

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



TESIS

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

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

ESAÚ DE LA CRUZ HUAYTALLA

AYACUCHO - PERÚ

2015

DEDICATORIA

A Nuestro Señor por ser el principal guía en el transitar de mi vida universitaria, en el desarrollo de esta tesis.

Con mucho cariño y amor a mis padres Héctor, Julia Juana y a mi esposa Tania, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio han sido la fortaleza para lograr mis objetivos y aspiraciones.

A mis hermanos, Cayo Tulio, Clelia V, Nea V, Hermes S y sobrinos (as) por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A mis amigos, que de una u otra manera siempre estuvieron pendientes de mí.

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.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
.....	
Agradecimiento	i
Dedicatoria.....	ii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	4
1.2 UBICACIÓN TAXONÓMICA	6
1.3 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA ACHITA.....	6
A) Raíz	6
B) Tallo.....	6
C) Hoja.....	7
D) Inflorescencia	7
E) Flores	8
F) Fruto y Semilla.....	9
1.4 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS Y CLIMÁTICOS DEL CULTIVO.....	10
a) Suelo.....	10
b) Clima.....	11
c) Precipitación.....	11
d) Temperatura	12
e) Luz	13

f) Altitud	13
1.5 FENOLOGÍA DEL CULTIVO	13
a) Emergencia	14
b) Dos hojas verdaderas	14
c) Seis hojas verdaderas	14
d) Ramificación	14
e) Inicio de panojamiento	15
f) Panojamiento	15
g) Inicio de floración	15
h) Floración	15
i) Grano lechoso	15
j) Grano pastoso	16
k) Madurez fisiológica	16
1.6 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO.....	16
a) Preparación de terreno	16
b) siembra	16
c) Abonamiento	17
d) Desahíje	17
e) Riego	18
f) Deshierbo	18
g) Aporque	19
h) Plagas y enfermedades en el cultivo de achita	19
i) Cosecha y trilla	20
1.7 VALOR NUTRITIVO Y USOS DE LA ACHITA.....	21

1.8 MEJORAMIENTO EN EL CULTIVO DE ACHITA	25
a) Mejoramiento por selección	26
b) Genética de la achita	26
c) Haploidia y diploidia	29
d) Componentes de mejoramiento	31
e) Componentes de variancia	32
1.9 RENDIMIENTO	32
1.10 IMPORTANCIA DE LA ACHITA	34
1.11 PRODUCCIÓN DE LA ACHITA EN AMÉRICA	35

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DE LA ZONA EN ESTUDIO	36
a) Ubicación geográfica	36
b) Antecedentes del terreno	36
c) Características edáficas del campo de cultivo	37
d) Condiciones meteorológicas	38
2.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO	42
2.3 UNIDAD EXPERIMENTAL	42
a) Diseño experimental	42
b) Tratamiento en estudio	43
c) Descripción del campo experimental	44
d) Unidad experimental	46
e) Tamaño de muestra	46

2.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	47
a) Caracterización morfológica.....	47
b) Caracteres de precocidad	48
c) Caracteres de productividad	49
2.5 ANÁLISIS GENÉTICO	50
a) Selección por caracteres	50
b) Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección	51
2.6 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	52
a) Preparación de terreno	52
b) Delimitación del campo experimental	53
c) Desinfección de las semillas	53
d) Abonamiento.....	53
e) Siembra.....	53
f) Desahijé.....	54
g) Control de malezas	54
h) Aporque	54
i) Riegos.....	54
j) Control fitosanitario	54
k) Cosecha.....	55
2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	55

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	56
--	-----------

3.2 CARACTERES DE PRECOCIDAD	71
3.3 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD	73
3.3.1 Altura de planta	74
3.3.2 Diámetro de tallo principal.....	76
3.3.3 Longitud de panoja.....	77
3.3.4 Diámetro de panoja.....	78
3.3.5 Peso de panoja	80
3.3.6 Peso de 1000 semillas	81
3.3.7 Tamaño de grano.....	83
3.3.8 Rendimiento de grano	84
3.4 SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN	86
3.4.1 Selección por caracteres.....	86
3.4.2 Respuesta a la selección	89

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	93
4.2 Recomendaciones	96
Resumen.....	97
Bibliografía	99
Anexo.....	103

INTRODUCCIÓN

La achita (***Amaranthus caudatus L.***), es una especie de origen andino, el principal producto es el grano, para el consumo especialmente en la dieta de los niños y mujeres embarazadas o en lactación. Es muy importante porque el grano contiene de 12 a 16% de proteína, 6 gramos de lisina por cada 100 gramos de proteína, alto contenido de aminoácido como la leucina y aminoácidos complementarios como la metionina, treonina y triptófano., La proteína de la achita es comparable a la caseína de la leche tanto en su valor nutricional como en su capacidad de complementar la calidad nutricional del alimento preparado a partir de harina de cereales. La achita 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, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, y, en mayor escala, Cuzco. La achita (***Amaranthus caudatus L.***), es producido por

los agricultores de los valles interandinos en su mayoría para su autoconsumo. Presentan bajos rendimiento porque los agricultores por falta de conocimiento en cuanto a su manejo agronómico y las potencialidades nutritivas que tiene este cultivo.

