

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE  
AGRONOMÍA**



**TERCER CICLO DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE  
CULTIVARES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA  
(*Amaranthus caudatus* L.) CANAÁN 2735 msnm – INIA -  
AYACUCHO.**

**Tesis para Obtener el Título Profesional de  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**Presentado por  
LIBBET MARILÚ QUISPE MERCADO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2014**

Tesis  
Ag 1106  
Qui  
Ej. 2

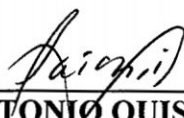
**“TERCER CICLO DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE  
CULTIVARES DE ACHITA PANOJA ROSADA ERECTA  
(*Amaranthus caudatus* L.) CANAÁN 2735 msnm. – INIA –  
AYACUCHO”**

Recomendado : 12 de setiembre de 2014  
Aprobado : 10 de octubre de 2014



---

**M. Sc. GERMÁN FERNANDO DE LA CRUZ LAPA**  
Presidente del Jurado



---

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



---

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



---

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

---

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

## DEDICATORIA

*Mi tesis dedico con mucho amor y cariño.*

*A mi madre Candelaria que me dio la vida y esta con migo en todo momento, quien confía en mí y con su amor, esfuerzo y sacrificio hizo posible lograr mis objetivos y aspiraciones.*

*Por tu bondad, tu sacrificio, tu perseverancia y tu insistencia que influyó en mí para seguir adelante y concluir con mi trabajo de tesis, para ti R.W.P.R.*

*A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater, fuente de sabiduría y enseñanza; por brindarme la oportunidad de asimilar en sus aulas los conocimientos para lograr mis objetivos.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de manera especial a la Escuela de Formación Profesional de **Agronomía** a mis maestros que día a día han impartido sus sabios conocimientos, sembrando en mí la semilla del saber.

Al Ing. MSc. José A. Quispe Tenorio, por su asesoramiento, por su labor altruista y esfuerzo durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Ana María Altamirano Pérez, del Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Canaán, por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo.

Así mismo expreso mi gratitud a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo y colaboración en la ejecución y desarrollo del presente trabajo.

Vaya para todos ellos, un gracias de todo corazón y Dios les pague con grandes bendiciones.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	x

INTRODUCCIÓN	01
--------------	----

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	04
1.2 UBICACIÓN TAXONÓMICA	04
1.3 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA ACHITA	05
a) Raíz	05
b) Tallo	06
c) Hoja	06
d) Inflorescencia	07
e) Fruto	08
f) Semilla	09
1.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO	09
1.5 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ACHITA	12
1.6 VALOR NUTRITIVO Y USOS DE LA ACHITA	13
1.7 MEJORAMIENTO EN EL CULTIVO DE ACHITA	14
a) Mejoramiento por selección	14
b) Mejoramiento por selección masal	15
c) Componentes de variancia y heredabilidad	18
d) Genética de la achita	18

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1	DE LA ZONA EN ESTUDIO	21
	a) Ubicación Geográfica	21
	b) Antecedentes del terreno	21
	c) Características edáficas del campo de cultivo	22
	d) Condiciones meteorológicas	23
2.2	PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO	27
2.3	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	28
	a) Diseño Experimental	28
	b) Descripción del campo experimental	28
	c) Unidad Experimental	29
	d) Tamaño de la Muestra	29
	e) Tratamientos en estudio	30
2.4	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	31
	a) Caracterización Morfológica	31
	b) Caracteres de Precocidad	32
	c) Caracteres de Productividad	34
2.5	ANÁLISIS GENÉTICO	35
2.6	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	37
	a) Preparación de terreno	37
	b) Delimitación del Campo Experimental	38
	c) Desinfección de las Semillas	38
	d) Abonamiento	38
	e) Siembra	39
	f) Raleo	39
	g) Control de Malezas	39
	h) Aporque	39
	i) Riegos	40
	j) Control Fitosanitario	40
	k) Cosecha	40
2.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	42
3.2	CARACTERES DE PRECOCIDAD	49
3.3	DENDOGRAMA DE SELECCIONES	52
3.4	CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD	54
3.4.1	Altura de Planta	55
3.4.2	Diámetro de tallo principal	56
3.4.3	Longitud de Panoja	57
3.4.4	Diámetro de Panoja	58
3.4.5	Peso de Panoja	60
3.4.6	Peso de 1000 Semillas	61
3.4.7	Tamaño de grano	63
3.4.8	Rendimiento de grano	64
3.5	SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN	66
3.5.1	Selección por caracteres	66
3.5.2	Respuesta a la selección	68

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1	Conclusiones	72
4.2	Recomendaciones	75
	Resumen	76
	Bibliografía	78
	Anexo	82

## ÍNDICE DE CUADROS

Cap.	Denominación	Pág.
1.1	Comparación del valor nutricional de la kiwicha.	14
2.1	Análisis Químico del suelo de Canaán – 2011	22
2.2	Análisis Granulométrico del suelo de Canaán- INIA 2011.	23
2.3	Datos Climatológicos, correspondiente a los años 2011 y 2012.	25
2.4	Colección de Ecotipos de achita, para la selección de poblaciones en estudio.	27
3.1	Características morfológicas de 30 selecciones de achita panoja rosada erecta-Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	43
3.2	Características morfológicas de 30 selecciones de achita panoja rosada erecta-Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	44
3.3	Lista de Descriptores de Achita.	45
3.4	Caracteres de precocidad en número de días después de la siembra de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	50
3.5	Cuadros medios del análisis de variancia de características de productividad de 30 selecciones en 7 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm- Ayacucho.	54
3.6	Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	55
3.7	Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de tallo principal de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	56

3.8	Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	57
3.9	Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	59
3.10	Prueba de Tukey para los promedios de peso de panoja de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	60
3.11	Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	61
3.12	Prueba de Tukey para los promedios de tamaño de grano de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	63
3.13	Prueba de Tukey para los promedios rendimiento de grano de 07 cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	64
3.14	Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del peso de panoja y rendimiento en achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	66

- 3.15 Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del peso de panoja sobre el rendimiento de grano por hectárea en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho. 67
- 3.16 Resumen de selección de Stepwise con la variables peso de panoja, incluida en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho. 67
- 3.17 Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho. 68
- 3.18 Componentes de variancia y heredabilidad en el rendimiento de grano en Kg/Ha<sup>-1</sup>, de la achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho. 69
- 3.19 Promedio del rendimiento de grano (tn/ha) y ganancia por selección en 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho. 70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Cap.	Denominación	Pág.
	Temperaturas Ombrotérmicas y Balance Hídrico de la	
2.1	Estación Experimental Canaán – INIA, correspondiente a los años 2011 y 2012.	26
2.2	Diferencial de selección	37
3.1	Características morfológicas del cultivar CKA-022 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	46
3.2	Características morfológicas del cultivar CKA-025 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	46
3.3	Características morfológicas del cultivar CKA-020 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	47
3.4	Características morfológicas del cultivar CKA-019 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	47
3.5	Características morfológicas del cultivar CKA-027 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	48
3.6	Características morfológicas del cultivar CKA-010 Canaán (2735 msnm) – Ayacucho.	48
3.7	Características morfológicas del cultivar CKA-079 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	49
3.8	Dendograma de las 30 selecciones de Achita panoja rosada erecta con los Caracteres de Precocidad.	52
3.9	Regresión lineal múltiple del rendimiento de grano (tn/ha) sobre el peso de panoja (g) en achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	68
3.10	Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de achita ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	71

## INTRODUCCIÓN

La achita (*Amaranthus caudatus* L.) es uno de los cultivos más antiguos de América, originaria de la zona Andina del Perú, Bolivia y Ecuador fue el principal cultivo de los incas que proporcionó alimentos sumamente nutritivos especialmente a los pobladores rurales. Perú es el país andino donde se cultiva la achita, tanto en la costa, sierra y selva alta, desde el nivel del mar hasta los 3,400 metros, siendo los principales productores los departamentos de Cajamarca, Ancash, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, y, en mayor escala, Cuzco.

Según la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura (OIA-MINAG) en la campaña 2009 - 2010 en el Perú se cultivaron 2635 hectáreas de achita, cuya producción fue de 3902 toneladas de grano; y un rendimiento de  $1.5 \text{ tn.ha}^{-1}$ ; y en la región Ayacucho se cultivó 166 hectáreas de achita, cuya producción fue de 157 toneladas de grano con un rendimiento promedio de  $0.95 \text{ tn.ha}^{-1}$  que está muy por debajo del rendimiento del promedio nacional.

Los niveles de desnutrición en niños menores de 5 años son alarmantes siendo a nivel nacional 24% y regional 41% en el año 2009 (FONCODES); gran parte de ello se debe a la reducción de la base de la seguridad alimentaria a solo unas pocas especies quedando en el olvido especies nativas como la achita que a pesar de contener 12 a 16 % de proteína y 6.37% de aminoácido esencial lisina que tiene gran influencia en el desarrollo físico, intelectual de los niños, no alcanza la importancia requerida con respecto al área cultivada, producción y rendimiento.

Los pequeños agricultores que se dedican al cultivo de achita obtienen bajos rendimientos debido a que usan semillas de baja calidad que limita al cultivo a los riesgos por plagas, enfermedades y efectos climáticos diversos que hace imposible competir con otras especies cultivadas en el mismo ambiente agrícola con mayor rendimiento por hectárea.

El mejoramiento de la capacidad productiva local de la achita requiere de la selección de cultivares en nuestra condiciones a fin de lograr descubrir las mejores cualidades y características que contribuyan a este propósito.

La variedad mejorada puede ser más vigorosa en su crecimiento y, por lo tanto, producir un rendimiento más alto debido a una utilización más eficiente de los elementos nutritivos con que se disponga, contribuyendo de esta manera a la ampliación de la diversidad genética y seguridad alimentaria.

En este sentido la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, a través del Programa de Cultivos Andinos viene

realizando la recolección de semillas de achita en las diferentes partes de nuestra región para su estudio básico orientado a maximizar su potencial agronómico, del cual se tomó selecciones de achita de panoja rosada erecta con los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

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

**Objetivos específicos:**

1. Efectuar la caracterización morfológica de 30 selecciones de achita de panoja rosada erecta.
2. Evaluar los caracteres de precocidad de 30 selecciones de achita de panoja rosada erecta.
3. Evaluar el rendimiento de grano de 30 selecciones de achita de panoja rosada erecta.
4. Evaluar la selección por caracteres y la respuesta a la selección de 30 selecciones de achita de panoja rosada erecta.

# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

**EARLY (1987)**, manifiestan que la achita o amaranto es una planta que fue domesticada en los Andes y Mesoamérica y usada como grano en los tiempos pre-hispánicos. En México, juntamente con el maíz y el frijol formaba uno de los granos básicos del imperio Azteca. Se sabe que el amaranto era la planta ceremonial más importante de los aztecas, y por ello las autoridades coloniales se encargaron de prohibir su cultivo, extendiéndose la prohibición a otras áreas de la América colonial.

### **1.2 UBICACIÓN TAXONÓMICA**

**SUMAR (1993) y MUJICA (1997)**, mencionan a la achita con la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	:	Vegetal
DIVISIÓN	:	Fanerógama
TIPO	:	Embryophita Siphonogama
SUB-TIPO	:	Angiosperma
CLASE	:	Dicotiledónea
SUB-CLASE	:	Archyclamydae
ORDEN	:	Centrospermales
FAMILIA	:	Amarantaceae
GENERO	:	Amaranthus
ESPECIE	:	<i>Amaranthus caudatus</i> L.
NOMBRE VULGAR:		“Kiwicha” (Cuzco, Perú) “achis” (Norte del Perú), “achita”, “coyos” (centro del Perú) “coimi” (Perú, Bolivia y Argentina); “millmi” (Bolivia); “chaquilla” (Argentina); “achita” (Perú, centro y sur); “trigo inca” (nor oeste de Argentina), “quinua” y “quinua del valle” (Argentina).

### 1.3 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE ACHITA

#### a) Raíz

**SUMAR (1993)**, afirma que la radícula de la semilla comienza a crecer hacia abajo durante la germinación y forma la raíz principal, cuando la pequeña planta de achita ha presentado de 4 a 6 hojitas, se inicia algo sorprendente el veloz crecimiento longitudinal de la raíz principal que otorga a la planta tolerancia a la sequía. La raíz principal de la planta adulta puede alcanzar una profundidad de 180 cm.

**MUJICA y BERTI (1997)**, describen que la raíz es pivotante, con un buen número de ramificaciones y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después de que el tallo empieza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes.

#### **b) Tallo**

**SUMAR (1993)**, describe que la achita posee tallo generalmente fibroso, con fibras elásticas y esponjosas, que le permiten ceder sin romperse a la presión de los vientos fuertes. El color varía de acuerdo al ecotipo, entre el verde claro y el encarnado. La altura de la planta se halla determinada por su eje principal. El tamaño total de 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 y con ramas que se ubican a lo largo del tallo.

#### **c) Hoja**

**SUMAR (1993)**, define que las hojas son simples, enteras con nervaduras pronunciadas en el envés, de formas variables entre lanceoladas, elípticas y romboides, la longitud varía entre 6.5 y 14 cm.; la coloración del haz es variable de acuerdo al ecotipo, y puede ser verde – amarillento, verde intenso, rojo o púrpura; el peciolo es largo y también de variados colores.

**TAPIA (1982)**, menciona que las hojas son de forma ovoide, bastante nervadas de color claro. Mientras son tiernas se le puede consumir como hortalizas, conjuntamente con la inflorescencia.

#### **d) Inflorescencia**

**SUMAR (1993)**, indica que la inflorescencia, llamada también panoja 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. y de colores variados como amarillo, rojo, púrpura, dorado. Esta inflorescencia toma diferentes actitudes frente al tallo: Decumbentes en los ecotipos asilvestrados, semierecto y erecto en las líneas y variedades desarrolladas recientemente.

La inflorescencia tiene formas y combinaciones de sí misma, como la amarantiforme con los amentos de dicacios compuestos y rectilíneos, dirigidos hacia arriba o hacia abajo, según sea la panoja erguida o decumbente y también en forma glomeruladas donde los amentos de dicacios se agrupan formando esferas del tamaño de una bola de ping pong.

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

La inflorescencia de acuerdo a su densidad se clasifica:

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

La inflorescencia es compuesta, sin flor terminal, de crecimiento apical, con flores asilares, terminales y cilindráceas, largamente pedunculadas y flexibles.

Señala que las flores masculinas se hallan en los dicacios primarios, aunque a veces también en los secundarios, con dos tépalos externos y tres internas. Las flores femeninas también pentámeras; los tres tépalos internos rómbico, anchamente espatuladas con frecuencia casi orbicular en su mitad superior.

#### **e) Fruto**

**SUMAR (1993)**, afirma que el fruto es un pixidio (una cápsula de dehiscencia transversal); las semillas elíptico-redondeadas, lisas de borde convexo o afilado, opacas o semi translúcidos y de color diferente según el ecotipo: negras, castañas, blancas, blanco rosadas o blanco amarillentas, de 1 a 1.3 mm. de diámetro por 0.5 a 0.8 mm. de espesor. Un gramo de semilla contiene de 800 a 1600 semillas; el tamaño del grano está determinado por la herencia genética y por las condiciones de crecimiento de la planta.

**NIETO (1990)**, afirma el fruto es un pixidio unilocular, es decir, una cápsula, que cuando madura presenta dehiscencia transversal, lo que facilita la caída de la semilla. En el grano se pueden diferenciar tres partes: la cubierta, conocida como epispermo, una segunda capa que está formada por los cotiledones y es la parte más rica en proteína, y una capa interna, rica en almidones conocida como perisperma.

#### **f) Semilla**

**NIETO (1990)**, menciona que la semilla es muy pequeña, mide de 1 a 1.5 mm. de diámetro y el número de semillas por gramo oscila entre 1000 y 3000. Son de forma circular y de colores variados, así existen granos blancos, blanco amarillentos, dorados, rosados, rojos y negros. Todas las especies silvestres presentan granos negros y de cubiertas muy duras. Anatómicamente en el grano se distinguen tres partes principales: la cubierta, que es una capa de células muy fina conocida como episperma, una segunda capa que está formada por los cotiledones y es la parte más rica en proteína y una capa interna, rica en almidones conocida como perisperma.

#### **1.4 FENOLOGÍA DEL CULTIVO**

**MUJICA y QUILLAHUAMÁN (1989)**, menciona que la determinación de los diferentes eventos o fases fenológicas de los cultivos es una forma de medir la respuesta de los cultivos a las condiciones ambientales ocurridas en el transcurso del año agrícola, lo cual permite evaluar el grado de interacción de los diferentes factores de producción con las condiciones agrometeorológicas del lugar de producción, siendo los estados fenológicos los siguientes:

##### **a) Emergencia**

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. Esta fase ocurre de los 8 a 15 días después de la siembra.

**b) Dos hojas verdaderas**

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

**c) Seis hojas verdaderas**

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

**d) Ramificación**

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

**e) Inicio de panojamiento**

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

**f) Panojamiento**

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas notándose la ramificación floral que la conforma, asimismo se observa en

los racimos florales de la base, los botones individualizados; ello ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra.

**g) Inicio de floración**

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

**h) Floración**

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

**i) Grano lechoso**

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

**j) Grano pastoso**

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

**k) Madurez fisiológica**

Es cuando las plantas a una estimación visual, adquieren un cambio de color en panojas verdes a color oro y en panojas rojas a color café rojizo,

observándose en un 50% de plantas referidas a una determinada población; ello ocurre de los 140 a 170 días después de la siembra, caso contrario ocurre deshidratación de la semilla; es el momento de efectuar la siega.

