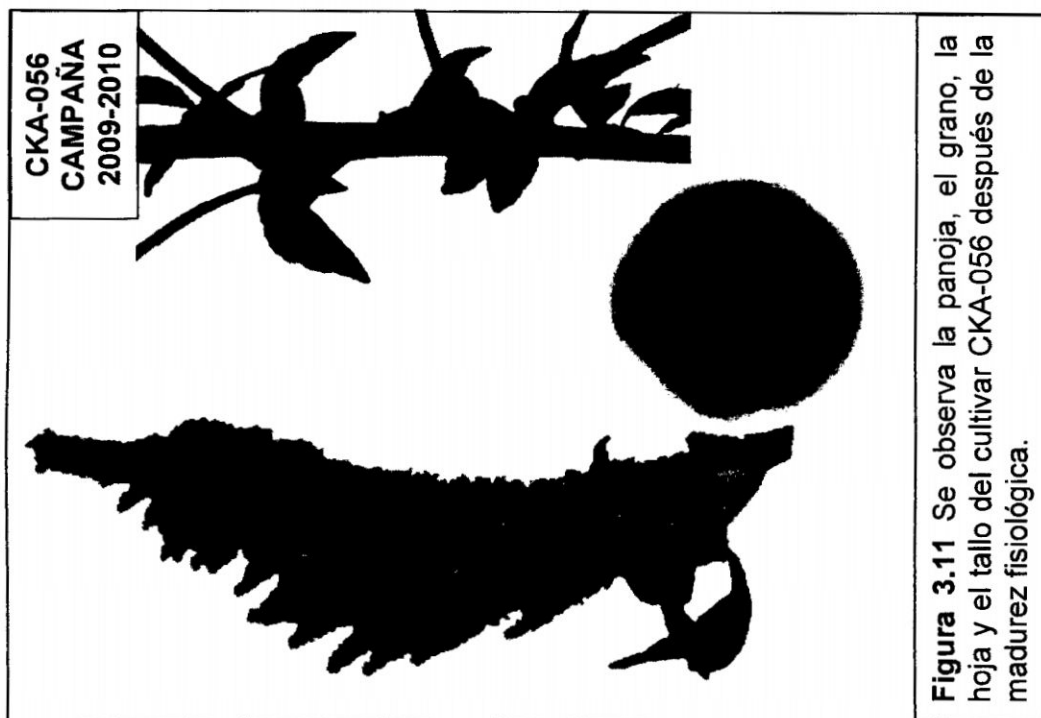


**CKA-057  
CAMPAÑA  
2009-2010**

**Figura 3.10** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-057 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.11.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-056 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

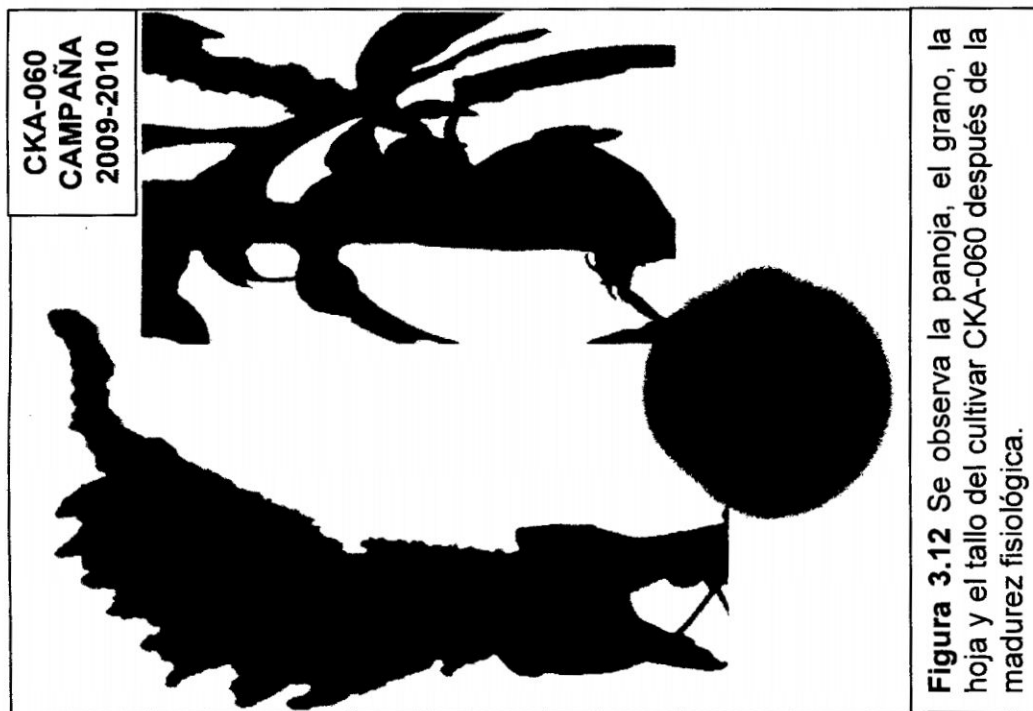
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 97,00                      |
| Longitud de panoja (mm)                       | 365,00                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,03                       |
| Peso de panoja (g)                            | 57,10                      |



**Figura 3.11** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-056 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.12.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-060 en Canaán-INIA a 2735 msnm,

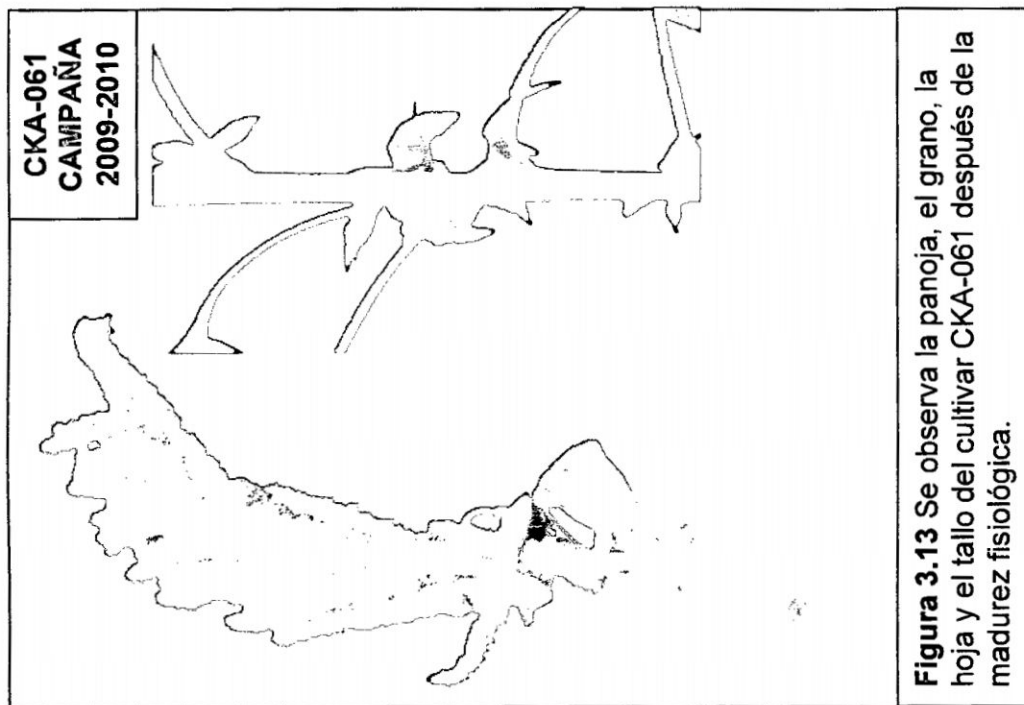
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 102,25                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 443,75                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,02                       |
| Peso de panoja (g)                            | 86,59                      |



**Figura 3.12** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-060 después de la madurez fisiológica.

**Cuadro 3.13.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-061 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

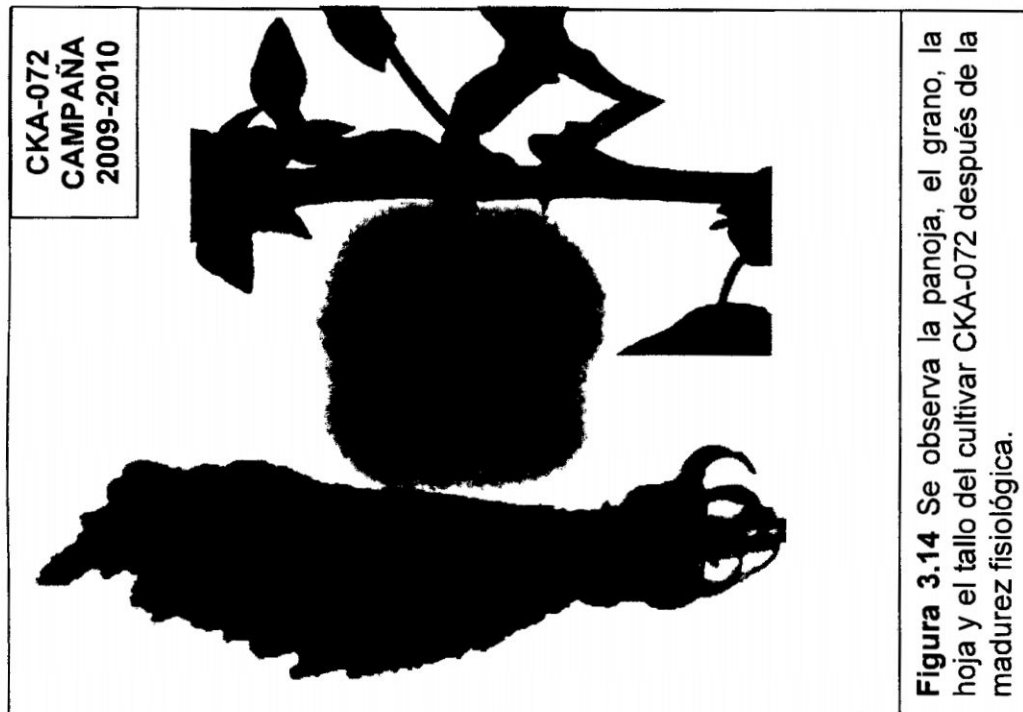
| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 106,13                     |
| Longitud de panoja (mm)                       | 346,25                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 0,94                       |
| Peso de panoja (g)                            | 48,04                      |



**Figura 3.13** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-061 después de la madurez fisiológica.

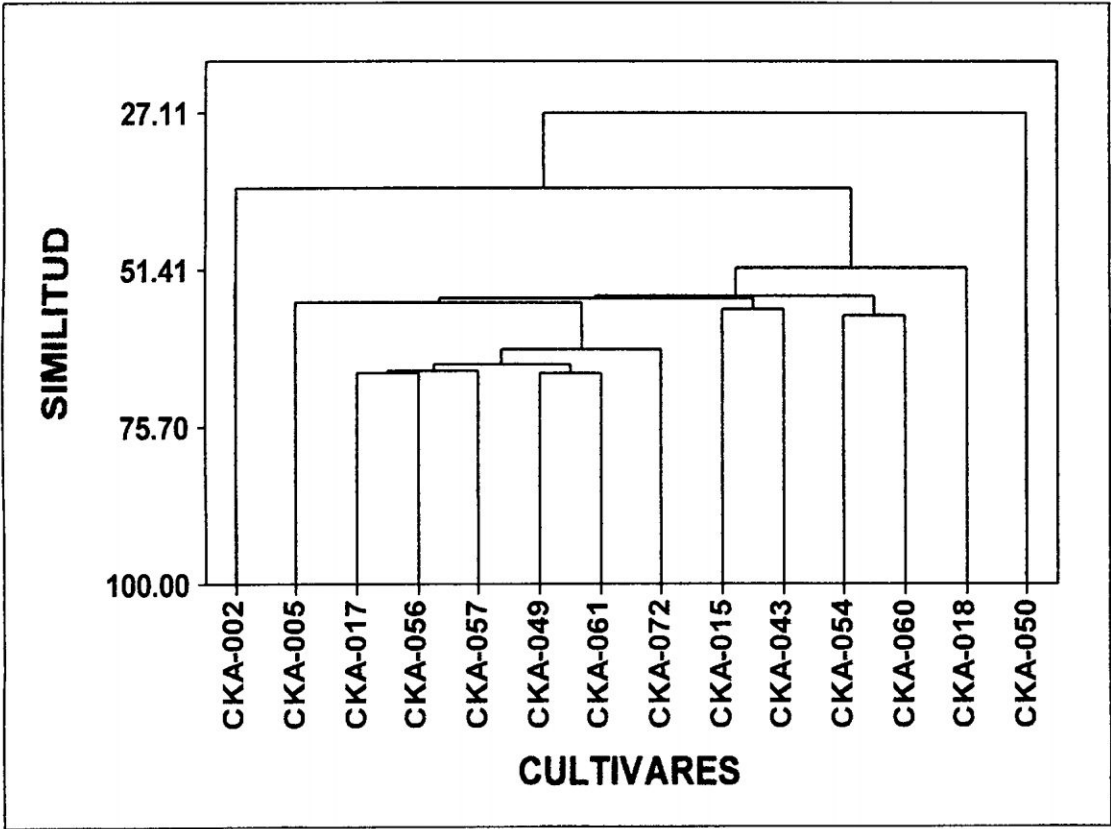
**Cuadro 3.14.** Caracteres morfológicos del cultivar CKA-072 en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho

| CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS                  | VARIABLE                   |
|---|----------------------------|
| Habito de crecimiento de la planta            | Erecto                     |
| Índice de ramificación de la planta           | Ramas a lo largo del tallo |
| Tipo de raíz                                  | Ramificada                 |
| Pubescencia en el tallo                       | Escasa                     |
| Pigmentación en la etapa vegetativa del tallo | Verde                      |
| Espinas en las axilas de las hojas            | Ausente                    |
| Pubescencia en las hojas                      | Escasa                     |
| Pigmentación en las hojas                     | Verde oscuro               |
| Formas de las hojas                           | Elíptica                   |
| Margen de las hojas                           | Entera                     |
| Prominencia de la nervaduras de las hojas     | Rugosa                     |
| Pigmentación del peciolo de la hoja           | Verde                      |
| Forma de la inflorescencia apical             | Espiga                     |
| Posición de la inflorescencia apical          | Semierecta                 |
| Presencia de la inflorescencia axilar         | Ausente                    |
| Índice de densidad de la inflorescencia       | Densa                      |
| Color de la inflorescencia                    | Rosada                     |
| Color de la semilla                           | Amarillo claro             |
| Tipo de cubierta de la semilla                | Opaca                      |
| Forma de la semilla                           | Ovoide                     |
| Tasa de germinación de la semilla             | Lenta                      |
| Derrame de grano en el campo                  | Bajo                       |
| Altura de planta (cm)                         | 88,38                      |
| Longitud de panoja (mm)                       | 380,63                     |
| Peso de mil semillas (g)                      | 1,06                       |
| Peso de panoja (g)                            | 46,49                      |