La posibilidad para el incremento de las áreas de producción de achita es una alternativa favorable para muchos agricultores que podrán encontrar en este cultivo es segura y atractiva fuente de mayor ingreso por tratarse de un producto de gran demanda internacional.

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 tn.ha^{-1} .

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 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. 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 colecciones de achita de panoja guinda erecta con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivos generales

Caracterizar y seleccionar compuestos varietales de Achita de panoja guinda erecta (*Amaranthus caudatus* L.) con fines de mejoramiento genético y productividad del grano.

Objetivos específicos

1. Evaluar la caracterización morfológica de 50 selecciones de achita de panoja guinda erecta.
2. Evaluar los caracteres de precocidad de 50 selecciones de achita de panoja guinda erecta.
3. Evaluar el rendimiento de grano de 50 selecciones de achita de panoja guinda erecta.
4. Evaluar la selección por caracteres y la respuesta a la selección de 50 selecciones de achita de panoja guinda erecta.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

LEÓN (1964), afirma que la domesticación de *Amaranthus caudatus* L. debe ser muy antigua, pues no se conoce en estado silvestre. Como su congénere de México, pudo ser en un comienzo tanto una planta alimenticia como mágica. Entre los pobladores de sud América, sin embargo, no ha tenido la importancia religiosa que tiene el “huatli” del México.

NATIONAL ACADEMY PRESS (1990), sostiene que la achita de semillas blancas y aparentemente domesticadas han sido encontradas en tumbas andinas de hace 4 000 años. No se encuentra en forma silvestre aunque recientemente se ha visto un cultivo rustico, se considera que ha sido tatamente doméstica, aunque no de tanta importancia o provista de atributos especiales, la achita indudablemente jugó un importante rol nutricional en la sociedad andina previo a la conquista, particularmente en las patrias inca y Aymara del sur del Perú y Bolivia.

VAVILOV (1931), en su obra “origen de las especies vegetales”, señala que la achita se encuentra en el Perú en los valles templados o templados fríos del centro norte del Perú, particularmente en los departamentos del Cuzco, Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

SUMAR (1993), señala que muchos hechos, permiten afirmar que Amaranthus caudatus L. es originaria de la zona andina del Perú. Los fundamentos principales de esta teoría son:

- La gran variedad de formas nativas encontradas en los departamentos de Ayacucho, Cusco y Cajamarca.
- En los valles interandinos sudamericanos se puede hallar los colores de pericarpio de la achita que se conocen en el mundo.
- La diversidad de nombres vulgares, en idiomas nativos, con los que se conocen la achita.
- Los indicios arqueológicos reportados por Macera y Ravines al excavar las cuevas de Junín (Pachachamay y Panauloca), encontraron restos de vegetales como la tuna y el amaranto que al ser sometidos a las pruebas del carbono 14 evidencian una antigüedad de 12000 a.c.

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

Amaranthus hypochondricus. Con amplia distribución en Norteamérica

Amaranthus caudatus que se encuentra en Ecuador, Bolivia, Perú y Argentina.

Amaranthus creuentus con mayor distribución en Guatemala.

Amaranthus edulis distribución mayormente en el Norte de Argentina.

1.2 UBICACIÓN TAXONÓMICA

SUMAR (1993), menciona a la achita con la siguiente clasificación taxonómica:

REINO	:Vegetal
DIVSIÓN	: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 ACHITA

A.- Raíz

LEÓN (1964), reporta que la achita presenta una raíz pivotante corta de quince centímetros de largo, gruesa de raicillas laterales.

SUMAR (1993), menciona que la radícula de la semilla comienza a crecer hacia abajo durante la germinación y forma la raíz principal cuando la pequeña planta de achita ha presentado de 4 – 6 hojitas, se inicia algo sorprendente, el veloz de 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.