### **1.5 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ACHITA.**

**AEDO (1989)**, en un estudio sobre fenología y rendimiento de 14 cultivares de achita obtuvo un rango de 3762.22 a 6328.88 kg.ha<sup>-1</sup>.

**AVILÉS (1990)**, en su estudio de seis acciones de achita obtuvo rendimientos que oscilan entre 3122.91 y 1393.25 kg.ha<sup>-1</sup>. **SALÍS (1985)**, manifiesta que los rendimientos de los ensayos efectuados oscilan entre 650 y 2900 kg.ha<sup>-1</sup> y que se puede lograr un promedio de 2000 kg.ha<sup>-1</sup> en suelos ricos en materia orgánica complementando con una buena preparación de terreno.

**PARIONA (1992)**, en sus estudios de 24 colecciones de achita en Guayacondo - Ayacucho, obtuvo rendimientos que oscilan entre 4183.33 a 2928.57 kg.ha<sup>-1</sup> para la colección de Oscar blanco un rendimiento de 3819.05 kg.ha<sup>-1</sup>. **CACÑAHUARAY (1996)**, en su estudio de determinación de la época crítica de competencia de maleza en achita, halla rendimientos de 5.53 Tn.ha<sup>-1</sup> para un deshierbo continuo hasta la madurez fisiológica, seguido de 5.29 Tn.ha<sup>-1</sup>, para un deshierbo hasta la cuarta semana y contrariamente un rendimiento de 0.89 Tn.ha<sup>-1</sup> para un tratamiento sin deshierbo.

**PALACIOS (1997)**, es un estudio preliminar sobre el efecto de la

decapitación apical en el rendimiento de 38 entradas de achita, en Canaán – Ayacucho, obtiene en la variedad Oscar blanco: 5660.60 kg.ha<sup>-1</sup> (sin decapitación), 6963.90 kg.ha<sup>-1</sup> (primera decapitación) y 5958.90 kg.ha<sup>-1</sup>(segunda decapitación), cuya densidad de plantas fue 1m entre surcos y 10 cm entre plantas.

**NÚÑEZ (2006)**, obtuvo un rendimiento de 800-3600 kg.ha<sup>-1</sup> con el cultivar CCA – 013 (colección Canaán achita – 013) procedente del distrito de Vinchos. **TENORIO (1996)**, en condiciones de Canaán - Ayacucho, a 2750 msnm con siete colecciones de achita procedentes de la localidad de compañía obtuvo los siguientes rendimientos: Ecotipo rosado, 6719.8 kg.ha<sup>-1</sup>; Achita morena, 6299.3 kg.ha<sup>-1</sup>; Achita canela, 6121.7 kg.ha<sup>-1</sup>, Ecotipo compañía 01, 6021.3, kg.ha<sup>-1</sup>; Blanca real, 5995.6 kg.ha<sup>-1</sup>; Ecotipo compañía 02, 5538.1, kg.ha<sup>-1</sup>; Achita rosada, 3803.3 kg.ha<sup>-1</sup>.

## **1.6 VALOR NUTRITIVO Y USOS DE LA ACHITA**

**ODTOJAN (1986)**, menciona que la semilla de amaranto tiene un valor nutricional de 12 a 16% de proteína, altos niveles de lisina; 7.5% de grasa; 62% de carbohidratos; 3% de minerales, con prevalencia de P, Mg, K, Ca y Fe en orden decreciente; 1.5% de vitaminas, como vitamina C, niacina, vitamina B1, B2 y 10% de agua.

La proteína de la kiwicha tiene una alta digestibilidad, aproximadamente de 90%.

**CUADRO 1.1** Comparación del valor nutricional de la kiwicha.

<b>Grano</b>	<b>Kiwicha</b>	<b>Trigo</b>	<b>Maíz</b>	<b>Arroz integral</b>	<b>Avena</b>
<b>Proteína %</b>	14.9	12.3	8.9	7.5	16.1
<b>Grasa %</b>	6.9	1.8	3.9	1.9	6.4
<b>Fibra %</b>	4.2	2.3	2.0	0.9	1.9

Fuente: Cultivos Andinos y su aporte a la alimentación humana.

## **1.7 MEJORAMIENTO EN EL CULTIVO DE ACHITA**

### **a) Mejoramiento por selección**

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

En las especies de polinización cruzada, que son sumamente heterocigóticas, rara vez se utilizan plantas individuales para constituir una variedad por lo simple de que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del tipo del progenitor dentro de las progenies, necesiándose una mayor amplitud de diversidad genética, para mantener una población vigorosa.

**SUMAR (1993)**, menciona que, en variedades de polinización libre de plantas alógamas se encuentra en general una gran variación que hace de cada planta prácticamente un híbrido diferente de cualquier otro. Así

cuando se selecciona la semilla de un individuo, el único progenitor que se conoce es el femenino. En el momento en que se toma semilla de esa planta para reproducirla, no se sabe de dónde vinieron los granos de polen que la produjeron y debe tomarse en cuenta que muchos de ellos pudieron haber traído germoplasma indeseable. Al llevar a cabo esta selección repetida es necesario cultivar poblaciones suficientemente grandes para que el efecto de endogamia no se manifieste.

#### **b) Mejoramiento por selección masal**

**ALLARD (1980)**, manifiesta que, la selección masal es una forma de apareamiento al azar con selección. El fin de la selección masal es el aumento de la proporción de genotipos superiores en la población. La eficacia de esta se lleva a cabo en un sistema de apareamiento al azar con selección que depende principalmente del número de genes y de la heredabilidad. La selección masal ha sido efectiva para aumentar las frecuencias génicas en caracteres que se pueden ver o medir fácilmente. La selección masal ha sido útil para la obtención de variedades para fines especiales y para cambiar la adaptación de variedades mejoradas en nuevas zonas de producción.

Así mismo, manifiesta que, los cambios ocurridos en maíz, sirven para ilustrar un gran número de efectos de la selección masal sobre las poblaciones, incluyendo el efecto de la selección en el aspecto morfológico en la adaptación u en el rendimiento, así como la influencia de la hibridación intervarietal y de la reducción en el tamaño de las poblaciones. La selección masal puede en realidad modificar el tipo de

planta, maduración, características del grano y otros caracteres que se pueden reconocer fácilmente. Además se sabe que la hibridación entre variedades tuvo su importancia para conseguir la variabilidad a partir del cual se seleccionaron nuevas variedades.

**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.

Este método, es uno de los más antiguos utilizado para el mejoramiento de las especies con polinización cruzada. Ha sido el procedimiento principal que ha utilizado para el mejoramiento del maíz, y fue puesto en práctica por el propio agricultor al seleccionar mazorcas para la siembra de la siguiente campaña.

El autor señala además que aun cuando la selección se basa en el fenotipo, su objetivo es obtener una mayor frecuencia de genotipos sobresalientes dentro de la población. La eficacia de la selección masal depende de la precisión con que el fenotipo refleja al genotipo. Esta selección ha sido eficaz a través de la separación y acumulación de genes para caracteres cuantitativos que podrían apreciarse a simple vista, o medirse con facilidad, y que, por lo tanto, podrían utilizarse como base de selección. En el maíz de polinización libre fue posible obtener

variedades con diferente precocidad, altura de planta, tamaño de la mazorca, tipo de los granos, porcentaje de aceite, y características similares por medio de una continuada selección masal. Es desde luego necesario que para la selección masal sea eficaz, los genes para esas diferencias existan en la población mezclada. Dando por hecho que estén presentes las variaciones hereditarias necesarias, el grado de progreso dependerá en mayor o menor grado de la habilidad del fitogenetista para escoger plantas diferentes, tanto genotípicamente como fenotípicamente.

**TAPIA (1982)**, afirma que la selección masal no ha sido especialmente eficaz para mejorar caracteres como el rendimiento que fluctúa ampliamente con las condiciones ambientales, y por lo tanto no pueden ser identificados con precisión, por la simple observación del fenotipo. La ventaja principal del método de selección masal es su simplicidad y la facilidad con que se puede llevar a cabo. Además de usarse para la formación de nuevas variedades, la selección masal se puede usar para mantener la pureza de las variedades de las especies de polinización cruzada. La selección masal ha sido un método común para mantener fuentes de la semilla de variedades de maíz con polinización abierta. La selección masal es probablemente el sistema de selección más antigua que se conoce, pues consiste en tomar la semilla de los individuos seleccionados, mezclarla y sembrarla toda junta para formar con ella una nueva población, en la cual se vuelve a repetir el proceso.

El efecto de la selección repetida sobre una población alógama es el de desviar la composición genética de la población y, consecuentemente, el

resultado de la selección masal depende de lo eficiente que sea el sistema de selección para lograr desviar esta composición genética en el sentido deseado. Cuando la selección se lleva a cabo mediante la observación de caracteres que son poco afectados por los medios ecológicos y fácilmente visibles, la selección masal puede ser sumamente eficaz, aunque definitivamente será más o menos tardado, según que el carácter este determinado por varios factores tenga una tendencia a dominancia o recesividad.

#### **c) Componentes de variancia y heredabilidad**

INIA (2012) Presentó resultados de componentes de variancia y heredabilidad para el rendimiento de grano (tn/ha) de cultivares de achita de grano blanco en experimentos conducidos en la Estación Experimental Canaán, a 2735 msnm – Ayacucho, entre los años 2009 a 2012. En achita guinda erecta blanca se tiene la variancia ambiental de 0.30, variancia genética de 2.03, variancia fenotípica de 2.32 y heredabilidad de 0.87; en achita rosada semierecta blanca, se tiene la variancia ambiental de 0.28, variancia genética de 1.65, variancia fenotípica de 1.93 y heredabilidad de 0.85; achita rosada erecta blanca se tiene la variancia ambiental de 0.18, variancia genética de 1.10, variancia fenotípica de 1.28 y heredabilidad de 0.86; en achita blanca decumbente blanca, se tiene la variancia ambiental de 0.04, variancia genética de 0.51, variancia fenotípica de 0.55 y heredabilidad de 0.92.

#### **d) Genética de la achita**

**ALLARD (1980)**, menciona que la achita presenta amplia variación

genética y diversidad de formas de la planta, desde erecta hasta completamente decumbente. Muestra gran variación en el color del grano, precocidad, contenido de proteína, tipos de panícula, adaptación a suelos, climas, precipitación, temperaturas, resistencia a enfermedades y contenido en colorantes. La mayor variación genética se observa en los Andes (Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina). El porcentaje de alogamia varía entre el 10 y el 50 por ciento, incluso entre individuos de una misma población. El cruzamiento depende del viento, número de insectos polinizadores, producción de polen. El género *Amaranto* es un cultivo predominantemente de autopolinización con cantidades variables de alogamia. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas 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.

**LEÓN (1964)**, haciendo referencia a las investigaciones de Takagi, Murria y Grant, cita para esta especie  $2n = 32$  cromosomas, el número ha sido encontrado en la mayoría de las especies de *Amaranthus*, pero en este género también se han determinado varios casos de aneuploidía. La biología floral de algunos *Amarantos* ha sido estudiada por Sumar, quien afirma que las especies, monoicas como *Amaranthus caudatus* son autofértiles, aunque las flores pistiladas presentan estigmas receptivos

varios días antes de que haya estambres. En esta especie la primera flor de cada glomérulo es estaminada y el resto son pistiladas. La mayoría de los *Amaranthus* son polinizadas por el viento.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 DE LA ZONA EN ESTUDIO**

##### **a) Ubicación Geográfica**

El presente trabajo se ejecutó en la Estación Experimental Canaán, propiedad del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; geográficamente se ubica en las coordenadas 13°10'09" Latitud Sur y 74°12'82" Longitud Oeste, a una altitud de 2735 msnm. Los terrenos presentan una pendiente que varía de 1.5 a 2.0 %. Ecológicamente, según HOLDRIGE (1986), se encuentra dentro de la zona de vida natural Bosque Seco-Montano bajo (bs-MB).

##### **b) Antecedentes del terreno**

Durante la campaña anterior se instaló el cultivo de trigo con fertilizantes destinada a la producción de granos.

De acuerdo a la fisiografía se observa que los terrenos de la Estación

Experimental Canaán son de una profundidad casi superficial cuyo relieve es ligeramente mediano lo que favorece para la aplicación de riegos superficiales.

**c) Características edáficas del campo de cultivo**

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se realizaron los correspondiente análisis en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “**Nicolás Roulet**” de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Las muestras para el análisis fueron tomadas hasta una profundidad de 20 cm. de la superficie del suelo agrícola (método convencional) y tratando de cubrir toda el área delimitada, luego todas las muestras extraídas fueron mezclados y cuarteados para formar las muestras representativa, compuesta de 0.5 kg cuyos resultados se muestran en los Cuadros 2.1 y 2.2.

**CUADRO 2.1: Análisis Químico del suelo de Canaán – 2011**

COMPONENTES		CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICOS	Materia orgánica (%)	1.27	Pobre
	N total (%)	0.07	Pobre
	P disponible (ppm)	25.55	Alto
	K disponible (ppm)	122.55	Alto
	pH	7.50	Alcalino

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “**Nicolás Roulet**” de la UNSCH.

**CUADRO 2.2: Análisis Granulométrico del suelo de Canaán-INIA 2011**

	PARTICULAS	CONTENIDO
FÍSICOS	Arena (%)	35.28
	Limo (%)	16.85
	Arcilla (%)	45.4
	Clase textural	Franco arcilloso

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “**Nicolás Roulet**” de la UNSCH.

De acuerdo a los resultados, en el Cuadro 2.1 se muestra que el contenido de materia orgánica y el nitrógeno es bajo; el fósforo y potasio resulto con un contenido alto; así mismo el grado de pH del suelo fue alcalino.

De igual manera, el análisis físico evidenció un suelo de clase textural franco arcilloso.

**d) Condiciones meteorológicas.**

Los datos climáticos fueron registrados en la Estación Meteorológica de Canaán-INIA, ubicada a una altitud de 2735 msnm; registrándose las temperaturas máximas y mínimas media mensual, así mismo se registraron la precipitación total y la humedad relativa.

En base a estos datos climáticos se procedió a calcular la evapotranspiración potencial por el método empírico de Hargreaves y la precipitación efectiva para determinar las temperaturas ombrotérmicas y el Balance Hídrico de la Estación Experimental de Canaán-INIA,

correspondiente a los años 2011 y 2012, los que se reportan en el Cuadro 2.3 y el Grafico 2.1.

De acuerdo a los datos climatológicos, la temperatura máxima media mensual (25.7°C) se presentó en el mes de abril del 2012, mientras que la temperatura mínima media mensual (5.9°C.) se registró en el mes de julio del 2012. La temperatura media anual fue de 16.43°C, siendo muy adecuada para el cultivo de achita. De igual forma se registró una precipitación efectiva total de 476.97 mm, presentándose como el mes de febrero (100.23 mm) con el más lluvioso, mientras que los meses de mayo, julio y agosto no se tuvo ninguna precipitación.

Con relación al Balance Hídrico, los meses donde se tuvo mayor humedad del suelo fueron noviembre y diciembre del 2011 y los meses de febrero, marzo y abril del 2012. Sin embargo en los meses con déficit de humedad en el suelo fueron setiembre y octubre del 2011, luego enero, mayo, junio, julio y agosto del 2012.

Como el ensayo se instaló en el mes de diciembre del 2011, las condiciones de humedad del suelo fueron adecuados para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo de achita; solo en el mes de enero, cuando las plantas de achita estuvieron en estado de crecimiento, se presentó una sequía temporal en el mes de enero, por lo que se tuvo que dotar de agua al suelo mediante riego artificial por el método de gravedad. El número de riegos y la cantidad de agua que se suministró fue en función a las necesidades hídricas del cultivo y las condiciones edafoclimáticas del campo de cultivo.

**CUADRO 2.3:**

Datos Climatológicos, correspondiente a la campaña 2011 y 2012.