CKA-072  
CAMPAÑA  
2009-2010

**Figura 3.14** Se observa la panoja, el grano, la hoja y el tallo del cultivar CKA-072 después de la madurez fisiológica.



**Figura 3.15.** Dendrograma de agrupamiento de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta, según sus doce datos de caracteres cuantitativos (Anexo 4).

Según el dendrograma de la Figura 3.15 se observa que a 27.11 % los catorce cultivares motivo de investigación son similares en sus doce características cuantitativas y a 66.10% solamente son similares cinco cultivares los cuales son: CKA-017, CKA-056, CKA-057, CKA-049, CKA-061. A una distancia de 51.41 % de similitud se forman tres grupos, el primero formado por CKA-002, el segundo formado por CKA-005, CKA-017, CKA-056, CKA-057, CKA-049, CKA-061, CKA-072, CKA-015, CKA-043, CKA-054, CKA-

060 y CKA-018; y el tercero por CKA-050. En cuanto a los caracteres cualitativos, los 14 cultivares son similares. Al respecto menciona **Poehlman y Allen (2005)** en su libro "Mejoramiento Genético de las cosechas" los cultivares seleccionadas y cosechadas son normalmente uniformes en cuanto a caracteres cualitativos pero en caracteres cuantitativos como el rendimiento, tamaño o la calidad la variación depende de las variaciones genéticas.

### **3.2. CARACTERÍSTICAS DE PRECOCIDAD**

Las características de precocidad en el presente trabajo de investigación fueron evaluados desde los días de emergencia hasta los días de madurez de cosecha, se realizó con el propósito de determinar el periodo vegetativo de los cultivares que se muestran en el Cuadro 3.15.

**Cuadro 3.15.** Características de precocidad en días desde la emergencia hasta la madurez fisiológica de catorce cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-Inia 2735 msnm – Ayacucho.

| Cultivares | Días a emergencia (dds) | Días a dos hojas (dds) | Días a cuatro hojas (dds) | Días a ramificación (dds) | Días a panojamiento (dds) | Días a floración (dds) | Días a grano lechoso (dds) | Días a grano pastoso (dds) | Días a madurez fisiológico (dds) |
|------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| CKA-054    | 4                       | 14                     | 18                        | 34                        | 42                        | 57                     | 80                         | 91                         | 101                              |
| CKA-049    | 4                       | 14                     | 19                        | 33                        | 43                        | 58                     | 78                         | 89                         | 104                              |
| CKA-050    | 4                       | 14                     | 19                        | 33                        | 43                        | 58                     | 78                         | 89                         | 104                              |
| CKA-002    | 4                       | 14                     | 18                        | 33                        | 44                        | 56                     | 78                         | 89                         | 105                              |
| CKA-005    | 4                       | 14                     | 18                        | 33                        | 43                        | 54                     | 78                         | 89                         | 105                              |
| CKA-057    | 3                       | 14                     | 18                        | 33                        | 41                        | 59                     | 78                         | 89                         | 105                              |
| CKA-060    | 4                       | 14                     | 18                        | 34                        | 42                        | 59                     | 78                         | 89                         | 105                              |
| CKA-061    | 4                       | 14                     | 18                        | 33                        | 41                        | 58                     | 78                         | 89                         | 105                              |
| CKA-072    | 3                       | 14                     | 19                        | 33                        | 42                        | 59                     | 78                         | 89                         | 105                              |
| CKA-015    | 3                       | 14                     | 18                        | 33                        | 43                        | 57                     | 80                         | 91                         | 108                              |
| CKA-018    | 4                       | 14                     | 18                        | 32                        | 43                        | 57                     | 80                         | 91                         | 108                              |
| CKA-017    | 4                       | 14                     | 18                        | 34                        | 43                        | 57                     | 80                         | 91                         | 108                              |
| CKA-043    | 4                       | 14                     | 18                        | 33                        | 42                        | 57                     | 80                         | 91                         | 108                              |
| CKA-056    | 4                       | 14                     | 19                        | 34                        | 42                        | 58                     | 80                         | 91                         | 108                              |

Se observa las características de precocidad, de los catorce cultivares del presente trabajo de investigación que se menciona lo siguiente de acuerdo al Cuadro 3.15.

1. **La emergencia** se realizó entre 3 a 4 días después de la siembra, los cultivares CKA-057, CKA-072, CKA-015 son las que tuvieron la emergencia más precoz con tres días después de la siembra con relación a los demás cultivares, lo que nos indica un comportamiento distinto de cada cultivar en la germinación.

Según el descriptor utilizado para el presente trabajo de investigación; se puede considerar a las catorce colecciones en estudio, de una emergencia lenta. Esta particularidad se puede aducir a la variación de las condiciones ambientales.

Al respecto corrobora **James (1967)**, manifestando que las condiciones más importantes para permitir la germinación son: la humedad, oxígeno, temperatura adecuada y ciertas condiciones de luz

2. **La presentación de las dos hojas verdaderas** se comportó de manera uniforme en los catorce cultivares en estudio, que presentaron a los catorce días después de la siembra.
3. **Los cultivares en presentar cuatro hojas verdaderas** a los 19 días después de la siembra son CKA-049, CKA-050, CKA-056, CKA-072 y el resto de los cultivares presentaron a los 18 días después de la siembra.

4. **La ramificación** más rápida lo presentó el cultivar CKA-018 a los 32 días después de la siembra seguido por los cultivares CKA-049, CKA-050, CKA-002, CKA-005, CKA-057, CKA-061, CKA-072, CKA-015, CKA-043 con 33 días después de la siembra y luego por los cultivares CKA-054, CKA-060, CKA-017, CKA-056 con 34 días después de la siembra.
  
5. **El panojamiento** ocurrió entre los 41 a 44 días, siendo los más precoces los cultivares CKA-057, CKA-061, quienes fueron los primeros en entrar a la etapa del panojamiento a los 41 días después de la siembra, el cultivar CKA-054, CKA-060, CKA-072, CKA-043, CKA-056 a los 42 días, el cultivar CKA-002 a los 44 días después de la siembra y en el resto de los cultivares fue a los 43 días.
  
6. **La floración** ocurrió entre 54 a 59 días, el cultivar CKA-005 siendo el más precoz de todos los cultivares con 54 días desde la siembra en presentar la floración seguido por el cultivar CKA-002 con 56 días en los cultivares CKA-054, CKA-015, CKA-018, CKA-017, CKA-043 con 57 días luego los cultivares CKA-049, CKA-050, CKA-061, CKA-056 con 58 días y 59 días en el resto de los cultivares. En el presente trabajo de investigación se puede observar mayor precocidad con respecto a lo mencionado por **Tenorio (1996)**, que el periodo de plena floración comienza aproximadamente a los 62.5 a 88.5 días después de la siembra; lo cual se puede atribuir esta diferencia principalmente a la influencia del medio ambiente en que se condujo el experimento, de alta luminosidad y baja humedad como es el centro experimental de

Canaán-INIA y en menor grado a los caracteres intrínsecos de estas colecciones, debido a que el experimento fue instalado en el mes de febrero, presentándose déficit de humedad en los meses de abril, mayo, junio por la presencia de escasas precipitaciones acelerando así el ciclo vegetativo de los cultivares.

- 7. El cultivar más precoz en llegar al estado de grano lechoso y pastoso** a los 80 y 91 días respectivamente, fue el cultivar CKA-054, seguido por los cultivares CKA-049, CKA-050, CKA-002, CKA-005, CKA-057, CKA-060, CKA-061, CKA-072 con 78 y 89 días respectivamente a diferencia del resto de los cultivares tardíos que presentaron grano lechoso y pastoso a los 80 y 91 días después de la siembra respectivamente.
- 8. Así mismo el cultivar más precoz en presentar la madurez fisiológica** fue CKA-054 a los 101 días después de la siembra, seguido por los cultivares CKA-049, CKA-050 con 104 días después de la siembra, los cultivares CKA-002, CKA-005, CKA-057, CKA-060, CKA-061, CKA-072 con 105 días después de la siembra, y los demás cultivares que presentaron a los 108 días después de la siembra la madurez fisiológica fue tardíamente en comparación con los demás cultivares. Estas últimas colecciones en orden de mérito ocupan el último lugar por haberse mostrado más tardío con 108 días para llegar a la madurez fisiológica, atribuyéndose este comportamiento principalmente a factores intrínsecos. En el presente trabajo de

investigación se puede observar mayor precocidad con respecto a lo mencionado por **Pariona (1992)** quien reporto los cultivares de su investigación que llegaron a esta etapa en 115 días después de la siembra; este resultado es debido a que el cultivo presento un acelerado ciclo vegetativo al no ser sembrado en su época correspondiente en el cual tuvo una gran influencia la falta de precipitaciones durante su ciclo de desarrollo vegetativo. Frente a los resultados obtenidos se puede decir, que no existe diferencia significativa entre los diferentes cultivares respecto a su fenología, caracterizándose todas como cultivares precoces.

### **3.3 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD**

#### **3.3.1 Análisis de varianza de los variables de productividad**

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) en el Diseño Completamente Randomizado para cada variable de productividad motivo de estudio para el presente trabajo de investigación como se muestra en el Cuadro 3.16.

**Cuadro 3.16.** Cuadrados medios del análisis de variancia de variables de productividad en los catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm- Ayacucho.