B.- Tallo

LEÓN (1964) Y SUMAR (1993), mencionan que las plantas de achita poseen

tallos generalmente fibrosos, con fibras elásticas y esponjosos. Que le permiten ceder sin romperse a la presión de los vientos fuertes. El varía de acuerdo al ecotipo, entre el verde claro y el encarnado. La altura de la planta se halla determinada por eje principal. El tamaño total de la planta oscila entre los 60 y 280 cm.

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

C.- Hojas

SUMAR (1993), refiere que las hojas son simples, enteras con nervaduras pronunciadas en el envés, de formas variables entre lanceoladas, elípticas y romboide, la longitud varía entre 6.5 y 14 cm.; la coloración del haz o purpura; el peciolo es largo y también de variados colores.

MUJICA y BERTI (1997), menciona que las hojas también varían en su forma; pueden ser romboides, lisas y de escasa o nula pubescencia.

D.- Inflorescencia

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

a. Glomeruladas, cuando los glomérulos están insertos al raquis principal mediante ejes glomerulares presentando formas globosas.

- b. Amarantiformes**, cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal. La inflorescencia de acuerdo a la densidad se clasifica.
- c. Laxa**: cuando los glomérulos insertos al raquis son bastante separados.
- d. Intermedia**: se caracteriza cuando los glomérulos insertos al raquis no están muy separados ni contiguos entre sí.
- e. Compactas**: cuando los glomérulos insertos al raquis se encuentran bastante tupidos.

LEÓN (1964), menciona que la achita, presenta una inflorescencia a continuación del tallo que llega a medir hasta 90 cm de largo; son de forma variada pendientes y terminan en una panoja gruesa y larga, las hay decumbentes, semi-erectas y erectas, adaptando formas glomeruladas o amarantiformes típicas, densa y laxa. El eje central de la inflorescencia, la continuación del tallo lleva grupos de flores llamados dicasios (glomérulos).

E.- Flores:

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

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

F.- Fruto y semillas:

NIETO (1990), menciona que la semilla es pequeña, lisa y brillante de 1 a 1.5 mm de diámetro ligeramente aplanada aunque existen de colores amarillentos, dorados, dorados, rojos y rosados purpuras y negros; el número de semillas variando de 1000 a 300 semillas por gramo, las especies silvestres presentan semillas de color negro con el epispermo muy duro. En el grano se puede distinguir cuatro partes importantes : epispermo que viene hacer la cubierta seminal , constituida por una capa de células muy finas, endospermo que viene hacer la segunda capa, embrión formado por los cotiledones que es la más rica en proteínas y una interna llamada perisperma rica en almidones.

NATIONAL ACADEMY PRESS (1990), menciona que la achita es una planta dicotiledónea, los lustrosa, el embrión es curvo y colocado alrededor de un pequeño endospermo (perisperma), semejante al de la quinua, pero sin contenido de saponina.

PERU ECOLOGICO (2009), la KIWICHA contiene los granos comestibles más pequeños del mundo, tiene forma redonda, son ligeramente aplanados, miden de a 1.5 mm de diámetro y poseen diversos colores de acuerdo con la variedad a la que pertenece. Los granos contienen entre 13 y 18 % de proteínas y sus aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo o

perisperma, a diferencia de los cereales que contienen en su cascara o perisperma.

1.4 REQUERIMIENTO EDÁFICOS Y CLIMÁTICOS DEL CULTIVO

SUMAR (1993), menciona que la achita exige un clima cálido a relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas, los mayores éxitos en el cultivo de la achita se han logrado en el valle interandino de Colca – Urubamba (Cusco), que se ubica entre los 2800 y 3000 m.s.n.m. realizado la siembra en Octubre mes en el que la temperatura del suelo fluctúa entre los 16 a 18 °C, las precipitaciones pluviales oscilan entre 350 a 650 mm, repartidas entre Diciembre y Marzo, por lo que se requiere de riegos suplementarios durante la preparación del suelo, emergencia y crecimiento inicial

ESPINOZA MONTESINOS, refiere que la época o estacionalidad de siembra Sierra (La siembra se concentra en los meses de octubre y noviembre: 2000-2800 msnm y la cosecha (marzo a abril); a fines de setiembre en zonas (2800-3200msnm).