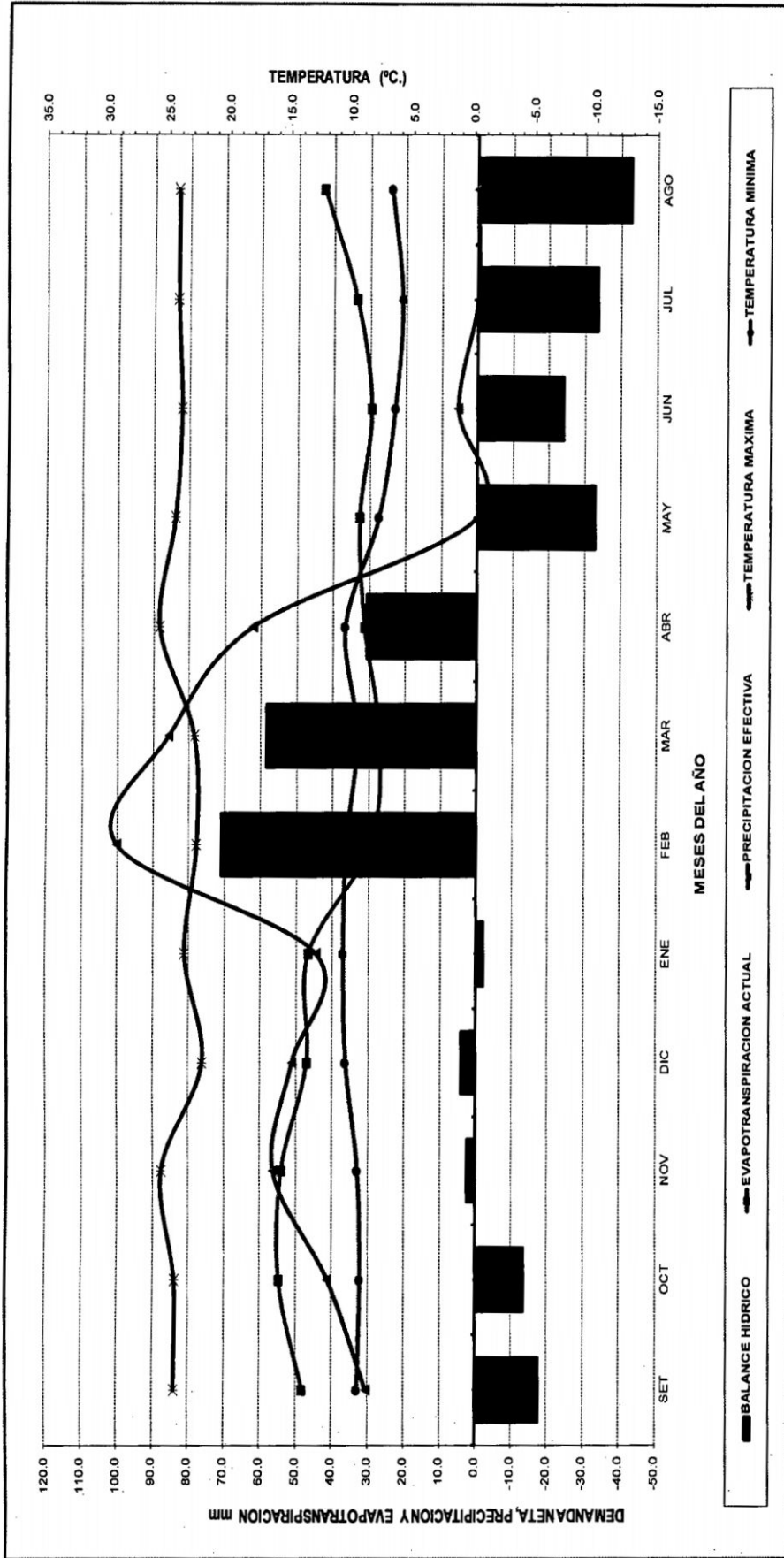
Estación meteorológica : Canaán – INIA

Altitud : 2735 msnm

Coordenadas : 13°10'09" LS

74°12'82" LO

DATOS CLIMATICOS	AÑO 2011												AÑO 2012						TOTAL ANUAL	TEMP MED
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL ANUAL	TEMP MED						
	T° Max med-men (°C.)	24.4	24.4	25.5	22.1	23.6	22.6	22.8	25.7	24.4	23.9	24.2			24.2	23.99				
T° Min med-men (°C.)	9.4	9.2	9.4	10.4	10.6	10.4	9.5	10.5	7.8	6.5	5.9	6.8	8.88							
T° Med-men (°C.)	16.90	16.80	17.45	16.29	17.10	16.52	16.14	18.07	16.09	15.23	15.08	15.54	16.43							
Precipitación total (mm)	37	49.3	67.3	61	53.1	153.9	110.7	74.3	2.4	10.7	2.4	2.1	624.20							
Precipitación efectiva (mm)	30.50	41.12	56.34	51.17	44.54	100.23	85.57	62.08	0.00	5.42	0.00	0.00	476.97							
Evapotranspiración potencial (mm)	135.42	153.84	152.03	132.39	131.33	82.58	76.05	88.18	92.23	82.98	94.62	120.10	1341.75							
Fc (corrección)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36								
Evapotranspiración corregida (mm)	48.14	54.69	54.04	47.06	46.69	29.36	27.03	31.35	32.79	29.50	33.64	42.69								
Humedad del suelo (mm)	-17.64	-13.57	2.30	4.11	-2.15	70.87	58.54	30.73	-32.79	-24.08	-33.64	-42.69								
Exeso de humedad (mm)			2.30	4.11		70.87	58.54	30.73												
Deficit de Humedad (mm)	17.64	13.57			2.15				32.79	24.08	33.64	42.69								



**FIGURA 2.1:** Temperaturas Ombrotérmicas y Balance Hídrico de la Estación Experimental Canaán – INIA, correspondiente a los años 2011 y 2012.

## 2.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO

El material genético estuvo compuesto de 07 cultivares con 30 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta.

Los 07 cultivares fueron caracterizados y seleccionados por la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, mediante su Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos conocido como CICLO I de cada población 04 plantas con mejores rendimientos; CICLO II de cada población 04 plantas; nuestro experimento (CICLO III), utilizó las semillas de estas 04 plantas; de este modo se logró un total de 30 selecciones para su evaluación.

Las 30 selecciones se combinan para obtener un Compuesto para el CICLO III, este fue una fuente de polinización adyacente a cada selección. Esto se detalla en el esquema del campo de cultivo.

**CUADRO 2.4:** Colección de Ecotipos de achita, para la selección de poblaciones en estudio.

CULTIVAR	PROCEDENCIA			RENDIMIENTO (kg.ha <sup>-1</sup> )
	Localidad	Distrito	Provincia	
CKA-022	Niño Yucay	Tambillo	Huamanga	4019.0
CKA-025	Chilinga	San Miguel	La Mar	2033.0
CKA-020	Suso	Quinoa	Huamanga	4021.0
CKA-019	Andamarca	Acosvinchos	Huamanga	2936.0
CKA-027	Chilinga	San Miguel	La Mar	3073.0
CKA-010	Tinte	Tambillo	Huamanga	4120.0
CKA-079	Niño Yucay	Tambillo	Huamanga	2638.0

## 2.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### a) Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente Randomizado con 30 tratamientos provenientes de 07 cultivares, cada tratamiento con 10 repeticiones.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL), tuvo la siguiente estructura:

$$Y_{ij} = \mu + \varphi_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  = Es una observación de la unidad de análisis.
- $\mu$  = Es la media general de las unidades de análisis
- $\varphi_i$  = Es el efecto de las selecciones
- $\varepsilon_{ij}$  = Error experimental o efecto aleatorio de la observación

### b) Descripción del campo experimental

Las características del campo experimental se detallan a continuación:

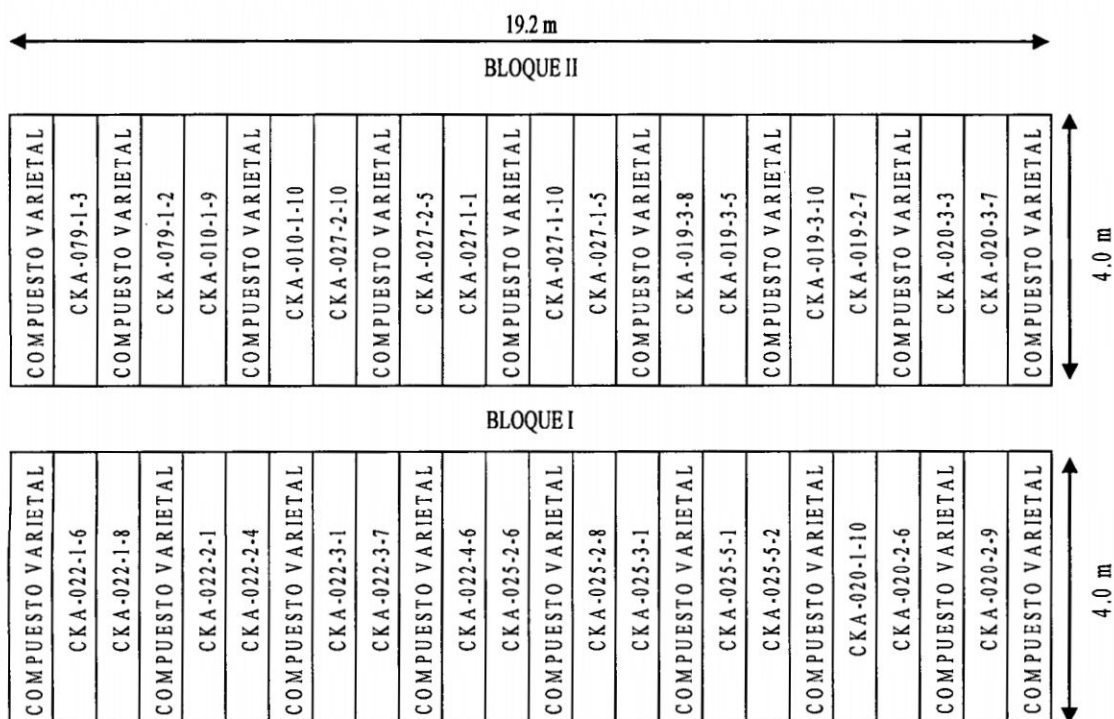
#### De los Bloques:

Numero de bloques	: 2.0
Largo de bloques	: 19.2 m
Ancho de bloque	: 4.0 m
Area de bloque	: 76.8 m <sup>2</sup>

#### De las Parcelas o las unidades experimentales:

Numero de parcelas por bloque	: 24
Numero total de parcelas	: 48
Largo de parcelas	: 4.0 m
Ancho de parcelas	: 0.8 m
Area de parcela	: 3.2 m <sup>2</sup>

### Esquema del campo de cultivo:



### c) Unidad Experimental

La unidad experimental fue conformada por una planta de achita, razón por la cual se instaló las plantas en un surco de 4.0 m de largo, distanciados a 0.8 m entre surcos, utilizando una densidad de siembra de  $4.0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; luego de la emergencia se hizo el desahije con el fin de manejar entre 15 a 20 plantas por metro lineal de surco.

### d) Tamaño de la Muestra

Cada población base estuvo formada como mínimo de 100 plantas. El tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes fórmulas de tamaño de muestra.

### Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

$$n = \frac{NPQ}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + PQ} = \frac{100 \cdot 0.95 \cdot 0.05}{(64-1)\left(\frac{0.125}{1.96}\right)^2 + 0.95 \cdot 0.05} = 10$$

Dónde:

N= Tamaño de la población

P= Proporción de plantas típicas esperada (95% =0.95)

Q=Proporción de plantas atípicas esperada (5% = 0.05)

Z= 1.96 valor de Z para 95% de confianza

B= Error absoluto.

### Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{100 \cdot 144}{(64-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 144} = 10$$

Dónde:

N= Tamaño de la población

$\sigma^2$  =Variancia de la población

Z= 1.96 valor de Z para 95% de confianza

B= Error absoluto

En resumen, para caracteres cualitativos y cuantitativos se tomaron una muestra de 10 plantas.

### e) Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron:

Nº Parcela	SELECCIÓN	CULTIVAR	ORIGEN
01	CKA-022 C1-1-6	CKA – 022	Niño Yucay
02	CKA-022 C1-1-8		
03	CKA-022 C1-2-2		
04	CKA-022 C1-2-4		
05	CKA-022 C1-3-1		
06	CKA-022 C1-3-7		
07	CKA-022 C1-4-6		
08	CKA-025 C1-2-6	CKA – 025	Chilinga San Miguel
09	CKA-025 C1-2-8		
10	CKA-025 C1-3-1		
11	CKA-025 C1-5-1		
12	CKA-025 C1-5-2		
13	CKA-020 C1-1-10	CKA – 020	Suso Acosvinchos
14	CKA-020 C1-2-6		
15	CKA-020 C1-2-9		
16	CKA-020 C1-3-7		
17	CKA-020 C1-3-3		
18	CKA-019 C1-2-7	CKA – 019	Andamarca Acosvinchos
19	CKA-019 C1-3-10		
20	CKA-019 C1-3-5		
21	CKA-019 C1-3-8		
22	CKA-027 C1-1-5	CKA – 027	Chilinga San Miguel
23	CKA-027 C1-1-10		
24	CKA-027 C1-1-1		
25	CKA-027 C1-2-5		
26	CKA-027 C1-2-10		
27	CKA-010 C1-1-10	CKA – 010	Tinte Raymina
28	CKA-010 C1-1-9		
29	CKA-079 C1-1-2	CKA - 079	Niño Yucay
30	CKA-079 C1-1-3		

## 2.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

### a) Caracterización Morfológica

Con la finalidad de registrar las características de alta heredabilidad que puedan observarse fácilmente y sean capaces de expresarse en cualquier medio ambiente se hizo uso de descriptores proporcionados por el IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos) de caracterización para la achita, elaborado por el Dr. S.K. Jain Range of Science Department,

University of California, USA-2003.

Para lo cual se escogieron 10 plantas al azar (por parcela) y se determinaron los siguientes criterios: planta, tallo, hoja, raíz, panoja y grano según descriptores morfológicos. Estos parámetros a evaluar se muestran detallados en el anexo 1.

**b) Caracteres de Precocidad**

- ❖ **Días a la emergencia.** Se registró cuando más del 50% de las plántulas habían emergido.
- ❖ **Días al estado de dos hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plántulas presentaron las dos hojas verdaderas.
- ❖ **Días al estado de cuatro hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plántulas presentaron las cuatro hojas verdaderas.
- ❖ **Días al estado de seis hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plántulas presentaron las seis hojas verdaderas.
- ❖ **Días a la ramificación.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plántulas se observaron ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.

- ❖ **Días al panojamiento.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron la inflorescencia que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman.
- ❖ **Días a la floración.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron flores.
- ❖ **Días al estado de grano lechoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja y que al ser presionados explotaron dejando salir un líquido lechoso.
- ❖ **Días al estado de grano pastoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron las semillas que al ser presionados presentaron una consistencia pastosa de color blanquecino.
- ❖ **Días a la madurez fisiológica.** Se registró los días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron madurez fisiológica, el cambio de color de la panoja fue el indicador utilizado.
- ❖ **Días a la Madurez de Cosecha.** Se registró los días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron madurez de cosecha, evidenciado por el cambio de

color de las hojas de verde a pajizo marchito, así mismo se caracterizó por el cambio de las panojas rosadas a una coloración amarillento a marrón.

### c) **Caracteres de Productividad**

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

- ❖ **Altura de planta (cm).** Este parámetro se determinó en la madurez fisiológica, midiendo del cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.
- ❖ **Longitud de la panoja (cm).** Se realizó la medida en la madurez fisiológica desde la base al ápice de la panoja hasta el ápice de la panoja central.
- ❖ **Diámetro de panoja (cm).** Se realizó la medida en la madurez fisiológica, la parte más ancha de la panoja.
- ❖ **Peso de panoja (g).** Se pesó en la cosecha las panojas seleccionadas con la ayuda de una balanza analítica de precisión.
- ❖ **Peso de grano por panoja.** Luego de una trilla de las panojas pesadas, se seleccionaron los granos y luego se pesaron en una balanza analítica.
- ❖ **Peso de 1000 semillas (g).** Se procedió a contar mil semillas para luego pesar en la balanza analítica de precisión.
- ❖ **Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>).** En este caso se determinó el peso total de grano limpio mediante el peso total de granos, libres de impurezas de cada una de los surcos, y se calculó el rendimiento por hectárea con regla de tres simple.

## 2.5 ANÁLISIS GENÉTICO

### a) Selección por caracteres

Se seleccionó de las variables originales aquellas que son realmente relevantes, para lo cual se hizo uso del método de *stepwise*, (o regresión por pasos).

Este método utiliza una combinación de tres procedimientos, en cada paso se introduce o elimina una variable dependiendo de la significación de su capacidad discriminatoria.

Permite además la posibilidad de “arrepentirse” de decisiones tomadas en pasos anteriores, bien sea eliminando del conjunto seleccionado la variable introducida en un paso anterior del procedimiento, bien sea seleccionando una variable previamente eliminada.

Este método busca los subconjuntos de mayor capacidad clasificatoria según diferentes criterios.

El procedimiento general consiste en los siguientes pasos:

- i. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión de todo el modelo (incluye todas las variables independientes).
- ii. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con la variable independiente más importante.
- iii. Cálculo de la suma de cuadrados de la regresión con las variables restantes por diferencia del modelo total y la variable más importante.

**b) Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección**

Esquema del análisis de la variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
cultivar	6	CMc
Error	203	CMe
<b>Total</b>	<b>209</b>	

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

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

Variancia fenotípica= Variancia ambiental + variancia genética

**Cálculo de la heredabilidad:**

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

Dónde:

$h^2$  = Heredabilidad

$\sigma_g^2$  = Variancia genética

$\sigma_e^2$  = Variancia ambiental

$r$  = Número de repeticiones

**La ganancia por selección (Gs), 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.

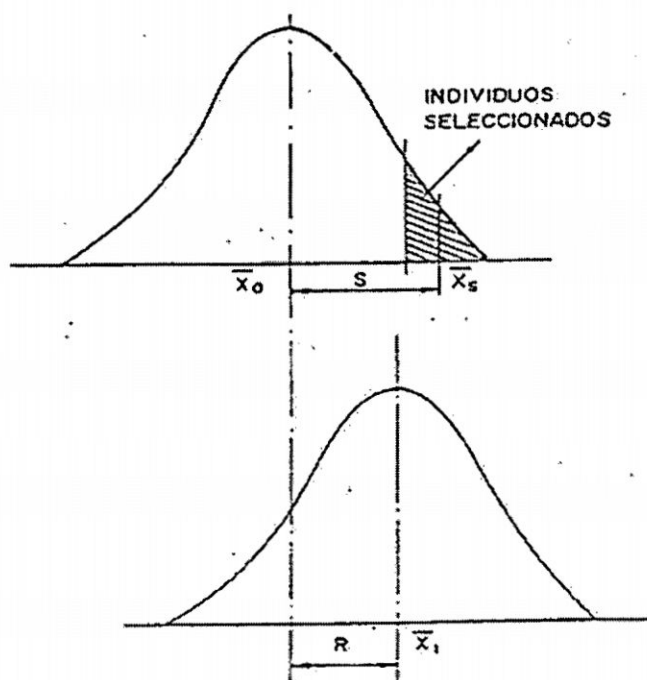
$\bar{X}P$  = Promedio del rendimiento poblacional.