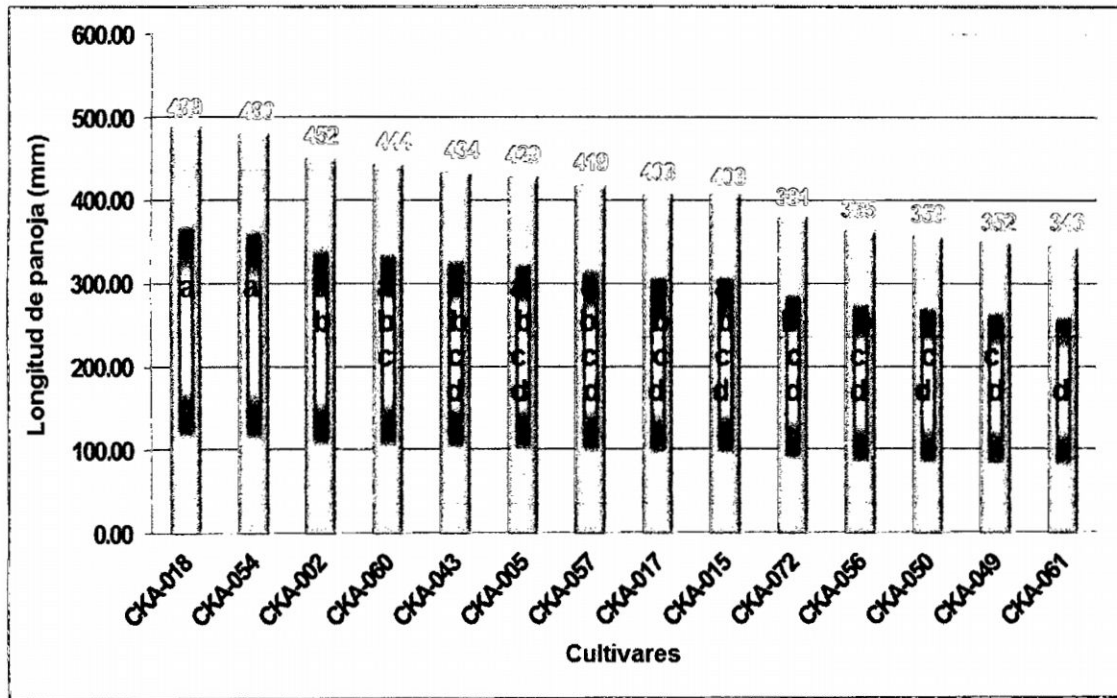
| Fuente de variación | Grados de libertad | CUADRADOS MEDIOS        |                        |                              |                       |                                      |                      |                          |                    |   |  |
|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------|---|--|
|                     |                    | Longitud de panoja (mm) | Dímetro de panoja (mm) | Peso de grano por panoja (g) | Altura de planta (cm) | Altura de planta a la floración (cm) | Tamaño de grano (mm) | Peso de mil semillas (g) | Peso de panoja (g) | Rendimiento experimental de grano (Kg/Ha) |  |
| Cultivar            | 13                 | 17197.32 **             | 640.48 **              | 246.93 **                    | 517.55 **             | 438.18 **                            | 0.008 NS             | 0.017 **                 | 3561.92 **         | 15433623.4 **                             |  |
| Error               | 98                 | 3192.9847               | 99.36097               | 36,12706                     | 33,412                | 8,803571                             | 0,009                | 0,000546                 | 415,56             | 2257934,4                                 |  |
| Total               | 111                |                         |                        |                              |                       |                                      |                      |                          |                    |   |  |

|          |         |        |        |         |        |        |        |        |          |
|----------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|----------|
| CV (%)   | 13,725  | 13,214 | 27,939 | 5,508   | 3,222  | 8,952  | 2,260  | 26,555 | 27,939   |
| R2 (%)   | 41,673  | 46,094 | 47,554 | 67,265  | 86,847 | 10,826 | 80,590 | 53,206 | 47,554   |
| Promedio | 411,696 | 75,438 | 21,513 | 104,938 | 92,089 | 1,045  | 1,034  | 76,766 | 5377,533 |

Cuadro 3.16, nos permite analizar los caracteres de productividad mediante los cuadrados medios para cada variable evaluado. Si analizamos los datos que en él se presentan, observamos que existe una diferencia significativa alta en los parámetros evaluados de; longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de grano por panoja, altura de planta, altura de planta a la floración, peso de mil semillas, peso de panoja y rendimiento experimental de grano; en dichas variables hay por lo menos un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros a excepción para el variable tamaño de grano que resulta no significativo; es decir, que no se ha logrado demostrar que por lo menos un tratamiento es diferente al resto de los tratamientos en los promedios para los diferentes valores de los caracteres de productividad evaluados en el trabajo de investigación; por lo que se realizó la prueba de contraste de Tukey (0.05) para establecer las diferencias o semejanzas entre los diferentes promedios de los caracteres evaluados de los cultivares en estudio.

### 3.3.2 Prueba de tukey de los variables de productividad

#### 3.3.2.1 Longitud de panoja



**Figura 3.16.** Prueba de contraste de Tukey para los promedios de longitud de panoja de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

En la Figura 3.16, se muestra que los cultivares CKA-018 y CKA-054 tuvieron el mayor longitud de panoja con 489 y 480 mm respectivamente, seguido de los cultivares CKA-002, CKA-060, CKA-043, CKA-005, CKA-057, CKA-017, CKA-015 con 452, 444, 434, 429, 419, 408, 408 mm mientras que los cultivares CKA-072, CKA-056, CKA-050, CKA-049, CKA-061 alcanzaron menor longitud de panoja con 381, 365, 359, 352 y 346 mm respectivamente. La longitud de las panojas se encuentra en el rango de medidas reportados por León (1964), Sumar (1983), Carrasco (1988) y la National Academy

Press (1990) quienes reportaron panojas de 30 a 90 cm y en comparación con lo reportado por Avilés (1990) los resultados obtenidos son casi similares que reporta panojas con medidas entre 35 a 54.37 cm.

### 3.3.2.2 Diámetro de panoja

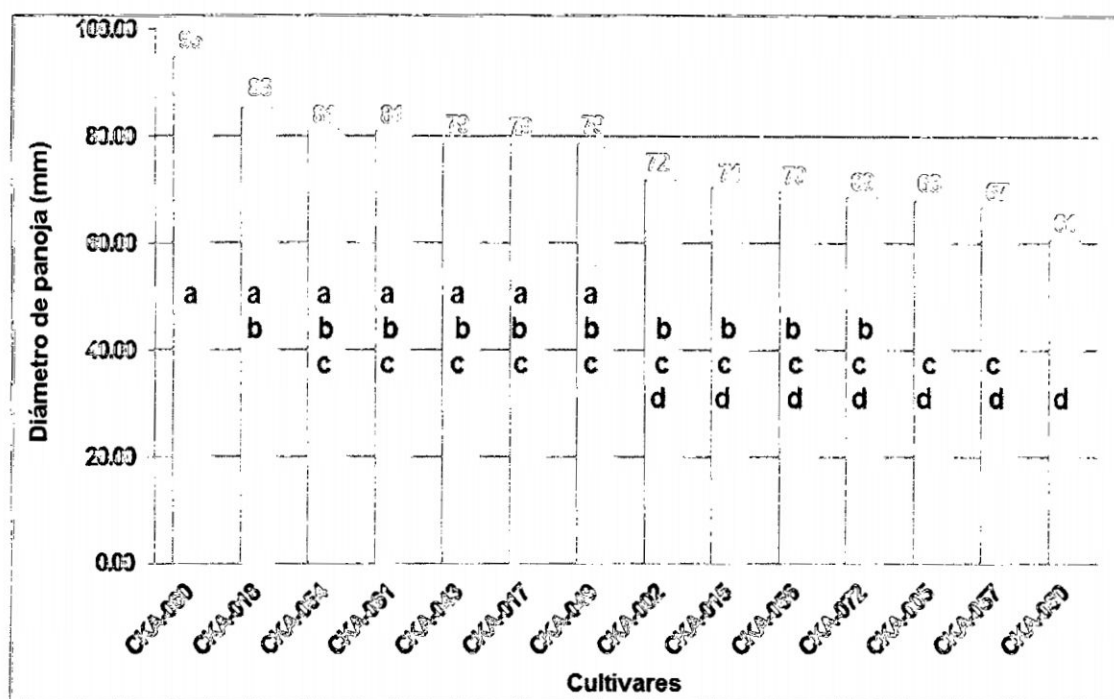


Figura 3.17. Prueba de contraste de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

Figura 3.17, muestra que los cultivares CKA-060, CKA-018, CKA-054, CKA-061 tuvieron el mayor diámetro de panoja con 95, 86, 81, 81 mm respectivamente, seguido de los cultivares CKA-043, CKA-017, CKA-049, CKA-002, CKA-015, CKA-056 con 79, 79, 79, 72, 71, 70 mm mientras que los cultivares CKA-072, CKA-005, CKA-057, CKA-050 alcanzaron menor diámetro

de panoja con 69, 68, 67 y 61 mm respectivamente. Realizando las comparaciones con los resultados obtenidos por Pacheco (2009) en la variedad blanca real que obtiene un promedio de 9.15 cm, cabe indicar que el promedio de diámetro de panoja del cultivar CKA-060 que tiene 9.5 cm es superior a lo reportado por Pacheco.

**3.3.2.3 Peso de grano por panoja**

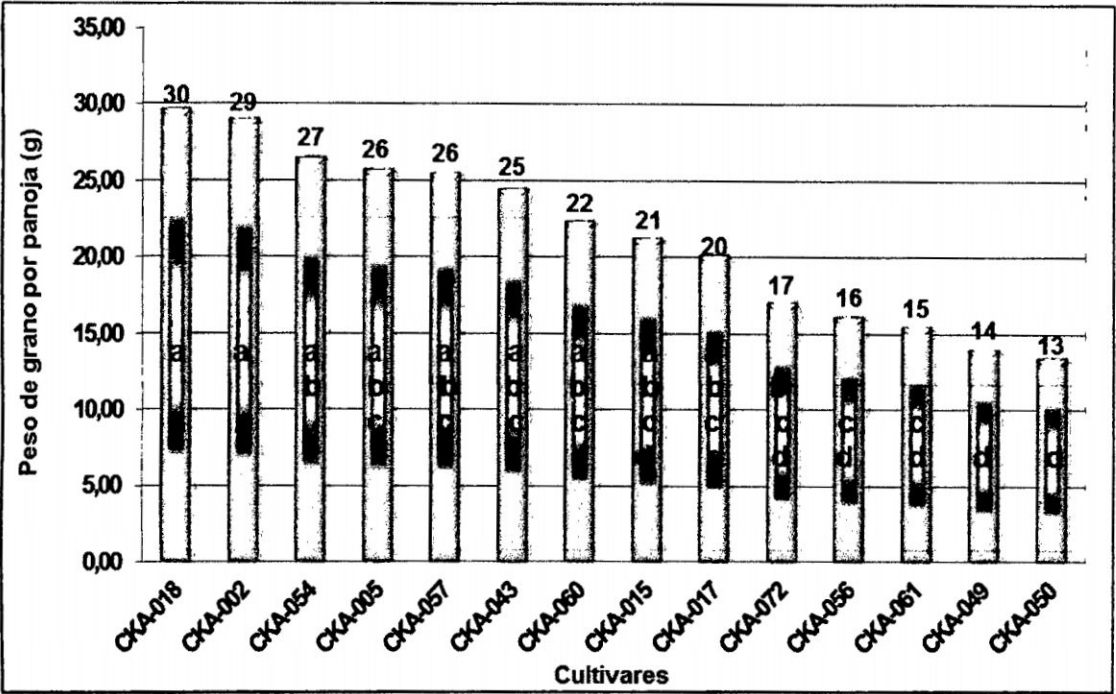


Figura 3.18. Prueba de contraste de Tukey para los promedios de peso de grano por panoja de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

En la Figura 3.18, se muestra que los cultivares CKA-018, CKA-002, CKA-054 tuvieron el mayor peso de grano por panoja con 30, 29, 27 g respectivamente, seguido de los cultivares CKA-005, CKA-057, CKA-043, CKA-

060, CKA-015, CKA-017 con 26, 26, 25, 22, 21, 20 g mientras que los cultivares CKA-072, CKA-056, CKA-061, CKA-049, CKA-050 alcanzaron menor peso de grano por panoja con 17, 16, 15, 14 y 13 g respectivamente. En comparación con lo reportado por Pariona (1992), en su investigación de veinte cuatro colecciones de Achita, donde obtuvo en el peso de grano por panoja de 23.88 a 49.96 g que solo los cultivares CKA-018, CKA-002, CKA-054, CKA-005, CKA-057, CKA-043 se encuentran dentro de este rango.