Costa (la siembra se concentra en los meses de Abril a Julio y la Cosecha (setiembre a diciembre).

a.- Suelo

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

PERÚ ECOLÓGICO (2009), menciona que la achita, es muy exigente en nitrógeno. Requiere suelos profundos, arenosos, con humus, abonados con guanos de isla, corral, o estiércol de ganado, y libre de terrones para que el, pequeño grano no se pierda en la tierra .Se han hallado genotipos que toleran

a suelos alcalinos con pH de hasta 8.5 y otros que soportan una salinidad moderada. Algunas especies de géneros. *Amaranthus* son reconocidas por tolerar suelos ácidos y toxinas de aluminio,

MUJICA (2009), afirma que la chita prefiere suelos francos, arenosos, con alto contenido de nutrientes y buen drenaje, aunque puede adaptarse a una amplia gama. El pH ideal es de 6-7; se han encontrado cultivos en suelos ácidos y pH 8,5. Muestra tolerancia la toxicidad de aluminio.

ESPINOZA MONTESINOS, sostiene que el *Amaranthus* es favorable al suelo Franco (Arenoso y arcilloso), con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje. Tolerancia a la Salinidad, pH (5.5 a 7.5).

b.- Clima

Prefieren climas templados a cálido, cultivándose desde el nivel de mar hasta los 3000 msnm pero desarrolla mejor a partir de 1500 a 2900 de altitud.

PERÚ ECOLÓGICO (2009), indica que a bajas temperaturas: los granos de KIWICHA son más resistentes al frío que otros granos, sin embargo no tolera las heladas. En algunas zonas alto andinas, se han encontrado ejemplares que soportan temperaturas de hasta 4 °C. Altas temperaturas: La KIWICHA tolera temperatura de hasta 40°C, sin embargo tiene un mejor desarrollo entre los 21°C y los 28°C.

ESPINOZA MONTESINOS, menciona que la achita es óptimo en un clima cálido y Templado no tolera heladas. Temperatura óptima de 18-20°C. Resistente a sequías. Resistente al frío puede soportar hasta 4°C.

c.- Precipitación

La humedad del suelo es importante durante la germinación y en las primeras

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

PERÚ ECOLÓGICO (2009), indica que los granos requieren por lo menos 200 mm de lluvias, Aunque la KIWICHA puede tolerar periodos de sequía una vez que el cultivo se ha fijado en el suelo, es necesario cierto nivel de precipitaciones para una germinación apropiada, y también durante su polinización.

MUJICA (2009), menciona que los requerimientos de humedad varían de 400-800 mm, sin embargo se obtienen producciones aceptables con 250 mm; aunque requieren niveles razonables de humedad para la germinación y floración, puede tolerar periodos de sequía después del establecimiento de la planta. Se han encontrado cultivos en zonas con 1000 mm de precipitación anual.

d.- Temperatura:

La temperatura óptima es de 12 a 30 °C siendo susceptible a temperaturas bajas durante las primeras etapas de desarrollo y durante el llenado de grano (heladas tempranas). La achita es una planta de clima cálido y las heladas que se presentan de temperatura daña gravemente al cultivo, si este se encuentra germinando o en estado de plántula, por lo que la siembra en los valles interandinos debe efectuarse a partir del mes de Octubre, cuando la presencia de heladas es ya improbable.

La temperatura del suelo, óptima para la germinación de la chita es de

alrededor de 18°C. Durante el crecimiento, la temperatura óptima durante el día está entre los 18 y 20°C temperaturas por debajo de los 18°C interfieren en el adecuado desarrollo de la planta.

MUJICA (2009), señala que la achita es sensible al frío, pudiendo soportar solo 4°C al estado de ramificación y 35-40°C con temperatura máxima.

e.- Luz

PERÚ ECOLÓGICO (2009), indica que las mejores variedades de Achita requieren periodos cortos de luz solar, sin embargo, existen cultivares que para florecer necesitan entre 12 y 16 horas.

MUJICA (2009), reconoce que el Fotoperiodo. Prefiere días cortos, aunque muestran gran adaptabilidad a los diferentes ambientes y puede florecer con días de 12-16 horas de duración.

f.- Altitud

PERÚ ECOLÓGICO (2009). Indica que La Achita parece ser la única especie del genero *Amaranthus*, que prospera en las alturas mayores a 2500 msnm. En los andes, desarrolla mejor entre 1500 y 3600msnm. Algunas variedades comerciales han sido cultivadas con éxito a nivel del mar en las cercanías de lima.

MUJICA (2009), señala que el cultivo de La Achita se extiende desde el Ecuador hasta norte de Argentina, en áreas templadas y valles interandinos, desde el nivel del mar hasta los 3000msnm.

1.5 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 dehiscencia de la semilla; es el momento de efectuar la siega.