$h^2$  = heredabilidad

### c) Diferencial de selección

Para medir la selección aplicada se utiliza el diferencial de selección, que se simboliza por  $S$ . Es una medida de la superioridad de los progenitores seleccionados. Se define como la desviación con respecto a la media de la población del valor fenotípico medio de los individuos seleccionados como progenitores. Esto es, una desviación del valor fenotípico medio de todos los individuos de la generación parental antes de que fuera hecha la selección.

**FIGURA 2.2:** Diferencial de selección



## 2.6 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### a) Preparación de Terreno

La preparación del terreno se realizó el 05 de diciembre del 2011, con una pasada de arado de discos y dos pasadas de rastra en forma cruzada dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado.

#### **b) Delimitación del Campo Experimental**

Se delimitó mediante el estacado y marcado el 07 de diciembre del 2011, de acuerdo al croquis del campo experimental. Los materiales empleados fueron cinta métrica, estaca, yeso y cordel; con los cuales se procedieron a dividir las parcelas, los surcos estuvieron distanciados a 80 cm.

#### **c) Desinfección de las Semillas**

Esta labor fue realizada el 08 de diciembre del 2011 donde las semillas fueron desinfectadas con el producto VITAVAX (para chupadera) con una dosis de  $5 \text{ gr.kg}^{-1}$ , con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso, para tal efecto se utilizó un recipiente pequeño de plástico 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 a tres minutos.

#### **d) Abonamiento**

El abonamiento se realizó el mismo día de la siembra (09 de diciembre del 2011) empleando la fórmula de abonamiento de 80-60-40 de N-P-K. Los fertilizantes requeridos fueron 127 kg. de urea (45 % N), 130 kg. de fosfato di amónico (46%  $\text{P}_2\text{O}_5$  y 18 %N), 67 kg. de cloruro de potasio (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ), cálculo realizado en base a una hectárea.

La mezcla se aplicó a chorro continuo en el fondo de los surcos procediéndose luego a cubrir con una delgada capa de tierra. El N se aplicó en 2 partes (en la siembra y en el aporque). El fósforo se aplicó todo a la siembra, lo mismo que el potasio.

**e) Siembra**

La siembra se llevó a cabo el 09 de diciembre del 2011 en forma manual, a chorro continuo en los surcos de las unidades experimentales una cantidad de 6 gramos por surco de 4 metros de largo lo que equivale aproximadamente a una densidad de 4 kg. de semilla por hectárea. Luego se procedió a cubrir con una ligera capa de tierra.

**f) Raleo**

El raleo se efectuó antes del aporque el 29 de diciembre, a los 20 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 cm., eliminando de esta manera las plantas en exceso y dejando 15 a 20 plantas por metro lineal. Esta labor se aprovechó para eliminar las plantas atípicas.

**g) Control de Malezas**

Para evitar la competencia de las malezas con el cultivo en cuanto a luz, agua, nutrientes, espacio, daños por plagas y enfermedades, se realizó el deshierbo a los 30 y 60 días después de la siembra en forma manual, utilizando herramientas de labranza.

**h) Aporque**

El aporque se realizó en forma manual el 08 de enero del 2012, a los 30 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron una altura de 30 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.

#### **i) Riegos**

La aplicación de los riegos adicionales en el presente trabajo de investigación, se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo las que se determinaron mediante observaciones directas en el campo, la frecuencia de riegos adicionales se efectuaron por gravedad a los 38 y 49 días después de la siembra.

#### **j) Control Fitosanitario**

Durante los primeros dos meses se tuvo problema de insectos coleópteros (*diabrotica sp*), lo cual se procedió a controlar en cuatro oportunidades con el producto CYPERKLIN 25 CE (*cipermetrina*) con una dosis de 15 ml. y un adherente de 5 ml. para una mochila de 15 litros. Siendo las fechas de aplicación el 21 de diciembre del 2011 (12 días después de la siembra), 03 de enero del 2012 (25 días después de la siembra), 19 de enero del 2012 (41 días después de la siembra) y 15 de febrero del 2012 (68 días después de la siembra).

Con relación a la presencia de enfermedades, durante las primeras etapas del cultivo se tuvo problemas fungosas lo cual se procedió a controlar con el producto RIDOMIL® GOLD MZ 68 WG (*Metalaxyl-M*), con una dosis de 36 gramos y un adherente de 5 cc para una mochila de 15 litros. Se realizó el control al momento de la germinación, en el raleo y en el momento del aporque.

#### **k) Cosecha**

La cosecha se realizó el 26 de abril (139 días después de la siembra) del 2012. 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 mantones, posteriormente se procedió a la trilla en forma manual, luego de ventear se procedió a pesar las muestras en una balanza analítica.

## **2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

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

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA**

Las principales características de cada uno de las selecciones de achita evaluados en el presente trabajo se detallan a continuación en los cuadros 3.1 y 3.2.

Dicha caracterización general se realizó de los caracteres morfológicos (cotiledones, tallos, hojas, panoja, granos) según los descriptores propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, cuyas siglas en ingles es IPGRI, elaborado por el Dr. S.K. Jain Range of Science Department, University of California, USA, cura versión es del años 2003.

**CUADRO 3.1** Características morfológicas de 30 selecciones de achita panoja rosada erecta-Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

Nº	Cultivar	Selección	Pigmentación cotiledón	Intensidad pigmentación cotiledón	Pigmentación hipocotilo	Intensidad pigmentación hipocotilo	Hábito de crecimiento	Presencia de axilas pigmentadas	Color tallo	Intensidad color tallo	Presencia ramificación	Forma hoja inferior	Forma hoja superior	Borde hoja inferior
1	CKA 022	CKA 022-1-6	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
2		CKA 022-1-8	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
3		CKA 022-2-1	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
4		CKA 022-2-4	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
5		CKA 022-3-1	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
6		CKA 022-3-7	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
7		CKA 022-4-6	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
8	CKA 025	CKA 025-2-6	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
9		CKA 025-2-8	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
10		CKA 025-3-1	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
11		CKA 025-5-1	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
12		CKA 025-5-2	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
13	CKA 020	CKA 020-1-10	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
14		CKA 020-2-6	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
15		CKA 020-2-9	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
16		CKA 020-3-7	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
17		CKA 020-3-3	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
18	CKA 019	CKA 019-2-7	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
19		CKA 019-3-10	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
20		CKA 019-3-5	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
21		CKA 019-3-8	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
22	CKA 027	CKA 027-1-5	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
23		CKA 027-1-10	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
24		CKA 027-1-1	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
25		CKA 027-2-5	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
26		CKA 027-2-10	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
27	CKA 010	CKA 010-1-10	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
28		CKA 010-1-9	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
29	CKA 079	CKA 079-1-2	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1
30		CKA 079-1-3	0	5	+	5	1	0	1	1	+	5	1	1

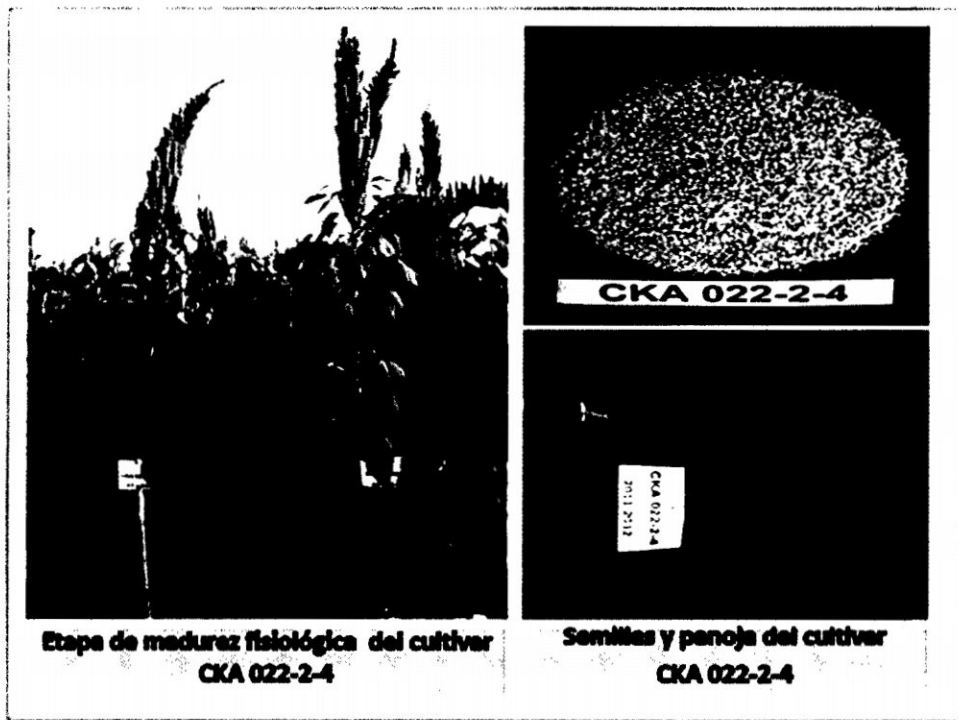
**CUADRO 3.2** Características morfológicas de 30 selecciones de achita panoja rosada erecta-Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

N°	Cultivar	Selección	Diente hoja basal	Color hoja basal	Color peciolo hoja	Color panoja antes MF	Intensidad color panoja antes MF	Color panoja a cosecha	Intensidad color panoja cosecha	Tipo panoja	Forma panoja	Densidad panoja	Forma de semilla	Color de grano
1	CKA 022	CKA 022-1-6	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
2		CKA 022-1-8	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
3		CKA 022-2-1	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
4		CKA 022-2-4	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
5		CKA 022-3-1	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
6		CKA 022-3-7	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
7		CKA 022-4-6	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
8	CKA 025	CKA 025-2-6	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
9		CKA 025-2-8	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
10		CKA 025-3-1	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
11		CKA 025-5-1	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
12		CKA 025-5-2	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
13	CKA 020	CKA 020-1-10	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
14		CKA 020-2-6	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
15		CKA 020-2-9	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
16		CKA 020-3-7	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
17		CKA 020-3-3	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
18	CKA 019	CKA 019-2-7	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
19		CKA 019-3-10	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
20		CKA 019-3-5	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
21		CKA 019-3-8	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
22	CKA 027	CKA 027-1-5	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
23		CKA 027-1-10	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
24		CKA 027-1-1	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
25		CKA 027-2-5	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
26		CKA 027-2-10	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
27	CKA 010	CKA 010-1-10	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
28		CKA 010-1-9	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
29	CKA 079	CKA 079-1-2	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1
30		CKA 079-1-3	0	1	1	3	5	3	5	DT	A	3	1	1

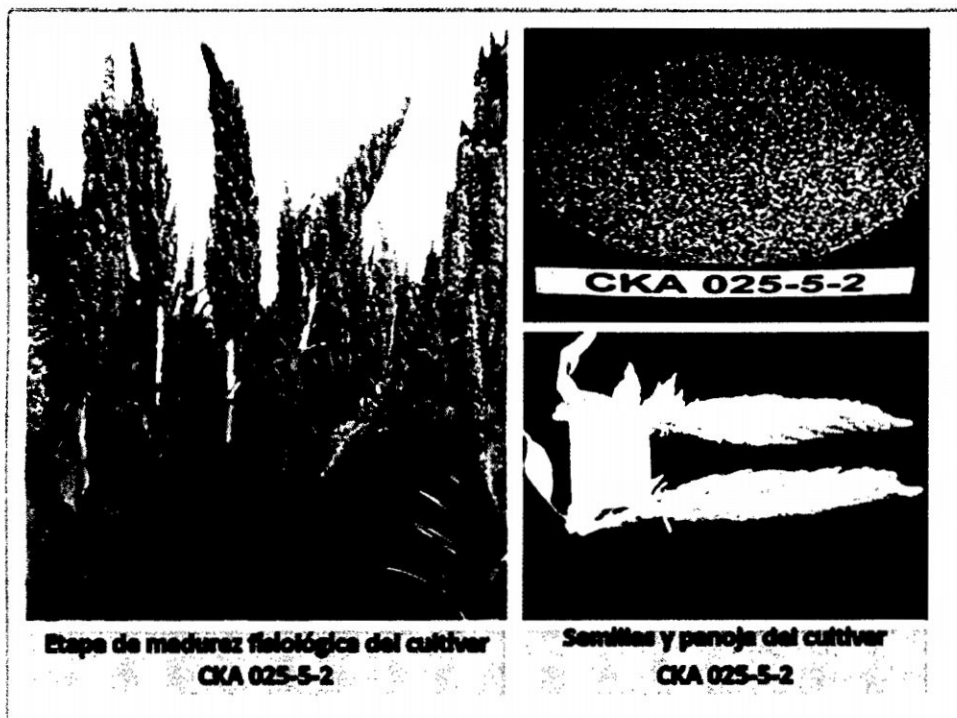
**CUADRO 3.3** Lista de Descriptores de Achita.

<b>Descriptores</b>	<b>Código</b>	<b>Estado</b>
Existencia de pigmentación en el cotiledón	0	No pigmentado
Intensidad de la pigmentación en el cotiledón	5	Medio
Existencia de pigmentación en el hipocotilo	+	Pigmentado
Intensidad de la pigmentación en el hipocotilo	5	Medio
<b>PLANTA</b>		
Hábito de crecimiento	1	Erecto
<b>TALLO</b>		
Presencia de axilas pigmentadas	0	Ausente
Color de tallo	1	Verde
Intensidad de color del tallo	1	Claro
<b>RAMIFICACIÓN</b>		
Presencia de ramificación	+	Presente
<b>HOJA</b>		
Forma de hoja inferior	5	Rómbica
Forma de hoja superior	1	Lanceolada
Borde de hoja Inferior	1	Entero
Diente de hoja basal	0	Ausente
Color de la hoja basal	1	Verde
Color del peciolo de la hoja	1	Verde
<b>INFLORESCENCIA O PANOJA</b>		
Color de panoja antes de la MF	4	Rosado
Intensidad de color de panoja antes de la MF	5	Medio
Color de panoja a la cosecha	4	Rosado
Intensidad de color de panoja a la cosecha	5	Medio
Tipo de panoja	DT	Diferenciada y Terminal
Forma de panoja	A	Amarantiforme
Densidad de panoja	3	Densa
Forma de semilla	1	Redonda
Color de Grano	1	Amarrillo claro

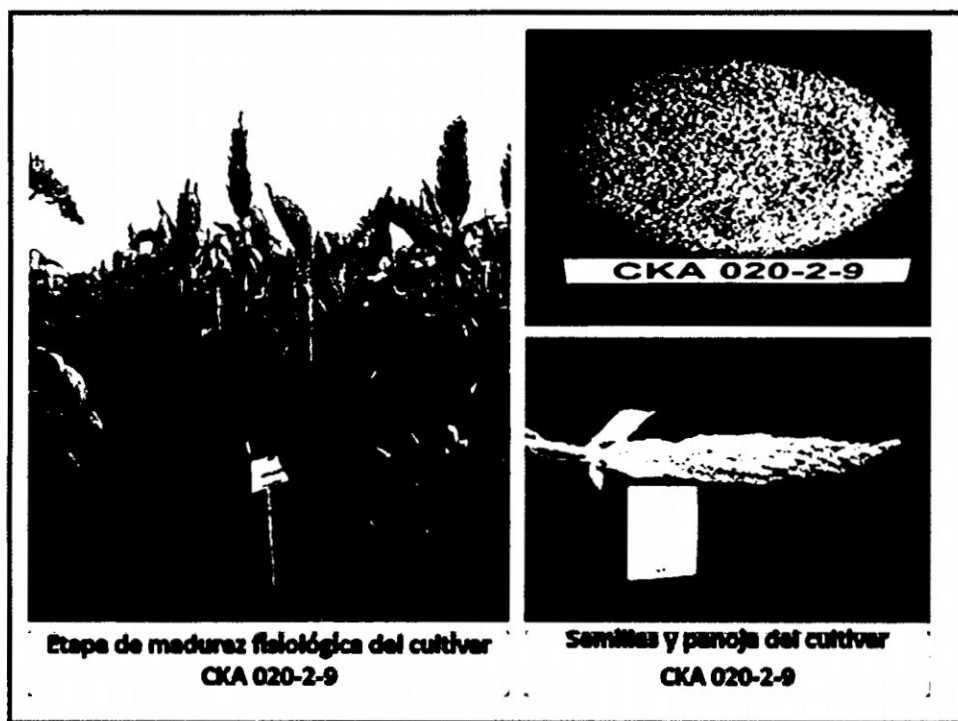
**FIGURA 3.1** Características morfológicas del cultivar CKA-022 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.