### 3.3.2.4 Altura de planta a la floración

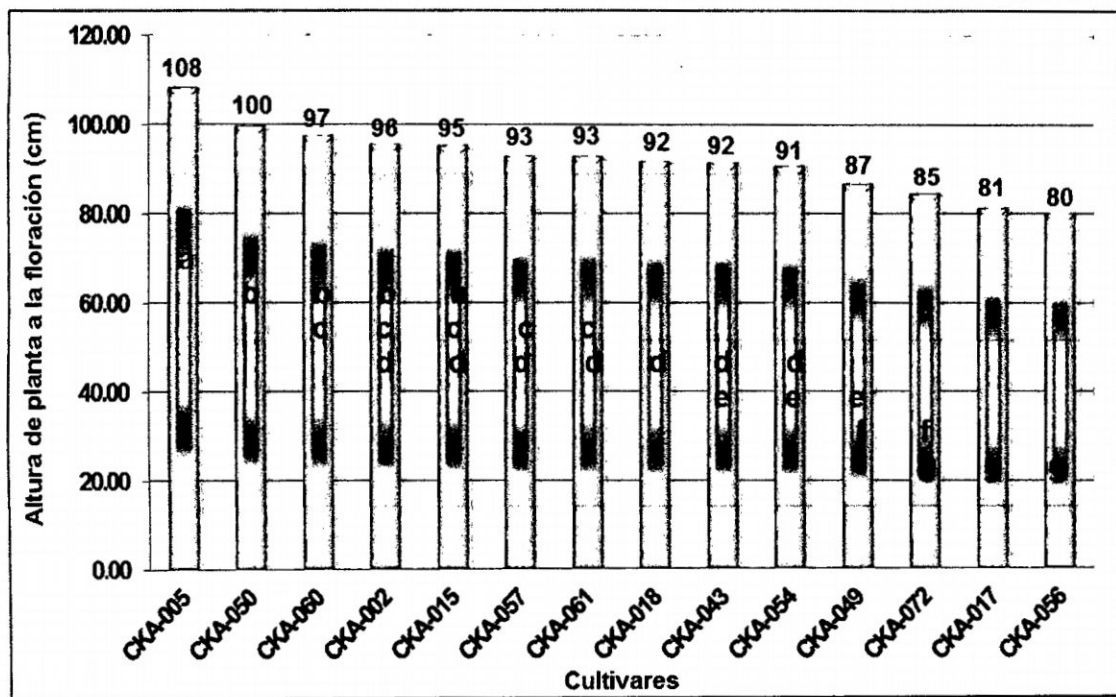
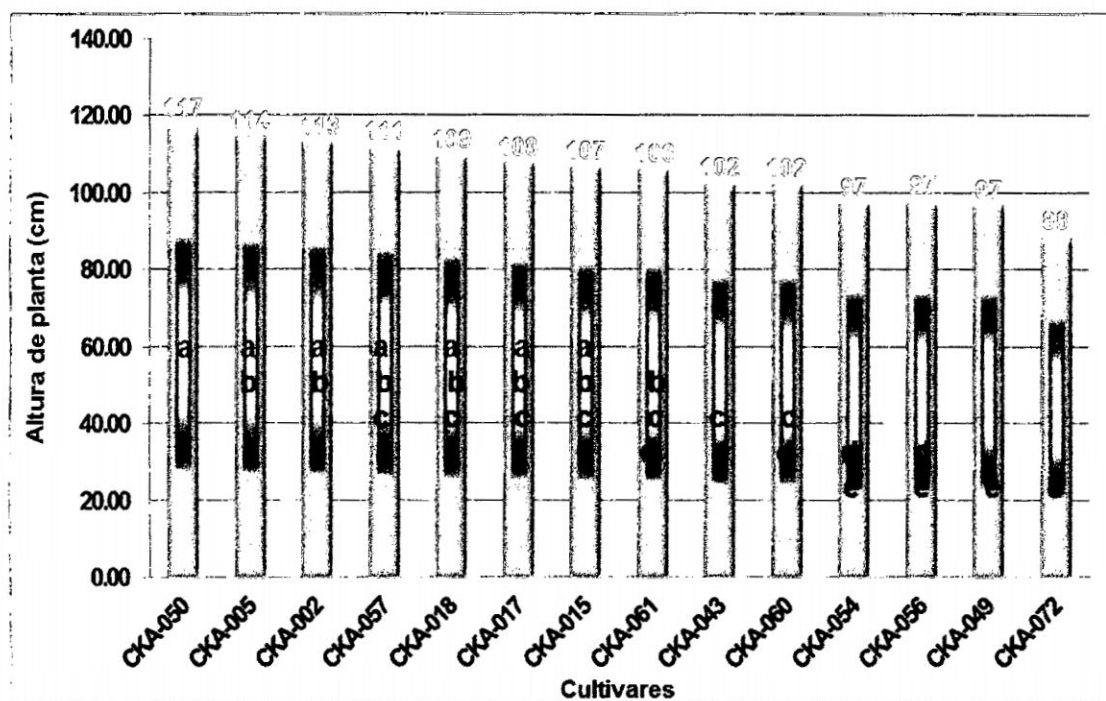


Figura 3.19. Prueba de contraste de Tukey para los promedios de altura de planta a la floración de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

En la Figura 3.19, se muestra que los cultivares CKA-005, CKA-050, CKA-060 tuvieron el mayor altura de planta a la floración con 108, 100, 97 cm respectivamente, seguido de los cultivares CKA-002, CKA-015, CKA-057, CKA-061, CKA-018, CKA-043, CKA-054 con 96, 95, 93, 93, 92, 92, 91 cm mientras que los cultivares CKA-049, CKA-072, CKA-017, CKA-056 alcanzaron menor altura de planta a la floración con 87, 85, 81 y 80 cm respectivamente.

### 3.3.2.5 Altura de planta

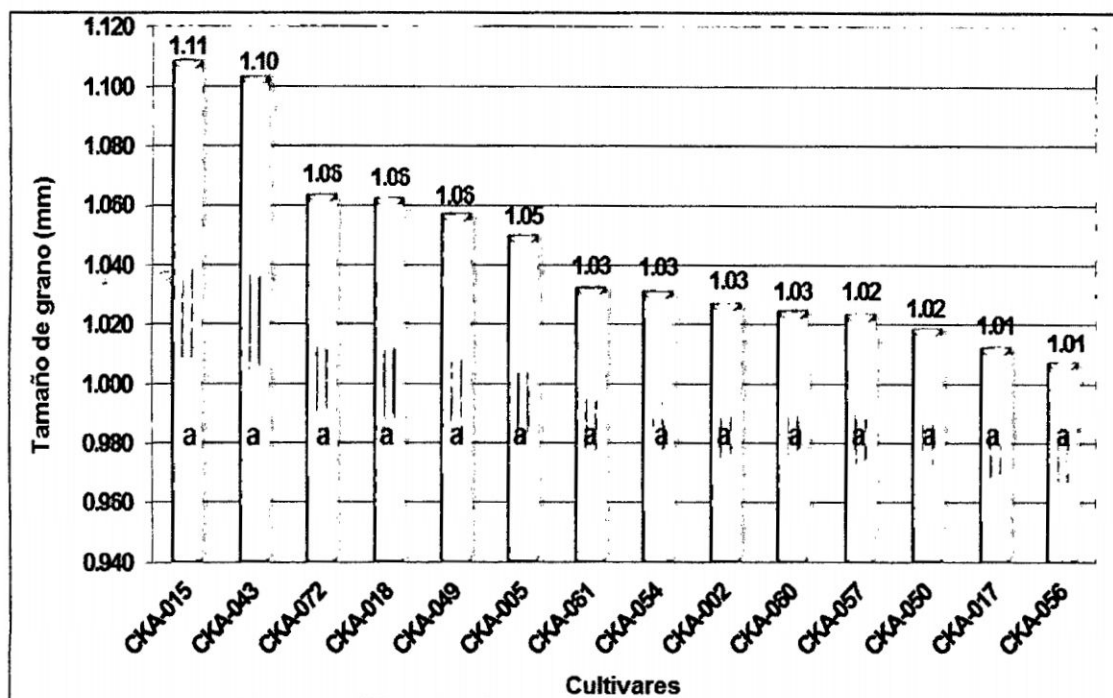


**Figura 3.20.** Prueba de contraste de Tukey para los promedios de altura de planta de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

Figura 3.20, muestra que los cultivares CKA-050, CKA-005, CKA-002 tuvieron el mayor altura de planta con 117, 114, 113 cm respectivamente, seguido de los cultivares CKA-057, CKA-018, CKA-017, CKA-015, CKA-061, CKA-043, CKA-060 con 111, 109, 108, 107, 106, 102, 102 cm mientras que los cultivares CKA-054, CKA-056, CKA-049, CKA-072 alcanzaron menor altura de planta con 97, 97, 96, 88 cm respectivamente. El reporte de la **National Academy Press (1990)** donde menciona que la altura de la planta de Achita varía entre 2.0 a 2.5 m, y al respecto a ello **FAO (1997)** menciona que una planta ideal es aquel que tiene baja altura para evitar la tendedura o acame. Reporta **Tenorio (1996)**, acerca de su estudio realizado “caracterización y evaluación de siete colecciones de Achita”, que la colección Blanca real alcanzó una altura de 2.02 m y la colección Compañía 02 alcanzó una altura de 1.85 m realizando la comparación con el presente trabajo de investigación se encuentran debajo de lo reportado.

**Pariona M. (2010)**, en su tesis titulada Rendimiento Comparativo de 12 cultivares de Achita amiláceo (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán a 2750 msnm- Ayacucho, obtuvo como resultado en sus 12 cultivares alturas de las plantas de Achita que varía de 108.9 a 119.7 cm realizando la comparación con el presente trabajo de investigación no se resalta tanta diferencia.

### 3.3.2.6 Tamaño de grano



**Figura 3.21.** Prueba de contraste de Tukey para los promedios de tamaño de grano de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

En la Figura 3.21, se muestra que los cultivares CKA-015, CKA-043, CKA-072, CKA-018, CKA-049, CKA-005, CKA-061, CKA-054, CKA-002, CKA-060, CKA-057, CKA-050, CKA-017, CKA-056 con 1.11, 1.10, 1.06, 1.06, 1.06, 1.05, 1.03, 1.03, 1.03, 1.03, 1.02, 1.02, 1.01, 1.01 mm respectivamente. No tienen significación estadística es decir que los promedios de tamaño de grano no se diferencian entre los cultivares.

**Carrasco (1988)**, reporta el tamaño de grano de 1.0 a 1.5 mm; en comparación con el presente trabajo de investigación se encuentra dentro del rango reportado.

Sumar (1992), menciona en su libro titulada "La kiwicha y su cultivo", que los granos de la Achita varían en color según ecotipo que son; negro, castaño, blanco, blanco rosado, blanco amarillento y dorado, de 1.0 a 1.3 mm de tamaño por 0.5 a 0.8 mm de espesor. Un gramo de semilla contiene aproximadamente de 800 a 1600 semillas.

### 3.3.2.7 Peso de panoja

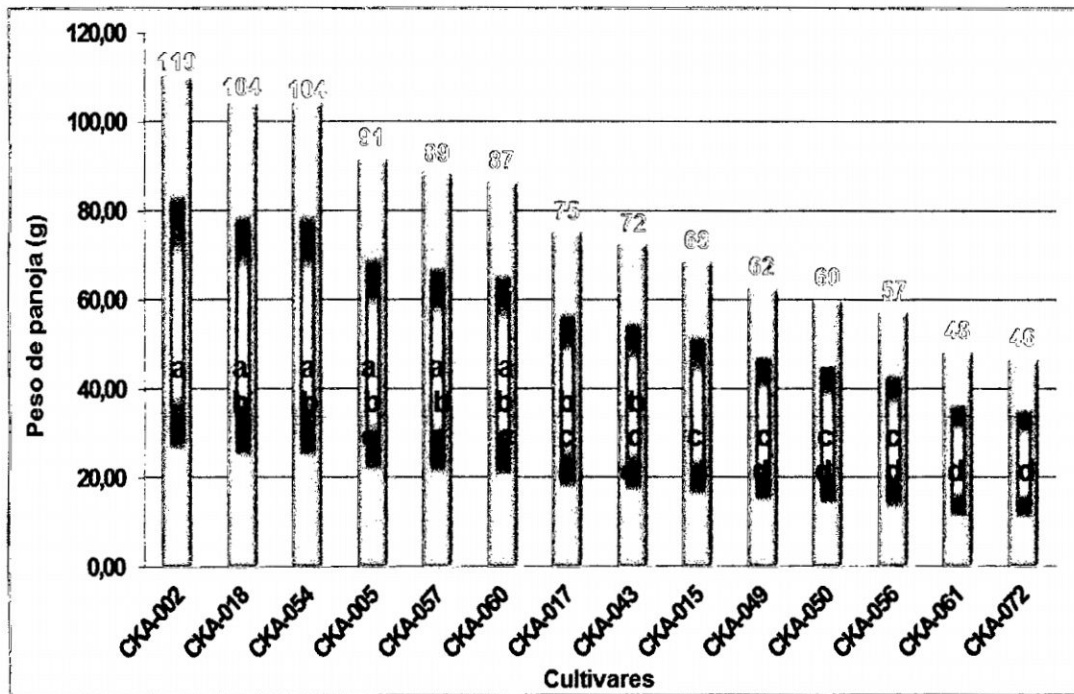
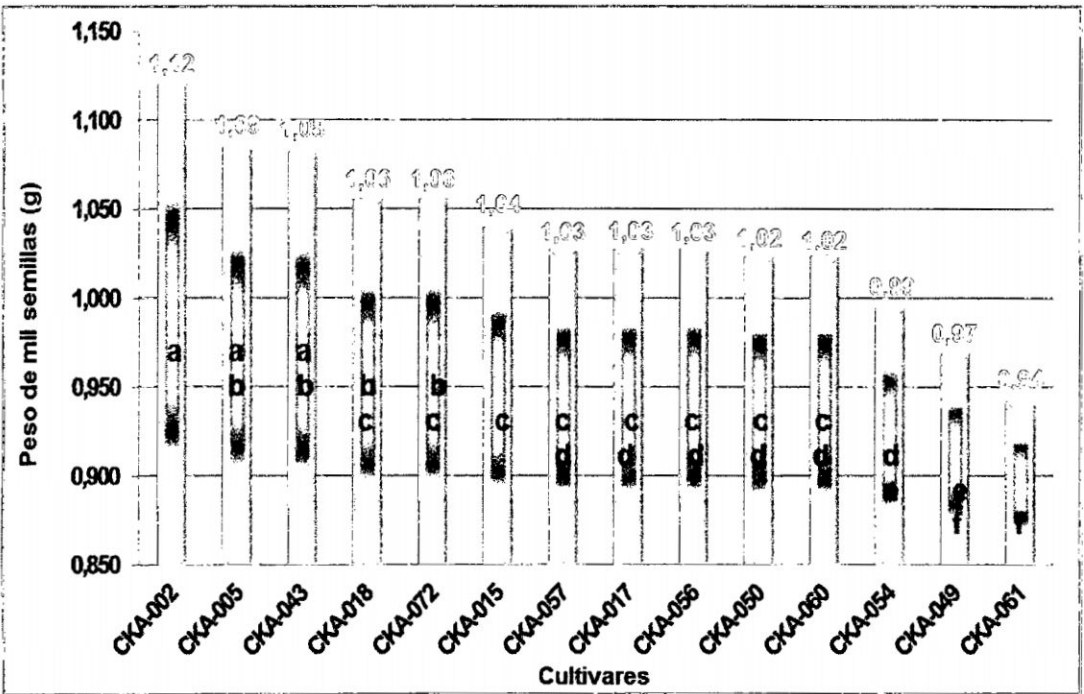


Figura 3.22. Prueba de contraste de Tukey para los promedios de peso de panoja de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

Figura 3.22, muestra que los cultivares CKA-002, CKA-018, CKA-054 tuvieron el mayor peso de panoja con 110, 104, 104 g respectivamente, seguido de los cultivares CKA-005, CKA-057, CKA-060, CKA-017, CKA-043 con 91, 89, 87, 75, 72 g mientras que los cultivares CKA-015, CKA-049, CKA-

050, CKA-056, CKA-061, CKA-072 alcanzaron menor peso de panoja con 68, 62, 60, 57, 48 y 46 g respectivamente. En comparación con el resultado obtenido por Tenorio (1996) quien obtiene en su investigación de siete colecciones de la Achita de 218.75 a 345.25 g un promedio muy por encima de este presente trabajo de investigación.