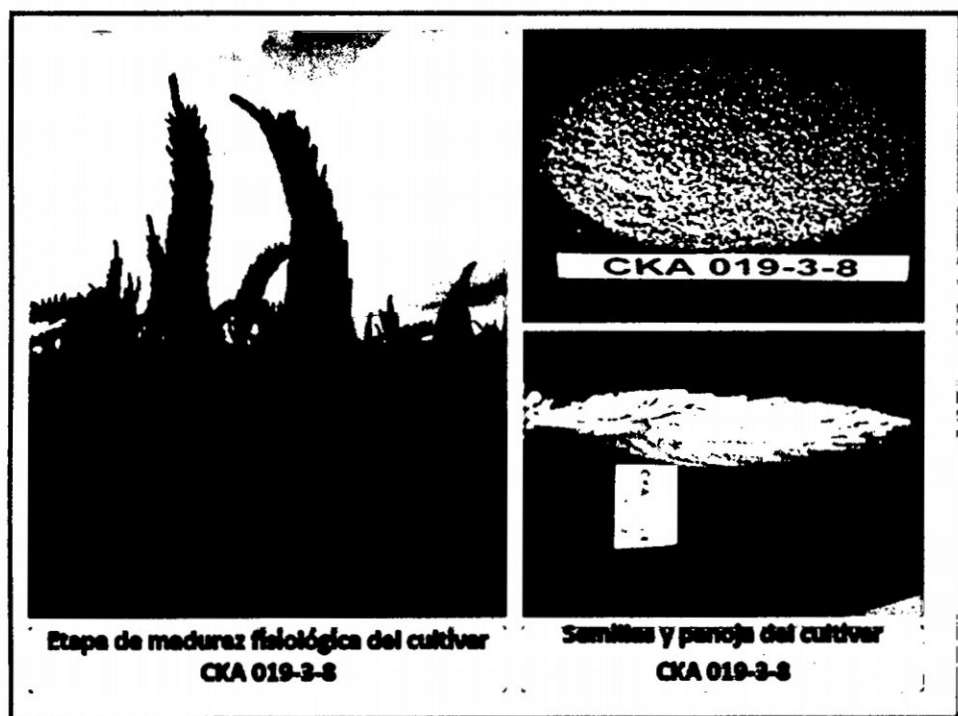
**FIGURA 3.2** Características morfológicas del cultivar CKA-025 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.



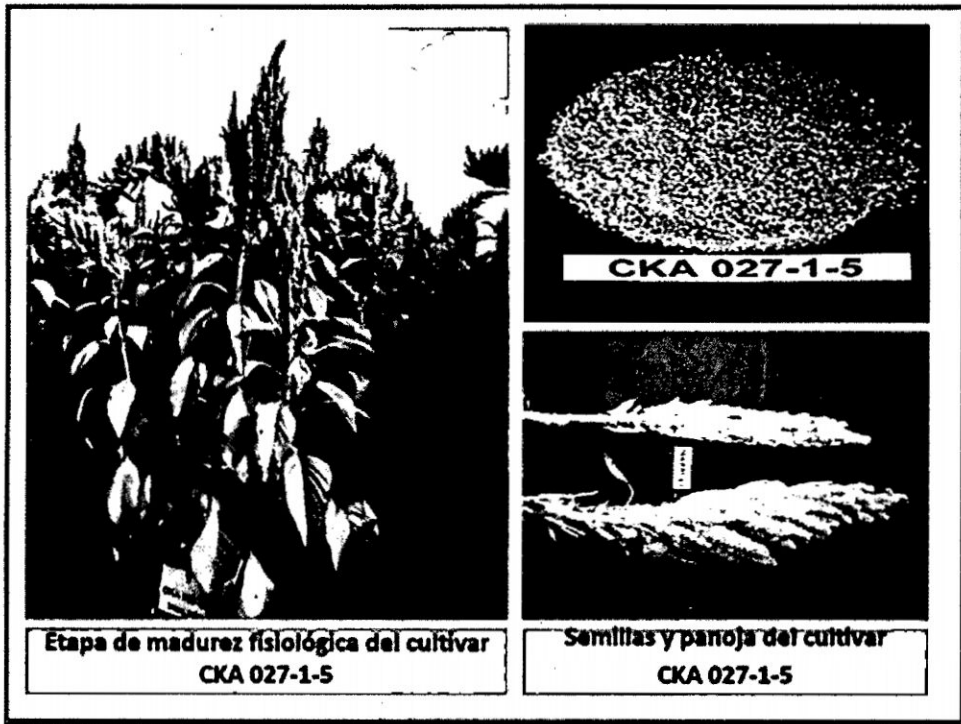
**FIGURA 3.3** Características morfológicas del cultivar CKA-020 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.



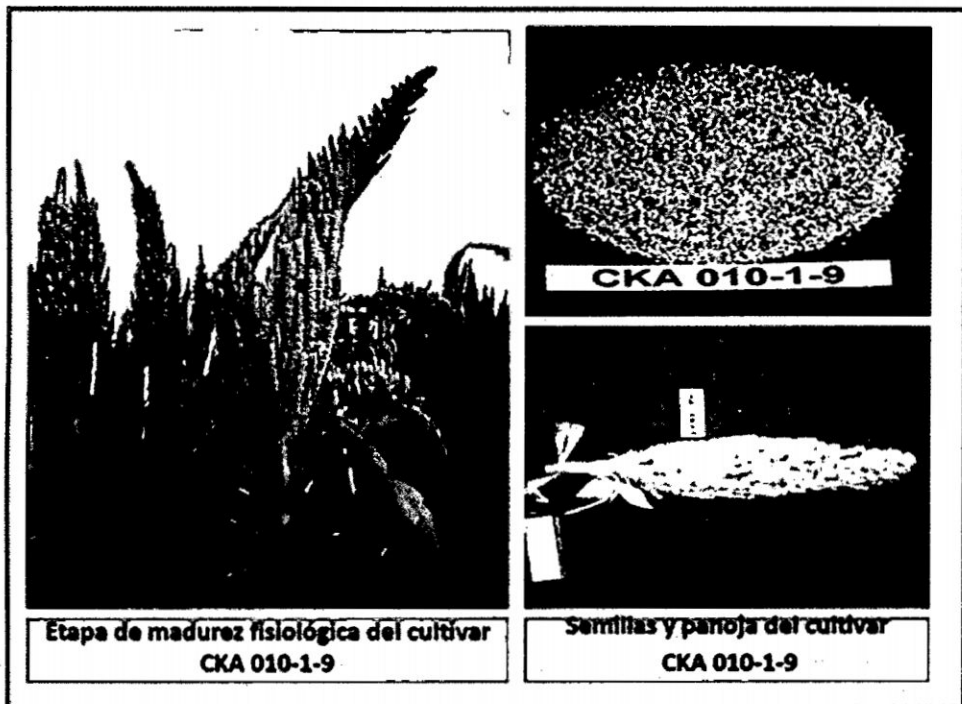
**FIGURA 3.4** Características morfológicas del cultivar CKA-019 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.



**FIGURA 3.5** Características morfológicas del cultivar CKA-027 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.



**FIGURA 3.6** Características morfológicas del cultivar CKA-010 Canaán (2735 msnm) – Ayacucho.



**FIGURA 3.7** Características morfológicas del cultivar CKA-079 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.



### 3.2. CARACTERÍSTICAS DE PRECOCIDAD

En el cuadro 3.4 se observa las características de precocidad de los cultivares en estudio, en cuanto a la emergencia se encuentra con una diferencia mínima de 4 a 5 días después de la siembra en las selecciones. Según el descriptor se puede considerar que las selecciones en estudio son de rápida emergencia. Esta particularidad se puede aducir a las condiciones óptimas de humedad y temperatura del suelo experimental, la etapa fenológica de 2 hojas verdaderas varío entre 13 y 14 días siendo en la mayoría de los cultivares 14 días a excepción de las selecciones CKA-022-1-6, CKA-022-1-8, CKA-022-2-1, CKA-025-2-6, CKA-010-1-9, CKA-079-1-2, CKA-079-1-3 que presentaron 2 hojas verdaderas a los 13 días.

**CUADRO 3.4** Caracteres de precocidad en número de días después de la siembra de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Días a la Emergencia	Días a 2 hojas	Días a 4 hojas	Días a 6 hojas	Días a la Ramificación	Días al Inicio de panojamiento	Días al Panojamiento	Días a la Floración	Días a Grano lechoso	Días a Grano pastoso	Días a la Madurez fisiológica
CKA 022	CKA 022-1-6	5	13	19	24	28	54	59	82	101	119	133
	CKA 022-1-8	5	13	19	24	28	53	59	82	101	119	133
	CKA 022-2-1	4	13	19	24	28	53	59	82	101	119	133
	CKA 022-2-4	4	14	20	24	29	54	59	82	101	119	133
	CKA 022-3-1	5	14	20	24	30	55	59	83	101	119	133
	CKA 022-3-7	5	14	20	24	30	54	59	82	101	119	133
	CKA 022-4-6	5	14	20	24	30	53	59	83	103	119	133
CKA 025	CKA 025-2-6	4	13	20	24	28	55	59	83	101	119	133
	CKA 025-2-8	5	14	20	24	29	54	59	83	101	119	133
	CKA 025-3-1	5	14	20	24	30	55	59	82	103	119	133
	CKA 025-5-1	5	14	20	24	30	54	59	83	103	119	133
	CKA 025-5-2	5	14	20	24	30	54	59	82	101	119	133
CKA 020	CKA 020-1-10	4	14	19	24	29	55	59	83	101	119	133
	CKA 020-2-6	5	14	19	24	29	54	59	83	101	119	133
	CKA 020-2-9	4	14	20	24	29	54	59	82	101	119	133
	CKA 020-3-7	5	14	20	24	30	53	59	82	102	119	133
	CKA 020-3-3	5	14	20	24	30	53	59	83	101	119	133
CKA 019	CKA 019-2-7	5	14	20	24	30	55	59	83	103	119	133
	CKA 019-3-10	5	14	20	24	31	53	59	83	103	119	133
	CKA 019-3-5	5	14	20	24	30	53	59	83	101	119	133
	CKA 019-3-8	5	14	20	24	30	53	59	82	101	119	133
CKA 027	CKA 027-1-5	5	14	20	24	31	54	59	83	102	119	133
	CKA 027-1-10	5	14	20	24	30	53	59	82	101	119	133
	CKA 027-1-1	5	14	20	24	30	53	59	83	101	119	133
	CKA 027-2-5	5	14	20	24	30	53	59	82	101	119	133
	CKA 027-2-10	5	14	19	24	30	54	59	83	102	119	133
CKA 010	CKA 010-1-10	5	14	20	24	30	53	59	83	101	119	133
	CKA 010-1-9	4	13	19	24	28	54	59	83	101	119	133
CKA 079	CKA 079-1-2	4	13	19	24	28	53	59	83	101	119	133
	CKA 079-1-3	5	13	19	24	29	53	59	83	102	119	133

La presentación de las 4 hojas verdaderas se comportó con una mínima diferencia entre los 19 y 20 días respectivamente, la etapa fenológica de 6 hojas verdaderas se presentó de manera uniforme a los 24 días, la ramificación se presentó con una variación entre los 28,29 y 30 días después de la siembra; el inicio de panojamiento vario de 53 a 54 días. En cuanto a los días transcurridos desde la siembra hasta la floración vario entre 82 a 83 días. En el presente trabajo de investigación se puede observar mayor precocidad con respecto a lo mencionado por **AVILÉS (1990)**, que el periodo de plena floración comienza aproximadamente a los 3 meses 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 Canaán y en menor grado a los caracteres intrínsecos de estas colecciones, debido a que el experimento fue instalado en el mes de diciembre que es la adecuada para la campaña de cultivos en nuestra Región de Ayacucho, pero presentándose un déficit de humedad en el mes de enero por la presencia de escasas precipitaciones acelerando así el ciclo vegetativo del cultivo. El estado fenológico de grano lechoso se presentó entre los 101, 102 y 103 días después de la siembra.

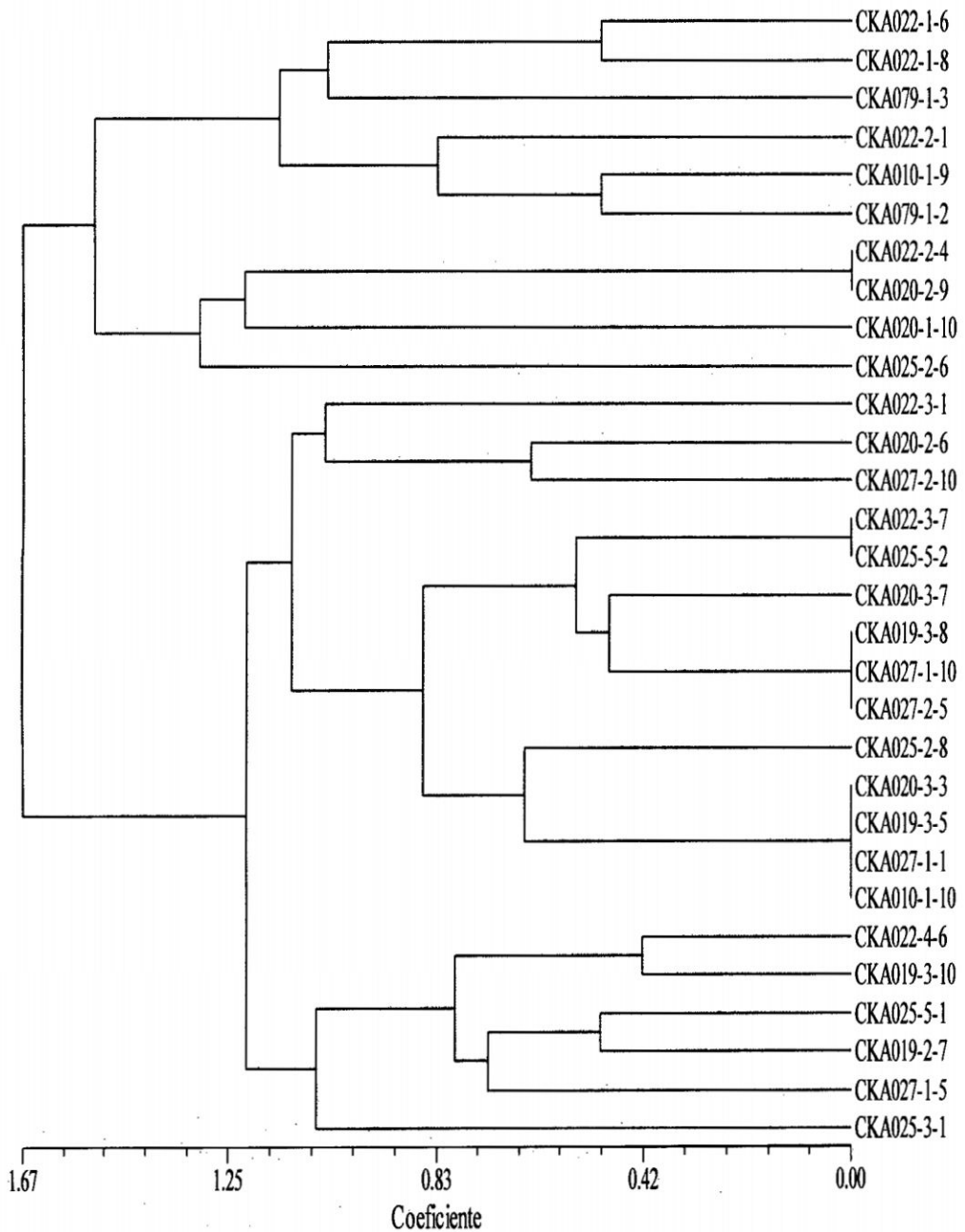
El estado fenológico de grano pastoso se presentó de manera uniforme a los 119 días después de la siembra.

En cuanto a la madurez fisiológica se presentó a los 133 días después de la siembra de manera uniforme en todos los cultivares en estudio. Frente a los resultados obtenidos se puede decir que no existiendo diferencia

significativa entre los diferentes cultivares respecto a su fenología, caracterizándose todas como cultivares precoces.

### 3.3. DENDOGRAMA DE SELECCIONES

**FIGURA 3.8** Dendograma de las 30 selecciones de Achita panoja rosada erecta con los Caracteres de Precocidad.



En la figura 3.8 se observa el dendograma con los caracteres de precocidad donde considerando el coeficiente de "distancia euclidiana" valor=1.67 se forman dos grupos. El primero conformado por 10 selecciones que a su vez se dividen en dos subgrupos, en el primer sub grupo la selección CKA 022-1-6 se acerca más a la selección CKA 022-1-8 y la selección CKA 010-1-9 a la selección CKA 079-1-2 esto indica que genéticamente están muy relacionados y que presentan caracteres de precocidad muy similares. Lo mismo ocurre en el segundo subgrupo entre las selecciones CKA 022-2-4 y CKA 020-2-9; estas selecciones son similares en cuanto a días de emergencia, días a 2 hojas, días a 4 hojas, días a 6 hojas, días a la ramificación, días a pleno panojamiento, días a la floración, días a grano lechoso, días a grano pastoso y días a la madurez fisiológica.

El segundo grupo conformada por 20 selecciones, donde la selección CKA 022-3-7 se acerca más a la selección CKA 025-5-2 ,la selección CKA 019-3-8 al CKA 027-1-10 y CKA 027-2-5 y la selección CKA 020-3-3 al CKA 019-3-5, CKA 027-1-1 y CKA 010-1-10; estas selecciones son similares en cuanto a días de emergencia, días a 2 hojas, días a 4 hojas, días a 6 hojas, días a la ramificación, días a inicio de panojamiento, días a pleno panojamiento, días a la floración , días a grano lechoso, días a grano pastoso y días a la madurez fisiológica.

### 3.4. CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

En el cuadro 3.5 nos permite analizar los caracteres de productividad mediante los cuadrados medios para cada variable evaluado.

**CUADRO 3.5** Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 30 selecciones en 7 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm-Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios							
		Altura de planta	Diámetro tallo	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000	Tamaño de grano	Rendimiento
Selección	29	366.8 **	9.91 **	114.2 **	948.7 **	5415.7 **	0.0247 **	0.0149	8.50 **
Cultivar	6	740.9 **	10.42	56.8	1711.6 **	14327.8 **	0.0362 **	0.0151	22.22 **
Error	180	76.4	5.15	50.4	267.1	1004.6	0.0044	0.0127	1.27
Total	209								
CV (%)		4.35	16.66	14.20	20.20	32.73	6.57	10.52	27.18
Promedio		200.88	13.62	50.05	80.91	96.85	1.01	1.07	4.143

Si analizamos los datos que en él se presentan, existe una diferencia significativa alta en los parámetros evaluados de; altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, peso de mil semillas, tamaño de grano y rendimiento experimental de grano en dichos variables hay por lo menos un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros ; 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.

### 3.4.1 Altura de planta

**CUADRO 3.6** Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Altura de planta cm	n	Tukey 0.05		
CKA022	207.2	49	a		
CKA010	204.1	14	a	b	
CKA025	204.0	35	a	b	
CKA019	199.1	28	a	b	c
CKA079	197.9	14		b	c
CKA020	196.3	35		b	c
CKA027	194.8	35			c

En el cuadro 3.6 de la prueba de TUKEY (0.05), se observa en los siete cultivares de achita; que el rango de alturas para los diferentes cultivares de achita van desde 194.8 cm. hasta 207.2 cm. que corresponden a los cultivares CKA-027 y CKA-022 respectivamente; existiendo entre los cultivares una diferencia estadística.

Los cultivares CKA-022, CKA-010, CKA-025 alcanzaron mayor altura con 207.2, 204.1, 204.0 cms. respectivamente seguido del cultivar CKA-019, con una altura de 199.1 cm; y los cultivares que presentaron menor altura fueron CKA-079, CKA-020, CKA-027 con 197.9, 196.3, 194.8 cm. respectivamente.

**LEÓN (1964)**, menciona que la achita es una planta anual de gran desarrollo y elevada altura en suelos fértiles, alcanza hasta 2.60 metros lo cual está por encima de lo obtenido en el presente trabajo de

investigación debido a que el suelo de Canaán es bajo en cuanto a la fertilidad.

**SUMAR (1993)**, describe que 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. siendo estos resultados semejantes a lo obtenido en el presente trabajo de investigación que presento poca ramificación que permitió alcanzar una altura máxima de 207.2 cm y una altura mínima de 194.8 cm.

### 3.4.2 Diámetro de tallo principal

**CUADRO 3.7** Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de tallo principal de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de tallo principal (mm)	n	Tukey 0.05		
CKA022	14.7	49	a		
CKA010	14.7	14	a	b	
CKA019	13.7	28	a	b	c
CKA027	13.6	35	a	b	c
CKA025	13.0	35	a	b	c
CKA020	12.8	35		b	c
CKA079	12.3	14			c

En el cuadro 3.7 de la prueba de TUKEY (0.05), se observa en los siete cultivares de achita; que el rango de diámetro de tallo principal para los diferentes cultivares de achita van desde 12.3 cm. hasta 14.4 mm. que corresponden a los cultivares CKA-079 y CKA-022 respectivamente;

existiendo entre los cultivares una diferencia estadística. Los cultivares CKA-022, CKA-010, alcanzaron mayor diámetro de tallo principal con 14.7, 14.4 mm. respectivamente seguido del cultivar CKA-019, CKA-027, con diámetro de tallo principal de 13.7, 13.6 mm; y los cultivares que presentaron menor altura fueron CKA-025, CKA-020 CKA-079, con 13.0, 12.8, 12.3 mm. respectivamente.

### 3.4.3 Longitud de panoja

**CUADRO 3.8** Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Longitud de panoja (cm)	n	Tukey 0.05
CKA022	52.69	49	a
CKA010	51.57	14	a
CKA025	50.86	35	a
CKA019	49.82	28	a
CKA079	49.21	14	a
CKA020	49.14	35	a
CKA027	46.37	35	a

En el cuadro 3.8 se muestra que los cultivares CKA-022, CKA-010, CKA-025 tuvieron la mayor longitud de panoja con 52.69, 51.57, 50.86 cm. respectivamente, seguido de los cultivares CKA-019, CKA-079, CKA-020 con 49.82, 49.21, 49.14 cm. mientras que el cultivar CKA-027 alcanzó menor longitud de panoja con 46.37 cm.

**LEÓN (1964)**, menciona que la achita, presenta una inflorescencia a continuación del tallo que llegan a medir hasta 90 cms. de largo.

**SUMAR (1993)**, indica que la inflorescencia, llamada también panoja presenta un tamaño variable que va de 15 a 90 cm.

**TAPIA (1990)**, menciona que la inflorescencia es generalmente de un gran tamaño que va desde 50cm. hasta 0.90 cm.

**TENORIO (1996)**, menciona en el estudio realizado "Caracterización y Evaluación de siete colecciones de achita", que las colecciones que alcanzaron mayores valores son las del tipo decumbente y semidecumbente, como la achita; canela, morena y blanca real; mientras que las colecciones erectas, presentan longitudes menores.

En la presente investigación los resultados son similares a los mencionados por los diferentes autores. Las diferencias en la longitud de panoja en cada uno de los cultivares estudiados, podría deberse a las influencias de factores ambientales o características genéticas, pero los valores en promedio logrados en el presente experimento están en el rango de los autores mencionados.

#### **3.4.4 Diámetro de panoja**

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.9 podemos decir que existe una diferencia estadística entre el cultivar CKA-022 y el cultivar CKA-079.

Los cultivares CKA-022, CKA-010 alcanzaron mayor diámetro de panoja con 95.3, 86.1 mm.; seguido de los cultivares CKA-019, CKA-025, CKA-

027 con 81.8, 78.1, 78.1 mm.; mientras que los cultivares CKA-020, CKA-079 alcanzaron menor diámetro de panoja con 69.6, 65.7 mm. respectivamente.

**CUADRO 3.9** Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja (mm)	n	Tukey 0.05			
CKA022	95.3	49	a			
CKA010	86.1	14	a	b		
CKA019	81.8	28	a	b	c	
CKA025	78.1	35		b	c	d
CKA027	78.1	35		b	c	d
CKA020	69.6	35			c	d
CKA079	65.7	14				d

**AYALA (2011)** en un estudio realizado “Caracterización y selección de catorce compuestos varietales de achita panoja blanca decumbente, Canaán-Ayacucho” reportó un diámetro de panoja que varía de 7.6 a 9.5 cm. cuyos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo porque se encuentran dentro del rango mencionado por el autor.

**CURACA (2010)**, en un estudio realizado “Abonamiento orgánico y sintético en el Rendimiento de 3 Cultivares de Achita”, menciona que la gallinaza no favoreció el mejoramiento del diámetro de la panoja rosada erecta (19.5 cm - 22.3 cm), a diferencia del estiércol de vacuno que la mejoró ligeramente (20.1cm – 25.2 cm) y el mayor incremento logró con la fertilización sintética (21.1cm -30.1 cm).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores debido a que no se aplicó el abonamiento orgánico y sintético como la gallinaza y estiércol de vacuno.

### 3.4.5 Peso de panoja.

**CUADRO 3.10** Prueba de Tukey para los promedios de peso de panoja de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de panoja (gr)	n	Tukey 0.05		
CKA022	128.3	49	a		
CKA010	103.2	14	a	b	
CKA019	97.0	28		b	c
CKA027	93.9	35		b	c
CKA025	85.7	35		b	c
CKA020	74.3	35		b	c
CKA079	72.0	14			c

El peso de panoja en los diferentes cultivares evaluados muestra diferencia estadística, y al realizar la prueba de Tukey (0.05), en el cuadro 3.10 podemos observar que el cultivar CKA-022 alcanzó mayor peso de panoja con 128.3 gr., seguido de los cultivares CKA-010, CKA-019, CKA-027 con 103.2, 97.0, 93.9 gr. respectivamente; mientras que los cultivares CKA-025, CKA-020, CKA-079 alcanzaron menor peso de panoja con 85.7, 74.3, 72.0 gr. respectivamente. Estos valores son inferiores a los obtenidos por TENORIO (1996), quien reporta en un estudio realizado "Caracterización y Evaluación de siete colecciones de achita" que las

colecciones achita morena, blanca real y compañía alcanzaron valores de 345.25 grs., 308.75 grs., 305.00 grs. respectivamente y los valores más bajos fueron ecotipo Compañía, achita rosada con 227.50 grs., 218.75 grs.

**AYALA (2011)** en un estudio realizado “Caracterización y selección de catorce compuestos varietales de achita panoja blanca decumbente, Canaán-Ayacucho” reportó un peso de panoja que varía de 44.27 a 153.07 grs. cuyos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo.

#### 3.4.6 Peso de 1000 semillas

**CUADRO 3.11** Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de 1000 semillas (gr)	n	Tukey 0.05	
CKA010	1.077	14	a	
CKA019	1.029	28	a	b
CKA027	1.023	35	a	b
CKA020	1.015	35	a	b
CKA079	1.011	14	a	b
CKA022	0.993	49		b
CKA025	0.981	35		b

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.11 el cultivar CKA-010, alcanzó mayor peso de mil semillas con 1.077 gr. seguido de los cultivares CKA-019, CKA-027, CKA-020 con 1.029, 1.023,

1.015 gr. respectivamente; mientras que los cultivares CKA-079, CKA-022, CKA-025 alcanzaron menor peso de mil semillas con 1.011, 0.993, 0.981 gr. respectivamente.

**CALDERON (1989)**, en un ensayo realizado en la localidad de Wayllapampa reporta un rendimiento alcanzado, por el ecotipo blanco (E12) de 4700 Kg.ha<sup>-1</sup> y su calidad expresada en el peso de 1000 semillas de 0.80 g.

**PARIONA (1992)**, en un estudio realizado "Evaluación del Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita" en Guayocondo a 2600 msnm, obtiene un promedio de 0.99 g para la colección E<sub>2</sub> y para la colección E<sub>5</sub> con 0.89 g.

**CURACA (2010)**, en un estudio realizado "Abonamiento orgánico y sintético en el Rendimiento de 3 Cultivares de Achita", obtiene con la aplicación de gallinaza el peso de mil semillas que va de (0.89 g – 0.93 g) a diferencia del estiércol de vacuno y fertilización sintética (0.91 g – 0.97 g) y (0.92 g - 0.97 g) respectivamente. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son superiores.

**CORDOVA (2000)**, en un estudio realizado "Efecto de los Niveles de N-P-K y S en el Cultivo de Achita", menciona que los valores de peso de mil semillas están en un rango (1.009g -1.108 g), debido a un buen llenado de grano, influenciado principalmente por el azufre proveniente del suelo.

### 3.4.7 Tamaño de grano

**CUADRO 3.12** Prueba de Tukey para los promedios de tamaño de grano de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Tamaño de grano (mm)	n	Tukey 0.05	
CKA010	1.146	14	a	
CKA025	1.099	35	a	b
CKA020	1.087	35	a	b
CKA022	1.083	49	a	b
CKA079	1.064	14	a	b
CKA027	1.033	35		b
CKA019	1.023	28		b

En el cuadro 3.12 se presenta la prueba de Tukey (0.05), donde se muestra el tamaño de grano por panoja observándose que el cultivar CKA-010 tiene el valor más alto con 1.146 mm. seguido de los cultivares CKA-025, CKA-020, CKA-022 con 1.099, 1.087, 1.083 mm. respectivamente; mientras que los cultivares CKA-079, CKA-027, CKA-019 alcanzaron menor tamaño de grano con 1.064, 1.033, 1.023 mm. respectivamente.

**CARRASCO (1988)**, menciona que la semilla de la achita es redonda y ligeramente aplastada, con tamaño de 1.0 a 1.5 mm; su color es generalmente blanco o amarillento, aunque algunas variedades, tienen semillas de color marrón o negro.

**NIETO, C. (1990)**, menciona que la semilla es muy pequeña, mide de 1 a 1,5 mm y el número de semillas por gramo oscila entre 1.000 y 3.000.

**SUMAR (1993)**, afirma que las semillas de la achita son elíptico redondeadas (lenticulares), lisas, de borde convexo o afilado, opacas o semitranslúcidas, de color diferente según el ecotipo; 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.

El mayor valor de tamaño de grano obtenido en el presente trabajo de investigación es de 1.146 mm. cuyo valor se encuentra en el rango mencionado por los diferentes autores.

### 3.4.8 Rendimiento de grano

En el cuadro 3.13 se observa que el rango de rendimiento de grano para los diferentes cultivares de achita van desde 3.059 hasta 5.345 tn.ha<sup>-1</sup>. que corresponden a los cultivares CKA-079 y CKA-022 respectivamente; existiendo entre los cultivares una diferencia estadística.

**CUADRO 3.13** Prueba de Tukey para los promedios rendimiento de grano de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Rendimiento tn/ha	n	Tukey 0.05		
CKA022	5.345	49	a		
CKA010	4.518	14	a	b	
CKA025	4.103	35		b	c
CKA019	4.046	28		b	c
CKA027	3.715	35		b	c
CKA020	3.287	35			c
CKA079	3.059	14			c

El cultivar CKA-022 alcanzó mayor rendimiento con  $5.345 \text{ tn.ha}^{-1}$ ; seguido de los cultivares CKA-010, CKA-025, CKA-019 con 4.518, 4.103,  $4.046 \text{ tn.ha}^{-1}$  respectivamente; mientras que los cultivares CKA-027, CKA-020, CKA-079 alcanzaron menor rendimiento 3.715, 3.287,  $3.059 \text{ tn.ha}^{-1}$  respectivamente.

Este resultado se puede observar mejor comparando con lo que reporta **ESPÍRITU (1986)** en un estudio comparativo del rendimiento de 13 accesiones de achita en Wayllapampa obtiene buen resultado de 4790 a  $5890 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

**TENORIO (1996)** evaluó siete colecciones de Achita en Canaán-Ayacucho donde obtiene buenos rendimientos que van desde 3803.3 hasta  $6719.8 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Algunos de estos resultados son superiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación esto se debe a la escasa precipitación durante el crecimiento y desarrollo de la planta pero por otro lado son superiores a lo obtenido por **SALIS (1985)**, quien reporta los rendimientos de los ensayos efectuados por el Proyecto de Fitogenotecnia y Producción de Semillas de Cultivos Andinos Para el Desarrollo Rural, oscilando entre  $650-2900 \text{ kg.ha}^{-1}$ , y **CARBAJAL (1988)** en un experimento "Evaluación Morfológica de 13 accesiones de Achita y su relación en el rendimiento reporta de  $1244.56 \text{ kg.ha}^{-1}$  hasta  $3682.25 \text{ kg.ha}^{-1}$ , cuyos resultados son menores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

### 3.5. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

#### 3.5.1. Selección por caracteres

**CUADRO 3.14** Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del peso de panoja y rendimiento en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Regresión	1	289.6	289.55	325.4 **
Error	208	185.1	0.89	
Total	209	474.7		

En el cuadro 3.14 se presenta el análisis de variancia de la regresión múltiple mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre las variables altura de planta, diámetro de tallo principal, tamaño de grano, etc. sobre el rendimiento de grano por hectárea; en dicho análisis se muestra que la regresión es altamente significativo, en la relación peso de panoja con el rendimiento. En comparación con los resultados de **AYALA (2011)** en un estudio realizado "Caracterización y selección de catorce compuestos varietales de achita panoja blanca decumbente, Canaán-Ayacucho", reportó que el rendimiento depende de peso de panoja y tamaño de grano, comparando con el presente trabajo solo coincide con una sola variable que es el peso de panoja, por lo que se realizó un análisis independiente para el peso de panoja.