**3.3.2.8 Peso de mil semillas**



**Figura 3.23.** Prueba de contraste de Tukey para los promedios de peso de mil semillas de catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

En la Figura 3.23, se muestra que los cultivares CKA-002, CKA-005, CKA-043 tuvieron el mayor peso de mil semillas con 1.12, 1.09, 1.08 g respectivamente, seguido de los cultivares CKA-018, CKA-072, CKA-015, CKA-057, CKA-017, CKA-056, CKA-050, CKA-060 con 1.06, 1.06, 1.04, 1.03, 1.03,

1.03, 1.02, 1 g mientras que los cultivares CKA-054, CKA-049, CKA-061 alcanzaron menor peso de mil semillas con 0.99, 0.97 y 0.94 g respectivamente. **Pariona (1992)** reporta el resultado de peso mil semillas de veinte cuatro colecciones de la Achita que varía entre 0.63 a 0.99 g y **Palacios (1997)** obtiene un promedio de 0.89 g a lo cual realizando la comparación con el presente trabajo de investigación se podría decir que es superior la mayoría de los cultivares en estudio.

### 3.4. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

#### Selección por caracteres

**Cuadro 3.17.** Análisis de variancia de la regresión múltiple con selección de variables por el Método Stepwise, longitud panoja (mm) y peso panoja (g) sobre el rendimiento experimental de grano por hectárea, en la Achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculado | Pr>F   |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|--------|
| Regresion           | 2                  | 299964619         | 149982310      | 134.06**    | <.0001 |
| Error               | 109                | 121950056         | 1118808        |             |        |
| Total               | 111                | 421914675         |                |             |        |

En el Cuadro 3.17, se muestra el Análisis de Varianza de la regresión múltiple donde los promedios de las variables, (longitud de panoja y peso de panoja) más importantes para la producción, se diferencian con alta significación estadística. Y mediante este análisis de varianza queda demostrado la existencia de la regresión con alta significación estadística.

**Cuadro 3.18.** Análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple del longitud de panoja en milímetros, peso de panoja en gramos sobre el rendimiento experimental de grano en Kg/Ha, en Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta en Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho.

| Variable              | Coefficiente de regresion | Error estandar | Suma de cuadrados | F calculado | Pr>F   |
|-----------------------|---------------------------|----------------|-------------------|-------------|--------|
| Termino independiente | -2365.74                  | 663.08         | 14241421          | 12.73       | 0.0005 |
| Longitud panoja (mm)  | 13.32                     | 2.23           | 39738581          | 35.52**     | <.0001 |
| Peso panoja (grs)     | 29.45                     | 5.55           | 31538619          | 28.19**     | <.0001 |

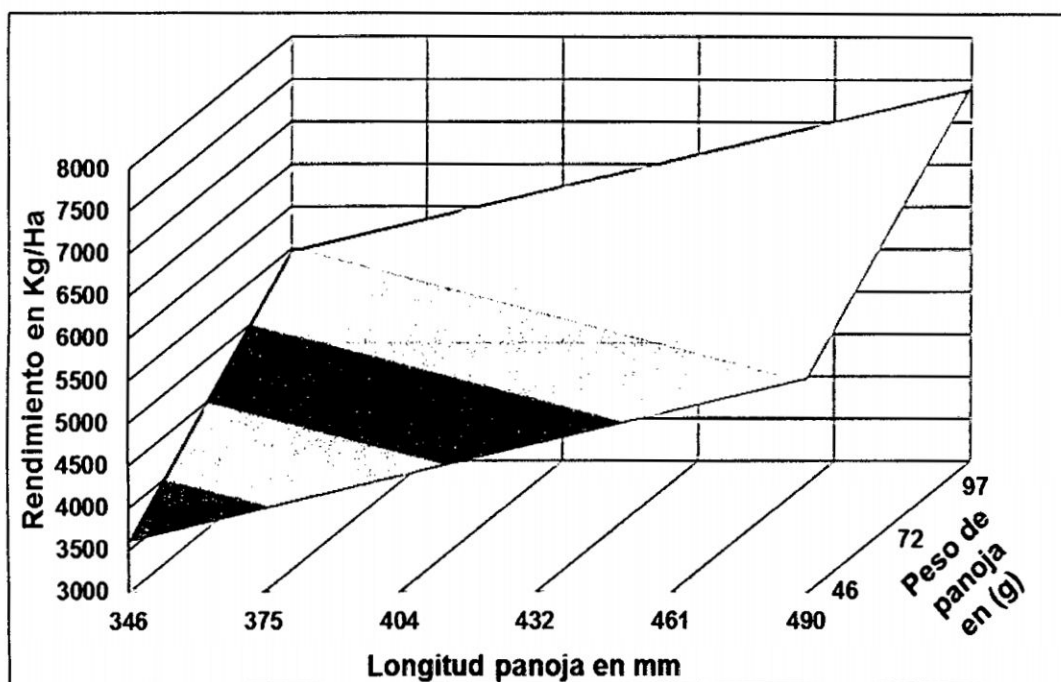
En el Cuadro 3.18, se detalla el análisis de los coeficientes de la regresión múltiple, se puede mencionar que el promedio de las variables longitud de panoja medida en milímetros y peso de panoja medida en gramos tienen una alta significación estadística con lo cual se menciona que estos dos variables tienen una relación directa en el incremento del rendimiento de grano de los cultivares de la Achita. El peso de panoja medida en gramos aporta con un coeficiente alto de 29.45 a comparación de longitud de panoja medida en

milímetros con tan solo 13.32 al coeficiente de la ecuación del rendimiento experimental (Figura 3.24).

**Cuadro 3.19.** Resumen de la selección escalonada según el método Stepwise con los dos variables más significativas para el rendimiento experimental del grano de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) incluidas en orden de mérito. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

| Variable seleccionada | Variables incluidas | R <sup>2</sup> parcial | R <sup>2</sup> modelo | F calculado | Pr>F   |
|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------|--------|
| Longitud panoja (mm)  | 1                   | 0.64                   | 0.64                  | 192.37**    | <.0001 |
| Peso panoja (grs)     | 2                   | 0.07                   | 0.71                  | 28.19**     | <.0001 |

Cuadro 3.19, señala al coeficiente de determinación múltiple, donde las variables longitud de panoja medida en milímetros y peso de panoja medida en gramos, influyen el rendimiento experimental de grano de los cultivares de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) con un aporte de 64.0% y 7.0% respectivamente. Es decir el 71% de la producción, está influenciado por variables; longitud de panoja más el peso de panoja y el resto del porcentaje por los demás variables.



**Figura 3.24.** Rendimiento potencial en Kg/Ha, obtenido mediante la ecuación  $Y(\text{Kg/Ha}) = -2366.74 + 13.32(\text{longitud de panoja mm}) + 29.45(\text{peso panoja g})$  de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

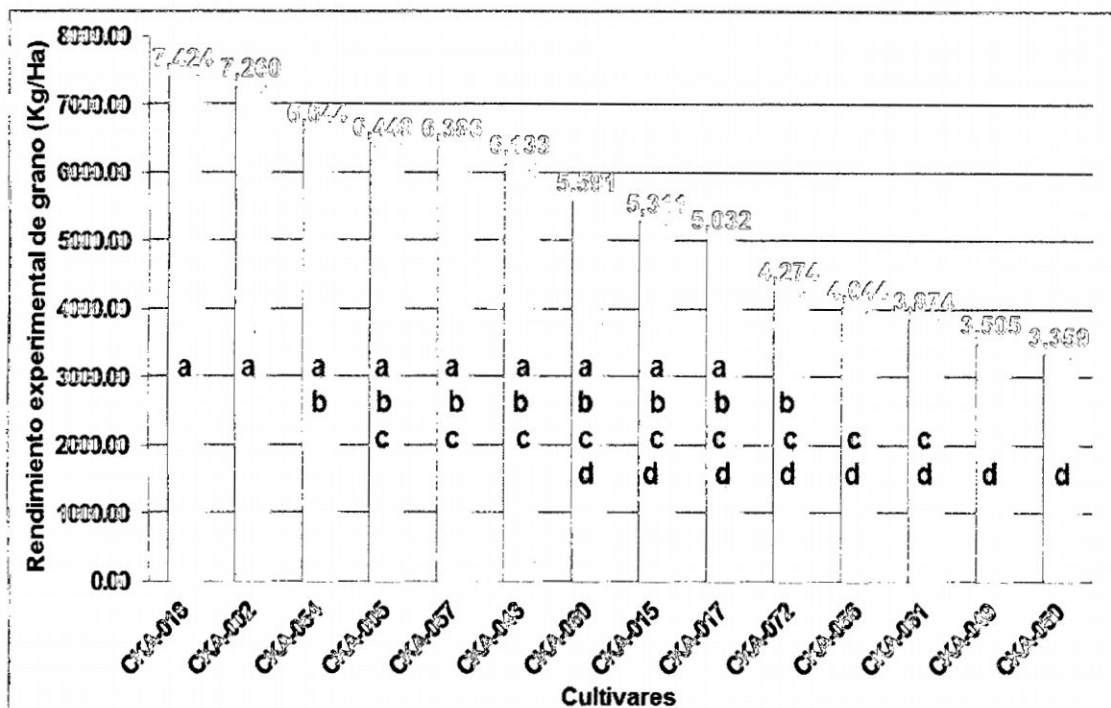
En la Figura 3.24, se muestra valores tabulados de la ecuación en el cual se observa la relación directa que existe entre las variables longitud de panoja y peso de panoja para el rendimiento del grano de la Achita, teniendo como un rendimiento mínimo de 3597 Kg/Ha y un máximo de 7400 Kg/Ha; el primer caso ocurre cuando los valores de las variables son mínimos y en el segundo caso cuando los valores de los variables aumentan, el rendimiento incrementa.

**Cuadro 3.20.** Análisis de variancia del rendimiento experimental de grano en Kg/Ha, de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Fc      | Pr>F   |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------|--------|
| Cultivar            | 13                 | 200637104         | 15433623       | 6.84 ** | <.0001 |
| Error               | 98                 | 221277571         | 2257934        |         |        |
| Total               | 111                | 421914675         |                |         |        |

CV: 27.94%

En el Cuadro 3.20, se detalla que los catorce cultivares en investigación se diferencian en el promedio del rendimiento experimental, con una alta significación estadística. Debido a ello es necesario realizar la prueba de contraste de Tukey (0.05) para observar la diferencia estadística.



**Figura 3.25.** Prueba de contraste de Tukey para los promedios de rendimiento experimental en Kg/Ha de catorce cultivares de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

En la Figura 3.25, se muestra a los cultivares CKA-018, CKA-002, CKA-054, que tuvieron el mayor rendimiento experimental de grano con 7424, 7260, 6644 Kg/Ha. respectivamente, seguido de los cultivares CKA-005, CKA-057, CKA-043, CKA-060, CKA-015, CKA-017 con 6449, 6386, 6133, 5591, 5311, 5032 Kg/Ha. mientras que los cultivares CKA-072, CKA-056, CKA-061, CKA-049, CKA-050 alcanzaron un menor rendimiento experimental de grano con 4274, 4044, 3874, 3505 y 3359 Kg/Ha. respectivamente.

Este resultado se puede observar mejor comparando con lo que reporta Robles (1992) que tiene un rango de producción que va desde 3932.2 kg.ha<sup>-1</sup>

hasta los 6328.8 kg.ha<sup>-1</sup> y Tenorio (1996) en su evaluación de siete colecciones de Achita en Canaán- Ayacucho obtuvo rendimientos que van desde 3803.3 hasta 6719.8 kg.ha<sup>-1</sup>. Estos resultados son inferiores en algunos cultivares obtenidos en el presente trabajo de investigación.