**CUADRO 3.15** Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del peso de panoja sobre el rendimiento de grano por hectárea en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	F calculado
Termino independiente	1.3074	0.1701	52.56	59.1 **
Peso de panoja	0.0293	0.0016	289.55	325.4 **

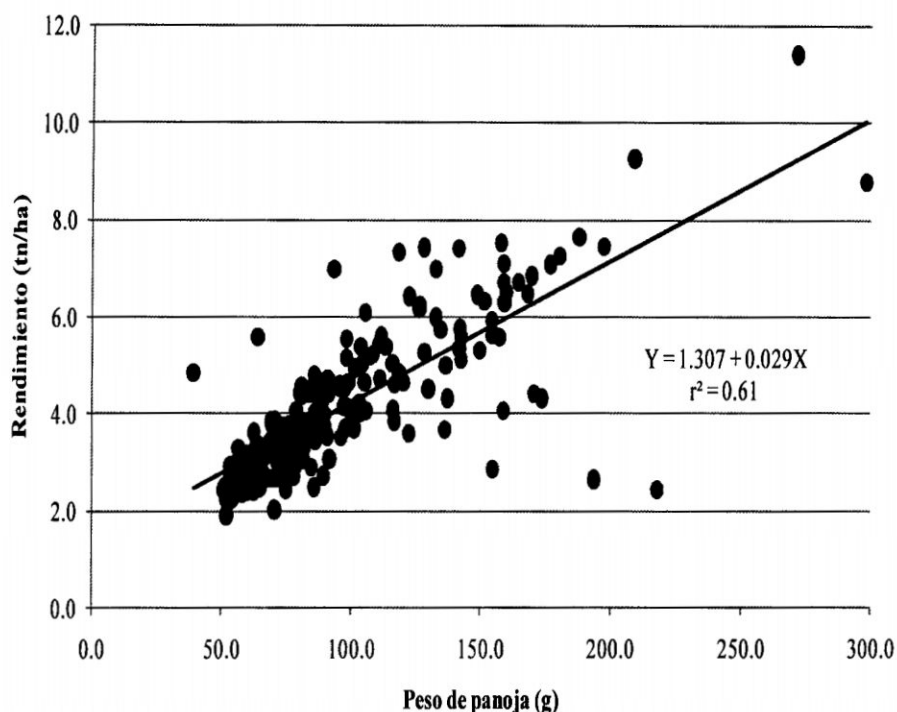
En el cuadro 3.15 se puede observar que el peso de panoja estadísticamente es altamente significativo, y del coeficiente de regresión podemos afirmar que el rendimiento se encuentra asociado en forma directa de una manera muy fuerte con la variable peso de panoja. Si el peso de panoja se incrementa en un gramo, el rendimiento incrementa en 29 Kg/ha.

**CUADRO 3.16** Resumen de selección de Stepwise con la variables peso de panoja, incluida en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable seleccionada	Variable incluida	R <sup>2</sup> parcial	R <sup>2</sup> modelo	F calculado
Peso de panoja	1	0.61	0.61	325.4 **

De acuerdo al Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>, el cual se muestra en el cuadro 3.16 podemos decir que el 61% de la producción depende del peso de la panoja y el resto del porcentaje por los demás variables.

**FIGURA 3.9** Regresión lineal múltiple del rendimiento de grano (tn/ha) sobre el peso de panoja (g) en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



### 3.5.2. Respuesta a la selección

En el cuadro 3.17 se detalla que entre los siete cultivares en investigación existe una alta diferencia estadística en el promedio experimental, existe significación estadística en el rendimiento experimental.

**CUADRO 3.17** Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Cultivar	6	121.61	20.27	11.65 **
Error	203	253.05	1.74	
Total	209	474.66		

**Cuadro 3.18** Componentes de variancia y heredabilidad en el rendimiento de grano en Kg/Ha<sup>-1</sup> de la achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variación genética	Variación ambiental	Variación fenotípica	Heredabilidad
$\sigma^2_g$	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_p$	$h^2$
2.65	0.25	2.90	0.91

En el cuadro 3.18 se observa que los componentes de variancia genética y heredabilidad, está influenciado por el carácter de peso de panoja, sobre el rendimiento experimental de grano de la achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta; con una heredabilidad de 91% 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. En comparación al reporte del INIA (2012) para diferentes morfotipos de kiwicha la heredabilidad fue de 85 a 92 %, los valores de los componentes de variancia también fueron mayores que en el presente trabajo de investigación.

**CUADRO 3.19** Promedio del rendimiento de grano (tn/ha) y ganancia por selección en 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

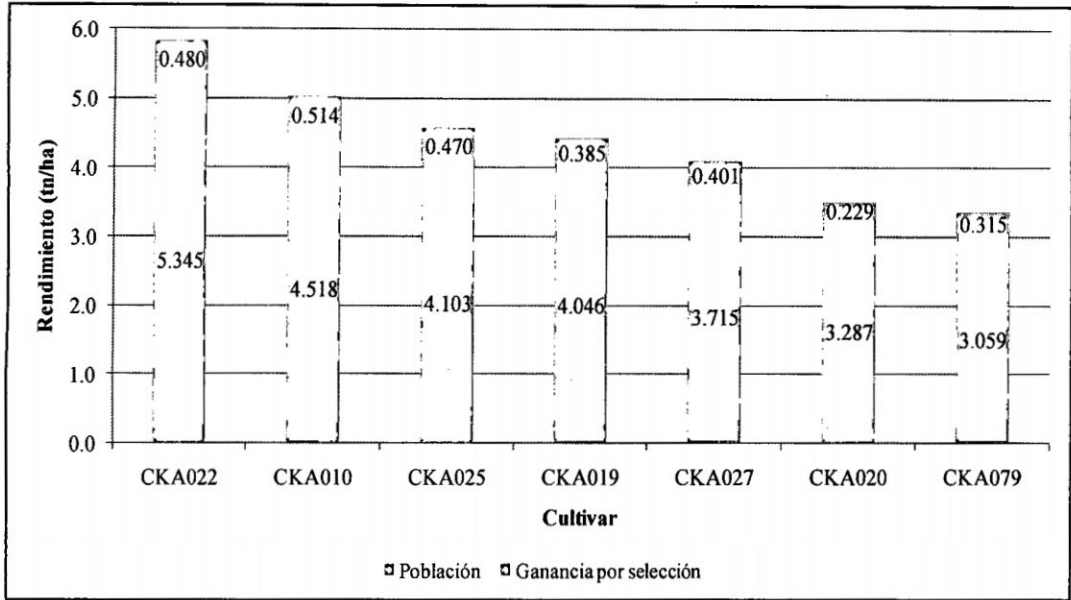
Cultivar	Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
CKA022	6.401	5.345	0.480	5.826	9
CKA010	5.648	4.518	0.514	5.032	11
CKA025	5.136	4.103	0.470	4.573	11
CKA019	4.892	4.046	0.385	4.431	10
CKA027	4.595	3.715	0.401	4.115	11
CKA020	3.791	3.287	0.229	3.517	7
CKA079	3.751	3.059	0.315	3.374	10

En el cuadro 3.19 y figura 3.10 se observa la ganancia por selección de las 07 poblaciones de achita.

Las poblaciones que presentaron una mayor ganancia por selección son CKA-010, CKA-022 y CKA-025 con 0.514, 0.480 y 0.470 tn.ha<sup>-1</sup> respectivamente, las cuales representan el 11, 9 y 11% de mejora respecto al promedio poblacional obtenido en la presente campaña de cultivo.

Los resultados muestran que la variancia genética, representado por la heredabilidad (0.91) es menor respecto a los materiales anteriormente evaluados, mostrando relativa homogeneidad, se debe formar el compuesto con las mejores selecciones a fin de contar con una nueva variedad de achita.

**FIGURA 3.10** Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.



## **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 por considerar este cultivar es de gran potencial agrícola, se concluye:

1. Los cultivares de achita presentaron 24 características morfológicas homogéneas (pigmentación del cotiledón, intensidad pigmentación del cotiledón, pigmentación del hipocotilo, intensidad pigmentación del hipocotilo, color de tallo, intensidad color de tallo, presencia ramificación, forma hoja inferior, forma hoja superior, borde hoja inferior, diente hoja basal, color hoja basal, color del peciolo de la hoja, color de panoja antes de madurez fisiológica, intensidad de color de panoja antes de madurez fisiológica, color de panoja a la cosecha, intensidad de color de panoja a la cosecha, tipo de panoja, forma de

panoja, densidad de panoja, forma de fruto); estas obedecen a las características generales de la especie.

2. Durante el ciclo vegetativo la emergencia se encuentra con una diferencia mínima de 4 a 5 días después de la siembra. La etapa fenológica de 2 hojas verdaderas vario entre 13 y 14 días siendo en la mayoría de los cultivares 14 días a excepción de los cultivares CKA-022-1-6, CKA-022-1-8, CKA-022-2-1, CKA-025-2-6, CKA-010-1-9, CKA-079-1-2, CKA-079-1-3 que presentaron 2 hojas verdaderas a los 13 días, la presentación de las 4 hojas verdaderas se comportó con una mínima diferencia entre los 19 y 20 días, la etapa fenológica de 6 hojas verdaderas se presentó de manera uniforme a los 24 días, la ramificación se presentó con una variación entre los 28,29 y 30 días después de la siembra; el inicio de panojamiento vario de 53 a 54 días. En cuanto a los días transcurridos desde la siembra hasta la floración vario entre 82 a 83 días. El estado fenológico de grano lechoso se presentó entre los 101, 102 y 103 días después de la siembra. El estado fenológico de grano pastoso se presentó de manera uniforme a los 119 días después de la siembra. En cuanto a la madurez fisiológica se presentó a los 133 días después de la siembra de manera uniforme en todos los cultivares en estudio.
3. El cultivar CKA-022 ocupó el primer lugar en cuanto al rendimiento con 5.345 tn.ha<sup>-1</sup>, seguido de los cultivares CKA-010, CKA-025, CKA-019 con 4.518, 4.103, 4.046 tn.ha<sup>-1</sup> respectivamente; mientras que los cultivares CKA-027, CKA-020, CKA-079 alcanzaron menor

rendimiento 3.715, 3.287, 3.059 tn.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

4. La variable peso de panoja es la que interviene de manera directa sobre el rendimiento.
5. El cultivar que presentó la mayor longitud de panoja a la cosecha fue CKA-022 con 52.69 cms., y la de menor longitud fue el cultivar CKA-027 con 46.37 cms.; mientras que el cultivar que presentó mayor diámetro de panoja a la cosecha fue CKA-022 con 95.3 mm., y la de menor el cultivar CKA-079 con 65.7 mm.; y el mayor tamaño de grano fue el del cultivar CKA-010 con un promedio 1.146 mm., y el de menor tamaño fue el cultivar CKA-019 con 1.023 mm.
6. El cultivar CKA-010, alcanzó mayor peso de mil semillas con 1.077 gr. seguido de los cultivares CKA-019, CKA-027, CKA-020 con 1.029, 1.023, 1.015 gr. respectivamente; mientras que los cultivares CKA-079, CKA-022, CKA-025 alcanzaron menor peso de mil semillas con 1.011, 0.993, 0.981 gr. respectivamente.
7. Las poblaciones que presentaron una mayor ganancia por selección son CKA-010, CKA-022 y CKA-025 con 0.514, 0.480 y 0.470 tn.ha<sup>-1</sup> respectivamente, las cuales representan el 11, 9 y 11% de mejora.

## **4.2 RECOMENDACIONES.**

1. Formar el compuesto varietal de achita de panoja rosada erecta de grano blanco, con la mezcla de las mejores panojas del presente experimento, como una nueva variedad
2. Probar la nueva variedad en ensayos de rendimiento en localidades con variedades adaptadas.
3. Continuar con el estudio del presente trabajo bajo diferentes condiciones de suelo, clima, fertilización y demás factores, teniendo en cuenta sus factores de precocidad y rendimiento.
4. Realizar pruebas en campo de agricultores enfatizando las líneas que obtuvieron los más altos rendimientos y los que presentan un mayor porcentaje de mejora en el rendimiento
5. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, no deberán ser considerados como definitivos, puesto que es un estudio preliminar, debido a la alta heredabilidad que se presentó en dicho trabajo.

## **RESUMEN**

El trabajo experimental se realizó en el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Canaán, a una altitud de 2735 msnm; durante los meses de diciembre del 2011 a abril del 2012.

El diseño estadístico para el presente trabajo se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y bloque completamente randomizado, donde se utilizaron 07 cultivares de achita seleccionadas en el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento y la respuesta de 07 cultivares de achita a las condiciones medioambientales de Canaán; su adaptación se reflejó en la precocidad, la producción y la sanidad.

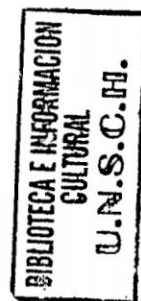
Se tomaron las siguientes evaluaciones de campo: días a la emergencia, a dos hojas verdaderas, a cuatro hojas verdaderas, a seis hojas verdaderas, a la ramificación, al panojamiento, a la floración, al estado de

grano lechoso, grano pastoso y días a la madurez fisiológica; así como la altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de panoja, peso de granos por panoja, tamaño de grano, peso de mil semillas y el rendimiento de grano.

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento poco diferenciado entre los cultivares en estudio, alcanzando la madurez fisiológica a los 133 días después de la siembra.

En cuanto a la característica de longitud de panoja, los cultivares CKA-022, CKA-010, CKA-025 tuvieron la mayor longitud con 52.69, 51.57, 50.86 cm. respectivamente, superando significativamente a las demás. Así mismo, los cultivares CKA-022, CKA-010 destacan significativamente al tener el mayor diámetro de panoja con 95.3, 86.1 mm.; en cuanto al peso de panoja y peso de granos/panoja el cultivar CKA-022, obtuvo el mayor peso, superando a los demás cultivares en estudio. El mayor peso de mil granos se registra en cultivar CKA-010 con 1.077gr.

En general, los 07 cultivares de achita evaluadas presentan características de precocidad, rendimiento y ganancias por selección para el rendimiento de grano de 11, 8, 11 % para los cultivares CKA-010, CKA-022 y CKA-070 respectivamente, bajo las condiciones de Canaán.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AEDO P., M. (1989). "Fenología y Rendimiento de 14 Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Viñaca a 2420 m.s.n.m., Ayacucho". Informe de Práctica Profesional. UNSCH. Ayacucho – Perú.
2. ALLARD. R. W. (1980). "Principios de la Mejora Genética", 2da Edit. OMEGA S.A, Barcelona – España.
3. AYALA, D. S. (2011) "*Caracterización y Selección de Catorce Compuestos Varietales de Achita de Panoja Blanca Decumbente (Amaranthus caudatus L.) Canaan 2735 msnm – Ayacucho*". Tesis Ing. Agrónoma. UNSCH. Ayacucho-Perú.
4. AVILES L., E.F. (1990). "Evaluación de Rendimiento y Aspecto del Crecimiento en Seis Accesiones de Achita a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
5. CACÑAHUARAY A. (1996). "Determinación de la Época Crítica de Competencia de Malezas en el Cultivo de Achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán a 2750 msnm". Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
6. CALDERON P., V. (1989). "Efectos de la Reducción Foliar sobre el Rendimiento y Calidad de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayocondo a 2600 msnm. Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho-Perú.
7. CARBAJAL N.A. 1988 "Evaluación morfológica de 13 accesiones de

- Achita (*Amaranthus caudatus* L.) y su relación con el rendimiento bajo las condiciones de Ayacucho a 2500 m.s.n.m.” Tesis. Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho- Perú.
8. CORDOVA (2000) “Efecto de los niveles de N-P-K y S en el cultivo de Achita”, Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
  9. CURACA Q., J. (2010). “Abonamiento Orgánico y Sintético en el Rendimiento de tres Cultivares de Achita (*Amaranthus Caudatus* L.) CANAAN 2720 msnm – Ayacucho.
  10. EARLY, K. D. (1987). “El cultivo y Usos del *Amaranthus* (Kiwicha) en Dos Centros de Domesticación”. Congreso Internacional Sobre Agricultura Andina. Puno-Perú.
  11. ESPIRITU, A. (1986).”Comparativo de Rendimiento de 13 Accesiones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) del Germoplasma de Granos Andinos de la Universidad de Huamanga. Wayllapampa 2450 m.s.n.m.” Informe de Practicas, UNSCH. Ayacucho- Perú.
  12. INIA (2012). Proyecto “Desarrollo de cultivos de granos andinos para asegurar la nutrición popular y el alivio a la población”. Ayacucho.
  13. LARCHER, W. (1976).”Ecofisiología Vegetal” Ediciones Omega S.A. Barcelona – España.
  14. LEON, J. (1964).”Plantas Alimenticias Andinas”. Boletín Técnico N° 6.IICA-Zona Andina. Lima-Perú.
  15. MUJICA, A.; BERTI, M.; E IZQUIERDO, J. 1997. “El Cultivo de Amarantho (*Amaranthus* sp.): producción, mejoramiento genético

- y utilización. Departamento de Agricultura, División de Producción y Protección Vegetal”, Roma – Italia. Pp.97.
16. MUJICA, S. A y A. QUILLIHUAMAN (1989). “Fenología de Cultivo de Kiwicha”. En curso taller de cultivos andinos.
  17. NIETO, C. 1989 “El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus sp.*) Una alternativa Agronómica para Ecuador”. Programa de Cultivos Andinos EESC. Quito, Ecuador. Pp.24.
  18. NIETO, C. (1990). “Identificación de microcentros de variabilidad en quinua, amaranto y chocho en Ecuador INIAP”, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador. Proyecto INIAP/IFAD/IPGRI. Pp. 15.
  19. NUÑEZ, A., E. (2006). “Boletín Técnico – Estación Experimental Agraria CANAAN-INIA Ayacucho” – Perú.
  20. ODTOJAN, J. (1986). “Estabilidad Fenotípica en los Amarantos”. Bol N° 1. El Amaranto y su Potencial Washington.
  21. PALACIOS, S.C. (1997). Estudio Preliminar sobre el efecto de la Decapitación Apical en el Rendimiento de 38 entradas de Achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2750 msnm. Grado. UNSCH. Ayacucho – Perú.
  22. PARIONA N., M. (1992).”Evaluación de Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayocondo a 2600 msnm. Ayacucho”. Tesis, UNSCH. Ayacucho-Perú.