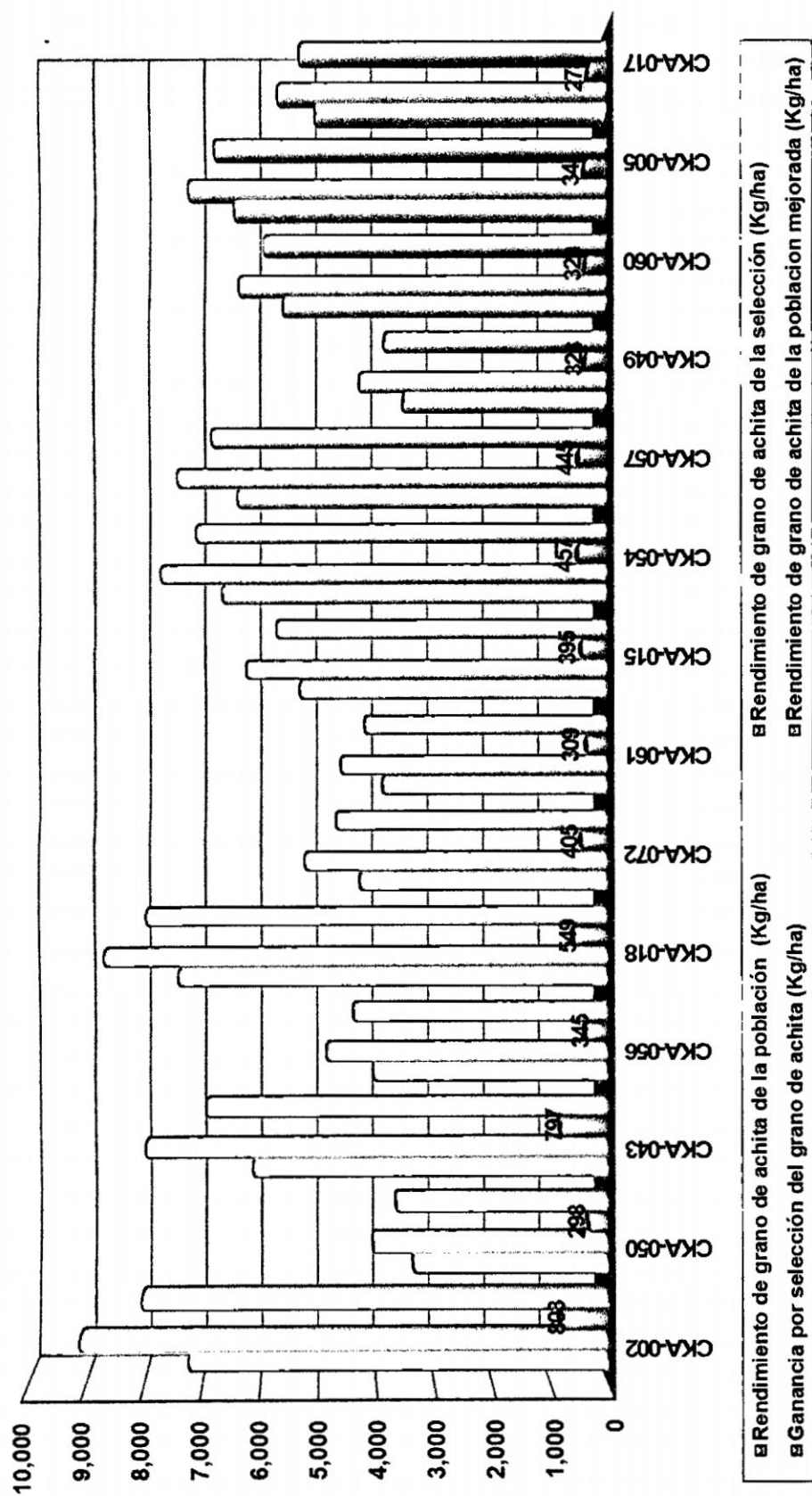
**Cuadro 3.21.** Componentes de variancia y heredabilidad en el rendimiento de grano en Kg/Ha, de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

| Varianza genética | Varianza ambiental | Varianza fenotípica | Heredabilidad |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| $\sigma_g^2$      | $\sigma_e^2$       | $\sigma_p^2$        | $h^2$         |
| 1646961           | 282242             | 1929203             | 0.854         |

En el Cuadro 3.21, se observa que los componentes de variancia genética y heredabilidad, está influenciado por dos caracteres, longitud de panoja y peso de panoja, sobre el rendimiento experimental de grano de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.); con una heredabilidad de 85.4% por lo que se recomienda su mejoramiento. La variancia fenotípica es el resultado de la interacción de la variancia genética y ambiental que mide los valores atribuibles a la influencia del genotipo y a la influencia del ambiente. Por lo tanto, la variancia ambiental influye en la expresión de la variancia fenotípica y la variancia genética está condicionada por los genes.

**Cuadro 3.22.** Promedio del rendimiento de grano kg/ha y ganancia por selección en catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, Ayacucho.

| Cultivares | Rendimiento de Grano de Achita de la Población (Kg/Ha) | Rendimiento de Grano de Achita de la Selección (Kg/Ha) | Ganancia por Selección del Grano de Achita (Kg/Ha) | Rendimiento de Grano de Achita de la Población Mejorada (Kg/Ha) | Porcentaje Mejorada |
|------------|--|--|--|---|---------------------|
| CKA-002    | 7259.6   | 9141.1   | 803.1  | 8062.7  | 11.1                |
| CKA-043    | 6132.8   | 7999.6   | 796.9  | 6929.6  | 13.0                |
| CKA-018    | 7424.3   | 8710.3   | 548.9  | 7973.2  | 7.4                 |
| CKA-054    | 6644.3   | 7713.6   | 456.5  | 7100.7  | 6.9                 |
| CKA-057    | 6386.1   | 7428.6   | 445.0  | 6831.1  | 7.0                 |
| CKA-072    | 4273.9   | 5222.4   | 404.8  | 4678.8  | 9.5                 |
| CKA-015    | 5310.9   | 6236.5   | 395.1  | 5706.0  | 7.4                 |
| CKA-056    | 4044.3   | 4852.4   | 344.9  | 4389.2  | 8.5                 |
| CKA-005    | 6448.6   | 7248.0   | 341.2  | 6789.8  | 5.3                 |
| CKA-060    | 5591.1   | 6359.3   | 327.9  | 5919.0  | 5.9                 |
| CKA-049    | 3504.6   | 4267.8   | 325.7  | 3830.4  | 9.3                 |
| CKA-061    | 3873.7   | 4598.4   | 309.3  | 4183.0  | 8.0                 |
| CKA-050    | 3358.9   | 4056.8   | 297.9  | 3656.8  | 8.9                 |
| CKA-017    | 5032.4   | 5684.3   | 278.3  | 5310.6  | 5.5                 |



**Figura 3.26.** Rendimiento poblacional, rendimiento de la selección, ganancia por selección y rendimiento de la población mejorada de grano en cultivares de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de paja rosada semierecta. Canaán-INIA a 2735 msnm, Ayacucho.

En el Cuadro 3.22 y Grafico 3.26 se observa los cultivares CKA-002, CKA-043, CKA-018, CKA-054, CKA-057 que presentan una mayor ganancia por selección con 803.1, 796.9, 548.9, 456.5, 445.0 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, el cual representa un 10, 11, 7, 6 y 7 por ciento de mejora respecto al promedio poblacional.

También se observa que los cultivares CKA-002, CKA-018, CKA-054, CKA-043, CKA-057 de acuerdo al orden de mérito tienen un alto rendimiento de mejoramiento con 8062.7, 7973.2, 7100.7, 6929.6 y 6831.1 Kg/Ha respectivamente. Por lo que se recomienda seguir trabajando con los cultivares que presentan los mayores promedios de rendimiento de mejora.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos, las discusiones realizadas y bajo las condiciones del presente trabajo de investigación y por considerar este cultivar de gran potencial agrícola debido a su rusticidad, calidad y alta productividad, resulta evidente que el rendimiento de grano es significativamente dependiente de muchos caracteres que actúan en forma coordinada en consecuencia, considerando esta evidencia como premisa importante, se concluye:

1. Los catorce cultivares de Achita en cuanto a caracteres morfológicos tuvieron 21 variables homogéneas que son habito de crecimiento de la planta, índice de ramificación de la planta, tipo de raíz, pubescencia en el tallo, pigmentación en la etapa vegetativa del tallo, espinas en las axilas de las hojas, pubescencia en las hojas, pigmentación en las hojas, formas de las hojas, margen de las hojas, prominencia de las nervaduras de las hojas, pigmentación del peciolo de las hojas, forma de la inflorescencia apical, posición de la inflorescencia apical, presencia de la inflorescencia axilar, índice de densidad de la inflorescencia, color de la inflorescencia, color de

la semilla, forma de la semilla, tasa de germinación de la semilla, derrame de grano en el campo y cinco variables significativas que se diferencian entre cultivares que son: tipo de cubierta de la semilla, altura de planta (cm), longitud de panoja (mm), peso de mil semillas (g), peso de panoja (g).

2. Según el agrupamiento de doce datos de características cuantitativas los catorce cultivares; a una distancia de 27.11% los catorce cultivares motivo de investigación son similares y a una distancia de 51.41 % de similitud se forman tres grupos, el primero formado por CKA-002, el segundo formado por CKA-005, CKA-017, CKA-056, CKA-057, CKA-049, CKA-061, CKA-072, CKA-015, CKA-043, CKA-054, CKA-060 y CKA-018; y el tercero por CKA-050. En cuanto a los caracteres cualitativos, los catorce cultivares son similares.
3. Los catorce cultivares de la Achita en cuanto a sus características de precocidad, tuvieron un ciclo vegetativo desde la emergencia hasta la madurez fisiológica de 101 a 108 dds.
4. Los variables de productividad de los catorce cultivares de la Achita; longitud de panoja (mm), diámetro de panoja (mm), peso de grano por panoja (g), altura de planta (cm), altura de planta a la floración (cm), peso de mil semillas (g), peso de panoja (g), rendimiento de grano (kg/Ha) tienen una correlación genética positiva altamente significativa con el rendimiento.
5. La selección por caracteres realizado por el método stepwise, se determinó que los variables más importantes de la productividad son; longitud panoja (mm) con un coeficiente de determinación múltiple de 64% y peso de panoja (g) con un coeficiente de determinación de 7%.

6. El rendimiento mejorado del grano de la Achita que se espera alcanzar en la próxima generación de los tres primeros cultivares más importantes son; el cultivar CKA-018, CKA-002, CKA-054 con 7424.3, 7259.6 y 6644.3 Kg/Ha respectivamente.
7. El rendimiento potencial del grano de la Achita en orden de mérito de los tres primeros cultivares más importantes son; el cultivar CKA-002, CKA-018, CKA-054 con 8062.7, 7973.2 y 7100.7 Kg/Ha respectivamente.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos, herencia de nuestros antepasados y muestra una gran bondad, bajo las condiciones del presente trabajo de investigación que se realizó, se plantea los siguientes lineamientos:

1. Continuar con el estudio del presente trabajo de investigación bajo diferentes pisos ecológicos, condiciones de suelo, diferentes niveles de abonamiento y demás factores, siempre teniendo en consideración como parámetros de evaluación la precocidad, rendimiento, sanidad y realizando comparaciones con variedades de la Achita.
2. Seguir con el mejoramiento de los cultivares más importantes del presente trabajo de investigación que son CKA-002, CKA-018, CKA-054 mediante un método de selección masal para purificar un cultivar mixto y obtener un nuevo cultivar mejorado.
3. Realizar pruebas de rendimiento en campo de agricultores con los cultivares CKA-002, CKA-018, CKA-054 las que obtuvieron los más altos rendimientos y los que presentan un mayor porcentaje de mejora en el rendimiento.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria en su Programa Nacional de Investigación de Cultivos Andinos, que se encuentra entre las paralelas 13° 10' 09s de Latitud sur, 74° 12' 82w de Longitud Oeste, a una altitud de 2735 msnm., durante los meses de febrero a junio del 2010.

El diseño estadístico para el presente trabajo de investigación se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y en el diseño estadístico en completamente randomizado, donde se estudiaron catorce cultivares de Achita colectados por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos, dichas colectas se realizaron en las distintas lugares de nuestra región.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue de evaluar el comportamiento y la respuesta de los catorce cultivares de la Achita a las condiciones ambientales de Canaán-INIA; su adaptación se reflejó en la precocidad, la producción y la sanidad.