23. CARRASCO, R (1988). Cultivos andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de Procesamiento. Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé De Las Casas Cuzco - Perú.
24. SALIS, G. (1985). Cultivos Andinos ¿Alternativa Alimentaria Popular? Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Casas" CEPED- AYLLU. Centro Para el Desarrollo de los Pueblos Cusco- Perú.
25. SUMAR, L. (1993). *Amaranthus caudatus*, el pequeño gigante. Programa de Investigación Amarantos. Boletín N°03; Setiembre Cusco-Perú.
26. TAPIA, M. (1982). Quinoa y qañihua, cultivos andinos. Bogotá. IICA:
27. TAPIA, M. (1990). Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago. FAO.
28. TENORIO, L. (1996). "Caracterización y Evaluación de Siete Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.), en Ayacucho a 2750 m.s.n.m." Tesis, UNSCH. Ayacucho-Perú.

Páginas webs consultadas:

- [http://home.wfp.org/stellent/groups/public/documents/liaison\\_offices/wfp203899.pdf](http://home.wfp.org/stellent/groups/public/documents/liaison_offices/wfp203899.pdf)
- [http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_kiwichaamaranthuscaudatus\\_1.ht](http://www.peruecologico.com.pe/flo_kiwichaamaranthuscaudatus_1.ht)
- <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/prod.>

**ANEXO**

## ANEXO N° 01

Descriptores proporcionados por el IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos) de caracterización para la achita, elaborado por el Dr. S.K. Jain Range of Science Department, University of California, USA-2003.

### Parámetros para la caracterización de achita:

- **PLANTA:**

- ❖ **HABITO DE CRECIMIENTO**

- 1 Erecto
- 2 Postrado

- ❖ **PIGMENTACIÓN EN LOS COTILEDONES**

- 0 No pigmentados
- + Pigmentados

- ❖ **INTENSIDAD DE COLOR DEL COTILEDÓN**

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

- ❖ **PIGMENTACIÓN EN EL HIPOCOTILO**

- 0 No pigmentados
- + Pigmentados

- ❖ **INTENSIDAD DE COLOR DEL COTILEDÓN**

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

❖ ALTURA DE PLANTA A LA FLORACIÓN, EN CMS.

❖ AXILAS PIGMENTADAS

0 Ausente

+ Presente

• **TALLO**

❖ ÍNDICE DE RAMIFICACIÓN

0 Ausente

+ Presente

❖ PIGMENTACIÓN DEL TALLO

1 Verde

2 Morado o rosado

3 Verde con manchas moradas

❖ INTENSIDAD DE COLOR DE TALLO

3 Claro

5 Medio

7 Oscuro

❖ DIÁMETRO DE TALLO MM.

• **HOJA**

❖ LONGITUD DE LA HOJA, EN (cm.)

❖ ANCHO DE LA HOJA, EN (cm.)

➤ FORMA DE LA HOJA INFERIOR

- 1 Lanceolada
- 2 Elíptica
- 3 Cuneada
- 4 Ovatina
- 5 Rómbica
- 6 Ovalada
- 7 Otra (especifique).

➤ FORMA DE LA HOJA SUPERIOR

- 1 Lanceolada
- 2 Elíptica
- 3 Cuneada
- 4 Ovatina
- 5 Rómbica
- 6 Ovalada
- 7 Otra (especifique).

➤ MARGEN O BORDE DE LA HOJA

- 1 Entero
- 2 Crenado
- 3 Ondulado
- 4 Otro.

➤ **PIGMENTACIÓN DE LA HOJA**

- 1 Completamente morado o rosado
- 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 c
- 8 Verde común
- 9 Verde oscuro
- 10 Margen pigmentado de morado

❖ **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  
envez verde)

- **INFLORESCENCIA O PANOJA**

- ❖ LONGITUD DE LA INFLORESCENCIA (cm.)

- ❖ DIÁMETRO DE LA INFLORESCENCIA (mm.)

- ❖ PESO DE PANOJA (gr)

- ❖ ÍNDICE DE DENSIDAD DE LA INFLORESCENCIA

- 1 Laxa

- 2 Intermedia

- 3 Densa

- ❖ COLOR DE LA INFLORESCENCIA

- 1 Amarillo

- 2 Verde

- 3 Rosado

- 4 Rojo

- 5 Rojo-morado

- 6 Verde y rosado

- 7 Rosado – crema

- ❖ INTENSIDAD DE COLOR DE LA INFLORESCENCIA

- 3 Claro

- 5 Medio

- 7 Oscuro

- ❖ TIPO DE LA INFLORESCENCIA

- DT Diferenciada y terminal

- ND No diferenciada

❖ **FORMA DE LA INFLORESCENCIA**

G Glomerulada

A Amarantiforme

• **SEMILLA O GRANO**

❖ **COLOR DE LA SEMILLA**

1 Amarillo claro

2 Rosado

3 Rojo

4 Marrón

5 Negro

❖ **FORMA DE LA SEMILLA**

1 Redonda

2 Elipsoide u ovoide.

❖ **PESO DE 1000 SEMILLAS (gr)**

❖ **TAMAÑO DE GRANO (mm.)**

❖ **RENDIMIENTO (tn/ha)**

## ANEXO N° 02

Promedios de la altura de planta de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Altura de planta (cm.)	Promedio de altura de planta (cm.)
CKA 022	CKA 022-1-6	208.4	207.2
	CKA 022-1-8	207.1	
	CKA 022-2-1	217.7	
	CKA 022-2-4	204.3	
	CKA 022-3-1	205.3	
	CKA 022-3-7	200.4	
	CKA 022-4-6	207.1	
CKA 025	CKA 025-2-6	209.3	204.0
	CKA 025-2-8	203.6	
	CKA 025-3-1	203.9	
	CKA 025-5-1	200.0	
	CKA 025-5-2	203.3	
CKA 020	CKA 020-1-10	200.1	196.3
	CKA 020-2-6	189.9	
	CKA 020-2-9	188.3	
	CKA 020-3-7	197.7	
	CKA 020-3-3	205.4	
CKA 019	CKA 019-2-7	203.7	199.1
	CKA 019-3-10	188.9	
	CKA 019-3-5	199.9	
	CKA 019-3-8	204.0	
CKA 027	CKA 027-1-5	188.1	194.8
	CKA 027-1-10	195.1	
	CKA 027-1-1	200.4	
	CKA 027-2-5	203.9	
	CKA 027-2-10	186.3	
CKA 010	CKA 010-1-10	200.0	204.1
	CKA 010-1-9	208.3	
CKA 079	CKA 079-1-2	195.6	197.9
	CKA 079-1-3	200.3	

### ANEXO N° 03

Promedios de diámetro de tallo principal de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Diámetro de tallo (mm.)	Promedio de diámetro de tallo (mm.)
CKA 022	CKA 022-1-6	15.9	14.7
	CKA 022-1-8	16.1	
	CKA 022-2-1	14.9	
	CKA 022-2-4	14.8	
	CKA 022-3-1	14.5	
	CKA 022-3-7	14.2	
	CKA 022-4-6	12.8	
CKA 025	CKA 025-2-6	12.7	13.0
	CKA 025-2-8	13.1	
	CKA 025-3-1	13.1	
	CKA 025-5-1	13.1	
	CKA 025-5-2	13.0	
CKA 020	CKA 020-1-10	14.1	12.7
	CKA 020-2-6	12.8	
	CKA 020-2-9	11.6	
	CKA 020-3-7	11.9	
	CKA 020-3-3	13.3	
CKA 019	CKA 019-2-7	12.6	13.7
	CKA 019-3-10	13.3	
	CKA 019-3-5	13.8	
	CKA 019-3-8	15.0	
CKA 027	CKA 027-1-5	14.3	13.6
	CKA 027-1-10	12.7	
	CKA 027-1-1	12.8	
	CKA 027-2-5	12.7	
	CKA 027-2-10	15.3	
CKA 010	CKA 010-1-10	15.0	14.7
	CKA 010-1-9	14.4	
CKA 079	CKA 079-1-2	12.7	12.3
	CKA 079-1-3	11.9	

### ANEXO N° 04

Promedios de longitud de panoja de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Long. Panoja (cm.)	Promedio Long. Panoja (cm.)
CKA 022	CKA 022-1-6	58.00	52.69
	CKA 022-1-8	54.00	
	CKA 022-2-1	52.43	
	CKA 022-2-4	50.14	
	CKA 022-3-1	56.71	
	CKA 022-3-7	49.00	
	CKA 022-4-6	48.57	
CKA 025	CKA 025-2-6	44.86	50.86
	CKA 025-2-8	55.71	
	CKA 025-3-1	54.43	
	CKA 025-5-1	46.43	
	CKA 025-5-2	52.86	
CKA 020	CKA 020-1-10	55.14	49.14
	CKA 020-2-6	48.71	
	CKA 020-2-9	46.29	
	CKA 020-3-7	45.43	
	CKA 020-3-3	50.14	
CKA 019	CKA 019-2-7	45.14	49.82
	CKA 019-3-10	46.43	
	CKA 019-3-5	52.00	
	CKA 019-3-8	55.71	
CKA 027	CKA 027-1-5	46.14	46.37
	CKA 027-1-10	45.86	
	CKA 027-1-1	43.29	
	CKA 027-2-5	48.29	
	CKA 027-2-10	48.29	
CKA 010	CKA 010-1-10	53.57	51.57
	CKA 010-1-9	49.57	
CKA 079	CKA 079-1-2	51.00	49.21
	CKA 079-1-3	47.43	

## ANEXO N° 05

Promedios de diámetro de panoja de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Diámetro de panoja (mm.)	Promedio diámetro panoja (mm.)
CKA 022	CKA 022-1-6	101.1	95.3
	CKA 022-1-8	112.0	
	CKA 022-2-1	91.6	
	CKA 022-2-4	95.4	
	CKA 022-3-1	95.7	
	CKA 022-3-7	88.6	
	CKA 022-4-6	82.9	
CKA 025	CKA 025-2-6	75.0	78.1
	CKA 025-2-8	85.0	
	CKA 025-3-1	77.1	
	CKA 025-5-1	73.6	
	CKA 025-5-2	80.0	
CKA 020	CKA 020-1-10	72.1	69.6
	CKA 020-2-6	65.7	
	CKA 020-2-9	73.6	
	CKA 020-3-7	71.4	
	CKA 020-3-3	65.0	
CKA 019	CKA 019-2-7	70.0	81.8
	CKA 019-3-10	85.0	
	CKA 019-3-5	77.1	
	CKA 019-3-8	95.0	
CKA 027	CKA 027-1-5	80.0	78.1
	CKA 027-1-10	77.1	
	CKA 027-1-1	80.7	
	CKA 027-2-5	85.7	
	CKA 027-2-10	67.1	
CKA 010	CKA 010-1-10	90.0	86.1
	CKA 010-1-9	82.1	
CKA 079	CKA 079-1-2	65.0	65.7
	CKA 079-1-3	66.4	

## ANEXO N° 06

Promedios de peso de panoja de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Peso de panoja (gr.)	Promedio peso panoja (gr.)
CKA 022	CKA 022-1-6	167.1	128.3
	CKA 022-1-8	151.8	
	CKA 022-2-1	140.4	
	CKA 022-2-4	172.2	
	CKA 022-3-1	83.3	
	CKA 022-3-7	88.2	
	CKA 022-4-6	94.8	
CKA 025	CKA 025-2-6	71.4	85.7
	CKA 025-2-8	88.8	
	CKA 025-3-1	82.8	
	CKA 025-5-1	95.0	
	CKA 025-5-2	90.5	
CKA 020	CKA 020-1-10	83.9	74.3
	CKA 020-2-6	65.7	
	CKA 020-2-9	80.2	
	CKA 020-3-7	75.7	
	CKA 020-3-3	65.8	
CKA 019	CKA 019-2-7	75.3	97.0
	CKA 019-3-10	100.0	
	CKA 019-3-5	104.2	
	CKA 019-3-8	108.5	
CKA 027	CKA 027-1-5	94.8	93.9
	CKA 027-1-10	85.9	
	CKA 027-1-1	93.0	
	CKA 027-2-5	113.7	
	CKA 027-2-10	82.1	
CKA 010	CKA 010-1-10	114.0	103.1
	CKA 010-1-9	92.3	
CKA 079	CKA 079-1-2	72.6	72.0
	CKA 079-1-3	71.5	

### ANEXO N° 07

Promedios de peso de 1000 semillas de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Peso 1000 semillas (gr.)	Promedio peso 1000 semillas (gr.)
CKA 022	CKA 022-1-6	1.031	0.993
	CKA 022-1-8	1.006	
	CKA 022-2-1	1.006	
	CKA 022-2-4	0.997	
	CKA 022-3-1	0.949	
	CKA 022-3-7	0.980	
	CKA 022-4-6	0.986	
CKA 025	CKA 025-2-6	1.026	0.981
	CKA 025-2-8	0.946	
	CKA 025-3-1	0.906	
	CKA 025-5-1	1.034	
	CKA 025-5-2	0.994	
CKA 020	CKA 020-1-10	1.071	1.014
	CKA 020-2-6	1.080	
	CKA 020-2-9	1.037	
	CKA 020-3-7	0.897	
	CKA 020-3-3	0.986	
CKA 019	CKA 019-2-7	1.143	1.029
	CKA 019-3-10	1.074	
	CKA 019-3-5	0.880	
	CKA 019-3-8	1.017	
CKA 027	CKA 027-1-5	1.031	1.023
	CKA 027-1-10	1.031	
	CKA 027-1-1	0.949	
	CKA 027-2-5	1.037	
	CKA 027-2-10	1.069	
CKA 010	CKA 010-1-10	1.071	1.077
	CKA 010-1-9	1.083	
CKA 079	CKA 079-1-2	1.040	1.011
	CKA 079-1-3	0.983	

## ANEXO N° 08

Promedios de tamaño de grano de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Tamaño de grano (mm.)	Promedio tamaño grano (mm.)
CKA 022	CKA 022-1-6	1.071	1.083
	CKA 022-1-8	1.100	
	CKA 022-2-1	1.107	
	CKA 022-2-4	1.071	
	CKA 022-3-1	1.079	
	CKA 022-3-7	1.043	
	CKA 022-4-6	1.107	
CKA 025	CKA 025-2-6	1.107	1.099
	CKA 025-2-8	1.093	
	CKA 025-3-1	1.129	
	CKA 025-5-1	1.107	
	CKA 025-5-2	1.057	
CKA 020	CKA 020-1-10	1.071	1.087
	CKA 020-2-6	1.100	
	CKA 020-2-9	1.057	
	CKA 020-3-7	1.071	
	CKA 020-3-3	1.136	
CKA 019	CKA 019-2-7	1.079	1.023
	CKA 019-3-10	1.000	
	CKA 019-3-5	1.043	
	CKA 019-3-8	0.971	
CKA 027	CKA 027-1-5	1.021	1.033
	CKA 027-1-10	1.014	
	CKA 027-1-1	1.107	
	CKA 027-2-5	0.971	
	CKA 027-2-10	1.050	
CKA 010	CKA 010-1-10	1.136	1.146
	CKA 010-1-9	1.157	
CKA 079	CKA 079-1-2	1.086	1.064
	CKA 079-1-3	1.043	

### ANEXO N° 09

Promedios rendimiento de grano de 07 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Selección	Rendimiento grano (tn/ha)	Promedio rendimiento grano (tn/ha)
CKA 022	CKA 022-1-6	6.577	5.345
	CKA 022-1-8	5.927	
	CKA 022-2-1	5.558	
	CKA 022-2-4	6.969	
	CKA 022-3-1	3.636	
	CKA 022-3-7	3.959	
	CKA 022-4-6	4.791	
CKA 025	CKA 025-2-6	3.256	4.103
	CKA 025-2-8	3.561	
	CKA 025-3-1	5.299	
	CKA 025-5-1	4.255	
	CKA 025-5-2	4.144	
CKA 020	CKA 020-1-10	3.979	3.287
	CKA 020-2-6	2.941	
	CKA 020-2-9	2.863	
	CKA 020-3-7	3.575	
	CKA 020-3-3	3.078	
CKA 019	CKA 019-2-7	3.508	4.046
	CKA 019-3-10	4.491	
	CKA 019-3-5	3.273	
	CKA 019-3-8	4.913	
CKA 027	CKA 027-1-5	4.499	3.715
	CKA 027-1-10	3.209	
	CKA 027-1-1	3.903	
	CKA 027-2-5	4.350	
	CKA 027-2-10	2.614	
CKA 010	CKA 010-1-10	4.948	4.518
	CKA 010-1-9	4.087	
CKA 079	CKA 079-1-2	3.215	3.059
	CKA 079-1-3	2.903	

**ANEXO N° 10**

**Fotografías**

**Fotografía 01: Muestras de achita antes de ser seleccionadas para la siembra.**



**Fotografía 02: Siembra**



**Fotografía 03: Fumigación de la parcela 12 días después de la siembra.**



**Fotografía 04: Realizando el desahije.**



**Fotografía 05: Evaluando la parcela en la etapa de grano lechoso.**



**Fotografía 06: En la cosecha.**



**Fotografía 07: En la cosecha.**



**Fotografía 08: Tomando la medida del diámetro de grano.**



**Fotografía 09: Contando las 1000 semillas para el pesado.**



**Fotografía 10: Muestra de panoja y semilla.**