Se tomaron las siguientes evaluaciones de campo: días a la emergencia, a dos hojas verdaderas, a cuatro hojas verdaderas, a seis hojas verdaderas, a la ramificación, al panojamiento, a la floración, al estado de grano lechoso, grano pastoso, días a la madurez fisiológica, habito de crecimiento de la planta, índice

de ramificación de la planta, tipo de raíz, pubescencia en el tallo, pigmentación en la etapa vegetativa del tallo, espinas en las axilas de las hojas, pubescencia en las hojas, pigmentación en las hojas formas de las hojas, margen de las hojas, prominencia de la nervaduras de las hojas, pigmentación del peciolo de la hoja, forma de la inflorescencia apical, posición de la inflorescencia apical, presencia de la inflorescencia axilar, índice de densidad de la inflorescencia, color de la inflorescencia, color de la semilla, tipo de cubierta de la semilla, forma de la semilla, tasa de germinación de la semilla, derrame de grano en el campo; así como la longitud de panoja (mm), diámetro de panoja (mm), peso de grano por panoja (g), altura de planta (cm), altura de planta a la floración (cm), longitud octava hoja (cm), ancho octava hoja (cm), longitud de tallo panoja lateral apical (mm), tamaño de grano (mm), peso de mil semillas (g), peso de panoja (g) y el rendimiento de grano (Kg/Ha).

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento poco diferenciado entre los cultivares en estudio, alcanzando la madurez fisiológica de 101 a 108 días después de la siembra.

En cuanto a la característica de longitud de panoja, se obtuvo en los cultivares CKA-018, CKA-054 con 489, 480 mm los mejores resultados, superando significativamente a las demás. Así mismo, los cultivares CKA-002, CKA-018 con 110, 104 g destacan significativamente al tener el mayor peso de panoja; superando a los demás cultivares en estudio.

En general, los catorce cultivares de la Achita evaluadas presentan características de precocidad, sanidad, rendimiento y en porcentaje de mejora de 5 % hasta el 13 %, bajo las condiciones de Canaán-INIA.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. **AVILES, (1990)**, "Evaluación de Rendimiento y Aspecto del Crecimiento en Seis Accesiones de Achita a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
2. **BARRANTES, (1991)**, "Enfermedades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho (2600 msnm)". Informe de Investigación. PICA-UNSCH. Ayacucho-Perú.
3. **CARRASCO, F. (1987)**, "Insectos de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) cultivada en Cusco y Apurímac". Rev. Peruana de Entomología Agrícola. 30:38-41.
4. **CHACON, J. (1982)**, "Evaluación comparativa de 83 líneas de *Amaranthus* sp". Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Nacional San Antonio Abad. Cusco, Perú. 108 p
5. **FAO (1997)**, "El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus* spp L.) Producción Mejoramiento Genético y Utilización". Roma, Italia. 175 p.
6. **LEON, J. (1964)**, "Plantas Alimenticias Andinas". Boletín Técnico N° 6 IICA. Lima-Perú. 65 p.
7. **MINAG (2003)**, "Boletín Estadístico. Oficina de Información Agraria". Ayacucho-Perú. 85 p.
8. **MUJICA, y QUILLAHUAMAN, (1989)**, "Fenología del Cultivo de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)". P. 29-31. En curso taller fenología de Cultivos Andinos y Uso de Información Agrometeorológica, Puno. 7-10 agosto. INIA, PICA, Perú.

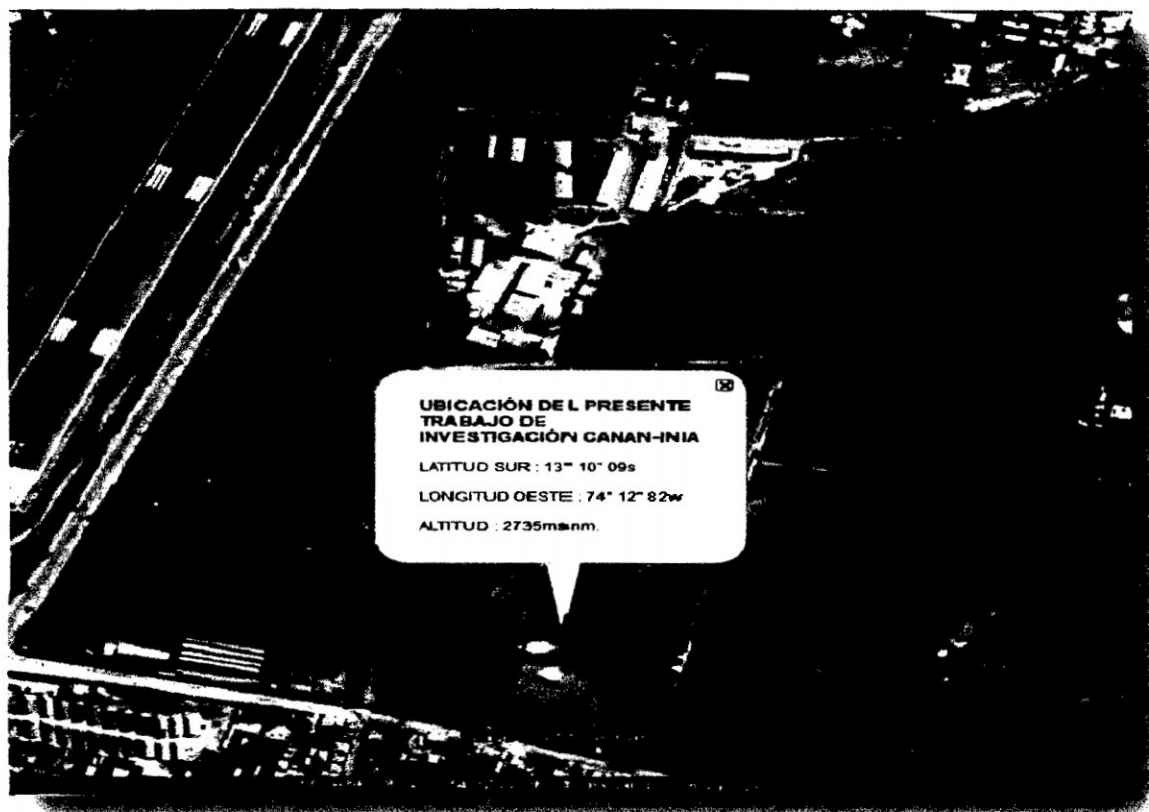
9. **NATIONAL ACADEMY PRESS (1989)**, "Lost Crops of the Incas, Little – Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation". Washington. D.C. 358 p.
10. **NIETO, (1990)**, "Identificación de Microcentros de Variabilidad en Quinoa, Amaranto y Chocho en Ecuador INIAP", EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador. Proyecto INIAP/IFAD/IPGRI. 15 p.
11. **PACHECO, F. (2009)**, "Selección Masal Estratificado en dos Variedades de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm – Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
12. **PARIONA, N. (1992)**, "Evaluación del Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayacondo a 2600nsnm". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH Ayacucho-Perú.
13. **PALACIOS, 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-Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho-Perú.
14. **POEHLMAN, y ALLEN, (2005)**, "Mejoramiento Genético de las Cosechas". Editorial Limusa. D.F México-México 511p.
15. **SANCHEZ, ESPITIA, y OSADA, (1991)**, "Etiología del Tizón (*Alternaria tenuis*) en Amaranto (*Amaranthus* spp)". 66 p. En Primer Congreso Internacional del Amaranto. Septiembre 22-27 Oaxtepec, Morelos, México.

16. **SUMAR, L. (1980)**, "La Kiwicha: Cereal Andino con un futuro promisorio en la alimentación Popular". II Congreso Internacional de Cultivos Andinos IICA. Quito, Ecuador. 128 p.
17. **SUMAR, L. (1992)**, "La kiwicha y su cultivo". Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Casas". Cusco, Perú. 35 p.
18. **TABOADA, C. (1982)**, "Efecto de niveles de NPK y 5 densidades de siembra en el rendimiento de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) variedad PUH, Canaán a 2750 msnm". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho-Perú.
19. **TAPIA, M. (1982)**, "Quinoa y qañihua, cultivos andinos". Bogotá. IICA.
20. **TAPIA, M. (1990)**, "Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación". Santiago. FAO.
21. **TENORIO, L. (1996)**, "Caracterización y Evaluación de siete Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho a 2750 msnm". Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
22. **<http://www.inia.gob.pe/notas/nota0103/> (2006).**
23. **<http://www.concytec.gob.pe/> (2006).**

# ANEXO

**Anexo 1.** Ubicación geográfica del presente trabajo de investigación.

Canaán-INIA 2735 msnm, 2011.



**Anexo 2.** Cálculo de los niveles de abonamiento para el cultivo de Achita

(*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-

INIA 2735 msnm, 2011.

| N<br>%                  | P<br>ppm | K<br>ppm | DISPONIBLES |       |        | Kg/Ha  |                               |                  | EXTRACCION DE NUTRIENTE<br>POR EL CULTIVO |                               |                  | FORMULA |                               |                  |
|-------------------------|----------|----------|-------------|-------|--------|--|-------------------------------|------------------|---|-------------------------------|------------------|---------|-------------------------------|------------------|
|                         |          |          | N           | P     | K      | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1.27                    | 30.22    | 289.00   | 158.70      | 30.22 | 289.00 | 158.70                                       | 138.40                        | 693.60           | 80  | 30                            | 75               | 80      | 30                            | 75               |
| Clasificación:          |          |          | Pobre       | Alto  | Alto   |  |                               |                  |   |                               |                  |         |                               |                  |
| Suelo: Franco arcilloso |          |          |             |       |        | Peso de capa arable: 2x10 <sup>6</sup> Kg/Ha |                               |                  |   |                               |                  |         |                               |                  |

**Anexo 3.** Descriptor utilizado para la caracterización de los catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-INIA a 2735 msnm, 2011.

## **Descriptor de Caracterización**

### **1.1 Características de planta, tallo, hoja y raíz**

#### 1.1.1 Habito de crecimiento

1 erecto

2 postrado

#### 1.1.2 Altura de planta a la floración, en cm

#### 1.1.3 Índice de ramificación (registrado cuando el habito 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

#### 1.1.4 Longitud promedio de las ramas laterales, en cm

#### 1.1.5 Longitud promedio de las ramas laterales superiores, en cm

#### 1.1.6 Pubescencia del tallo.

0 ninguna

3 escasa

5 intermedia

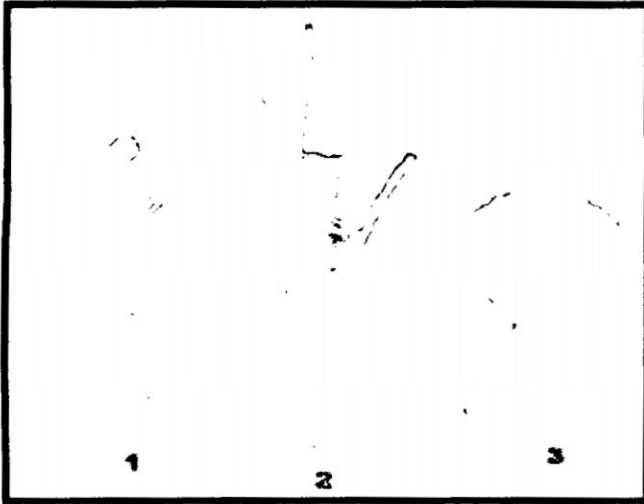
7 abundante

#### 1.1.7 Pigmentación del tallo

1 verde

2 morado o rosado

3 verde con manchas moradas



1.1.8 Espinas en las axilas de las hojas

0 ausente

+ presentes

1.1.9 Longitud del largo de la hoja (medida en cm en la 6ta u 8va hoja)

1.1.10 Longitud del ancho de la hoja (medida en cm en la 6ta u 8va hoja)

1.1.11 Pubescencia de la hoja

0 ninguna

3 escasa

7 abundante

1.1.12 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

### 1.1.13 Forma de la hoja

1 lanceolada

2 elíptica

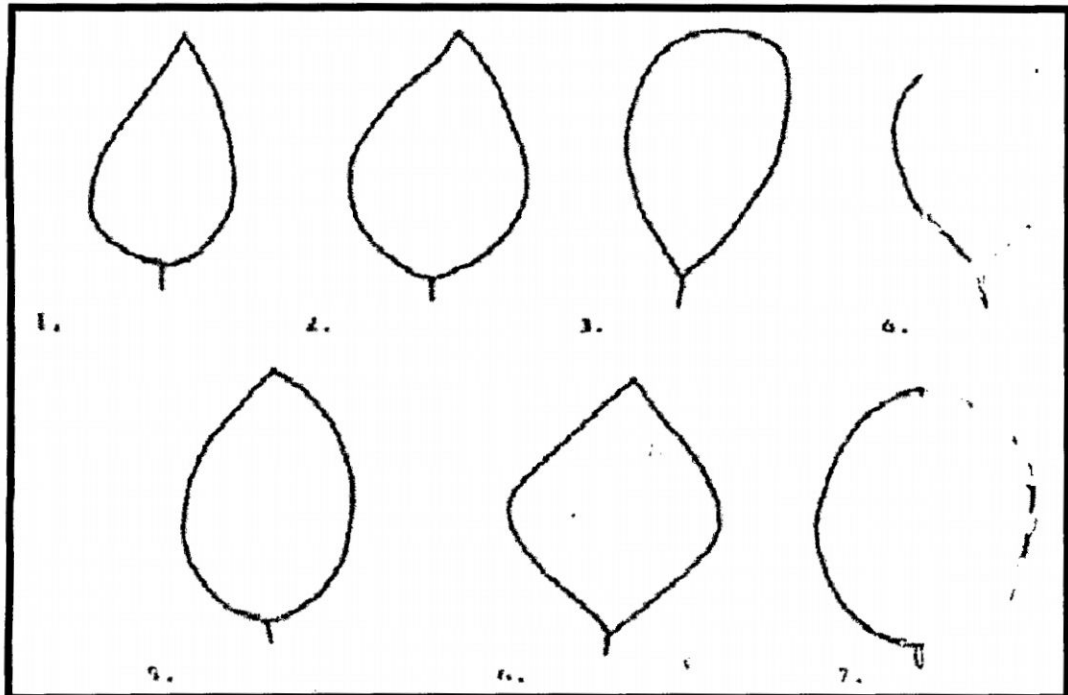
3 cuneada

4 ovatinada

5 rómbica

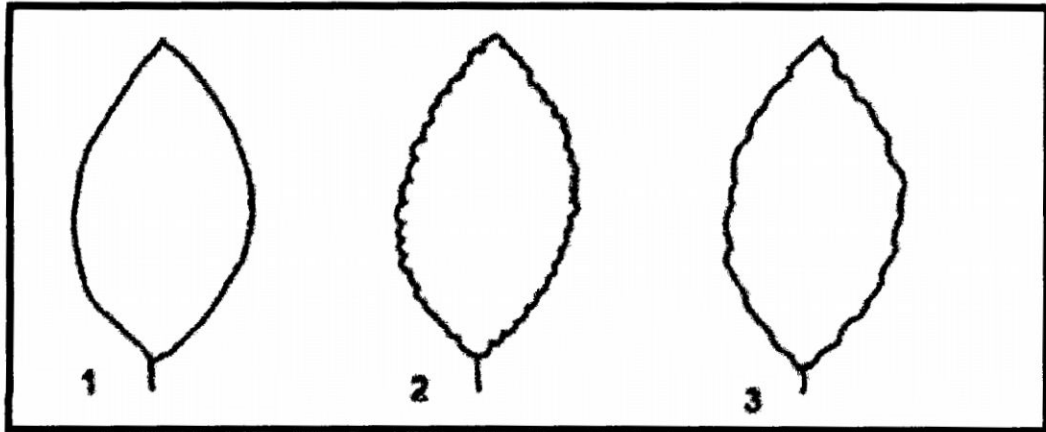
6 ovalada

7 otra (especificar)



### 1.1.14 Margen de la hoja

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



1.1.15 Prominencia de las nervaduras de la hoja

- 1 suave
- 2 rugosa (venas prominentes)

1.1.16 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)

1.1.17 Tipo de raíz

- 1 ramificada
- 2 compacta

## 1.2 Caracteres de la inflorescencia

1.2.1 Longitud del tallo de la inflorescencia apical, en cm

1.2.2 Longitud de las inflorescencias laterales apicales, en cm

1.2.3 Forma de la inflorescencia apical

1 espiga (densa)

2 panoja con ramas pequeñas

3 ensanchada en los extremos

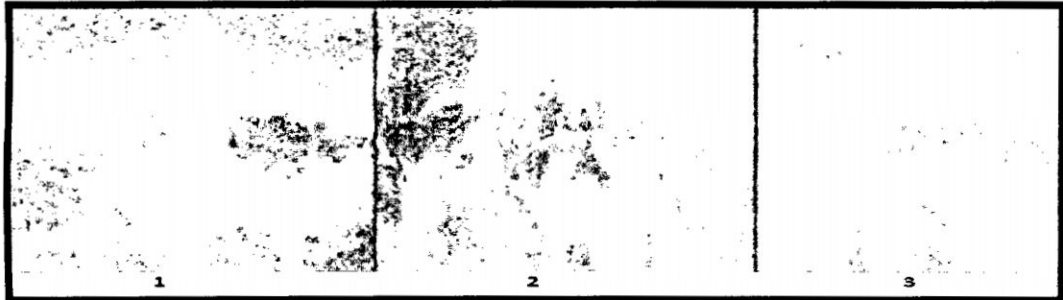
4 ralas (pocas ramas)

1.2.4 Posición de la inflorescencia apical

1 erecta

2 postrada

3 intermedia



1.2.5 Presencia de inflorescencia axilar

0 ausente

+ presente

1.2.6 Longitud de la inflorescencia axilar, en cm

1.2.7 Tipo de sexo

1 monoico

2 dioico

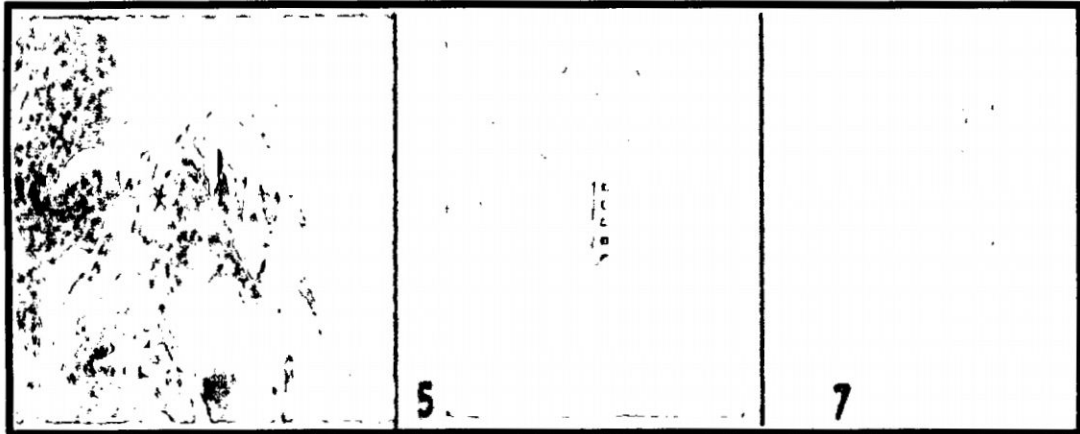
3 polígamo

### 1.2.8 Índice de densidad de la inflorescencia

3 laxa

5 intermedia

7 densa



### 1.2.9 Color de la inflorescencia

1 amarillo

2 verde

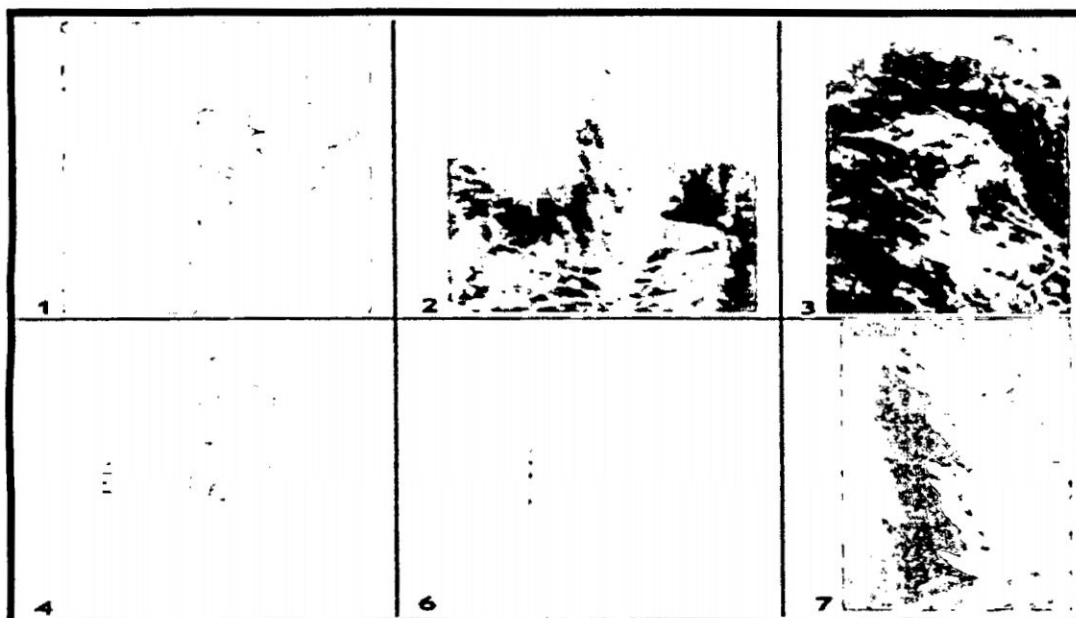
3 rosado

4 rojo

5 rojo-morado

6 verde y rosado (combinado)

7 rosado crema



### 1.3 Caracteres de la semilla

#### 1.3.1 Color de la semilla

1 amarillo claro

2 rosado

3 rojo

4 marrón

5 negro

#### 1.3.2 Tipo de cubierta

1 translúcida

2 opaca

#### 1.3.3 Forma de la semilla

1 redonda

2 elipsoide u ovoide

## **1.4 Evaluación preliminar**

### **1.4.1 Tasa de germinación**

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

### **1.4.2 Días a floración (número de días desde la siembra hasta la aparición del 50% de plantas)**

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

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

**Anexo 4.** Cuadro de doce variables cuantitativos para la determinación del dendograma de los catorce cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta. Canaán-INIA 2735 msnm, 2011

| Cultivos | Longitud de octava hoja (cm) | Ancho de octava hoja (cm) | Altura de planta a floración (cm) | Longitud tallo panoja lateral apical (mm) | Altura de planta (cm) | Longitud panoja (mm) | Longitud rama lateral de la planta (cm) | Longitud rama lateral superior de la planta (cm) | Diametro panoja (mm) | Peso de panoja (gr) | Peso de mil semillas (gr) | Tamaño de grano (mm) | Tipo de cubierta de la semilla |
|----------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|----------------------|---|--|----------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|
| CKA-002  | 9.08                         | 5.59                      | 95.50                             | 68.75                                     | 113.25                | 451.88               | 4.90                                    | 2.20   | 71.88                | 110.30              | 1.12                      | 1.03                 | 1.00                           |
| CKA-005  | 9.89                         | 5.65                      | 108.25                            | 86.04                                     | 114.38                | 428.75               | 1.68                                    | 2.90   | 68.13                | 91.45               | 1.09                      | 1.05                 | 2.00                           |
| CKA-015  | 9.69                         | 6.59                      | 95.38                             | 66.65                                     | 106.75                | 407.50               | 1.45                                    | 1.55   | 70.63                | 68.41               | 1.04                      | 1.11                 | 2.00                           |
| CKA-018  | 9.96                         | 4.16                      | 91.88                             | 104.68                                    | 109.00                | 488.75               | 3.30                                    | 2.20   | 85.50                | 104.18              | 1.06                      | 1.06                 | 2.00                           |
| CKA-017  | 8.16                         | 5.05                      | 81.38                             | 92.14                                     | 107.88                | 407.50               | 2.25                                    | 2.35   | 78.75                | 75.04               | 1.03                      | 1.01                 | 2.00                           |
| CKA-043  | 7.78                         | 4.71                      | 91.63                             | 73.53                                     | 102.25                | 434.38               | 2.45                                    | 2.30   | 78.75                | 72.34               | 1.08                      | 1.10                 | 2.00                           |
| CKA-049  | 8.78                         | 4.66                      | 86.63                             | 81.55                                     | 96.75                 | 351.88               | 1.35                                    | 1.34   | 78.75                | 62.38               | 0.97                      | 1.06                 | 2.00                           |
| CKA-050  | 8.13                         | 6.83                      | 99.63                             | 73.58                                     | 116.50                | 358.75               | 8.70                                    | 6.90   | 60.63                | 59.75               | 1.02                      | 1.02                 | 2.00                           |
| CKA-054  | 9.81                         | 6.03                      | 90.88                             | 79.18                                     | 97.25                 | 480.00               | 2.06                                    | 1.25   | 81.25                | 103.96              | 0.99                      | 1.03                 | 2.00                           |
| CKA-057  | 8.16                         | 4.86                      | 93.00                             | 77.63                                     | 111.38                | 418.75               | 2.00                                    | 1.32   | 66.88                | 88.71               | 1.03                      | 1.02                 | 2.00                           |
| CKA-056  | 8.81                         | 5.68                      | 80.25                             | 78.50                                     | 97.00                 | 365.00               | 1.65                                    | 1.85   | 70.00                | 57.10               | 1.03                      | 1.01                 | 2.00                           |
| CKA-060  | 11.41                        | 6.56                      | 97.38                             | 99.41                                     | 102.25                | 443.75               | 1.45                                    | 1.17   | 95.00                | 86.59               | 1.02                      | 1.03                 | 2.00                           |
| CKA-061  | 9.50                         | 5.73                      | 92.88                             | 70.01                                     | 106.13                | 346.25               | 1.29                                    | 0.97   | 81.25                | 48.04               | 0.94                      | 1.03                 | 2.00                           |
| CKA-072  | 10.30                        | 6.60                      | 84.63                             | 78.66                                     | 88.38                 | 380.63               | 1.40                                    | 0.61   | 68.75                | 46.49               | 1.06                      | 1.06                 | 2.00                           |