1.6 MANEJO AGRONÓMICO

a.- Preparación del terreno

NIETO (1990), menciona que es necesario preparar el suelo hasta que quede completamente mullido (libre de terrones, palos, piedras o restos de cosechas anteriores). Es común dar al suelo dos araduras cruzada empleando el arado de vertedera o de discos y a continuación pasar la rastra, también cruzando el suelo. La preparación del suelo bien aireado, húmedo y lo suficientemente fino permite que las semillas germinen y emerjan sin dificultad.

b.- Siembra.

NIETO (1990), afirma que se pueden hacer siembras directas o mediante trasplantes de plántulas previamente germinadas en semilleros. La siembra se puede realizar en surcos, de aproximadamente 10 cm de profundidad y separados a 60 o 70 cm dentro del surco se puede sembrar a chorro continuo o en golpes separados a 20 cm; se puede colocar entre 10 y 20 semillas por golpe y luego tapar con 1 a 2 cm de suelo suelto.

MONTERO (1994), afirma que cuando la época es muy lluviosa, es preferible colocarlas semillas a un costado del surco para evitar el arrastre. También se puede hacer siembras mecánicas, utilizando las sembradoras de hortalizas o de pastos como alfalfa o trébol. La densidad de siembra varía entre 2 a 6 kg.ha⁻¹, cuando la siembra es mecanizada y hasta 10 kg.ha⁻¹ cuando es manual.

c.- Abonamiento

NIETO (1990), menciona que el cultivo responde muy bien la fertilización química, especialmente de nitrógeno y fósforo y al abonamiento orgánico se recomienda aplicar una fertilización de 80-40-40 kg.ha⁻¹ de N-P-K y unas 10 Tn.ha⁻¹ de materia orgánica bien descompuesta en suelos de buena fertilidad o cultivados con especies que dejan remanentes de fertilizantes se puede cultivar amarantos sin fertilizar. Responde muy bien a altas dosis de nitrógeno y a la incorporación de materia orgánica. Aplicar el nitrógeno 1/2 a la siembra y 1/2 al aporque.

d.- Desahíje.

PACHECO (2009), afirma que el desahijé se debe realizar cuando las plantas tengan 10 cm. de altura, manteniendo de 10 a 12 plantas por metro lineal para su mejor desarrollo y una buena productividad.

MONTERO (1994), menciona que es conveniente realizar el desahijé, para dejar el número adecuado de plantas por unidad de superficie. Se recomienda dejar entre 20 y 30 plantas por m² cuando el cultivo es para cosechar su grano y hasta 80 o 100 plantas cuando es para verdura. Sin embargo, también se puede prescindir el raleo, lo que da lugar a cultivos densos cuyas plantas

crecen poco y producen menos, pero el rendimiento es compensado por el número de panojas.

e.- Riego.

PACHECO (2009), afirma que Las condiciones favorables de humedad y temperatura provocan una germinación y crecimiento veloz de la achita que compite fácilmente con las malezas.

HENDERSON (1993), menciona que la kiwicha extrae agua hasta 1.5 m de profundidad en condiciones de stress hídrico y la máxima profundidad radical se alcanza entre comienzo y plena floración. El requerimiento hídrico promedio para la kiwicha alcanza a $2673 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, medidos en un estudio realizado en Dakota del Norte, Estados Unidos.

f.- Deshierbo.

CACÑAHUARAY (1996), afirma que las malas hierbas que perjudican tremendamente la calidad de la cosecha, caso de la presencia de las malezas comunes en los valles interandinos el “ataqo” (*Amaranthus hybridus*) y la “quinua negra” (*Chenopodium nigrum*). Por otro lado la achita en su estado de plántula desarrolla primero su sistema radicular y retardo en crecimiento de la parte aérea, las malas hierbas como las gramíneas y las dicotiledóneas la aventajan en altura y la sustraen la energía solar necesaria para su desarrollo normal; aquí radica la importancia de ejercer un control muy temprano de las malezas. El deshierbo se debe realizar en forma oportuna para evitar la competencia con las malezas en las primeras etapas de desarrollo de la planta.

NIETO (1989), afirma que el cultivo presenta un crecimiento lento al comienzo del ciclo, por lo que es necesario realizar el deshierbo, sobre todo en sitios con

abundantes malezas para evitar la competencia. Luego del primer mes de cultivo crecerá rápidamente y cubre el suelo, impidiendo el desarrollo de malezas; sin embargo también es aconsejable una labor de aporque, la misma que servirá de segundo deshierbo.

g.- Aporque

PACHECO (2009), afirma que el aporque en la achita se debe realizar cuando las plantas tengan entre 30 a 40 cm. de altura, para evitar competencia con las malezas.

HENDERSON (1993), menciona que el aporque se efectúa para evitar la tendedura de las plantas, así como facilitar el enraizamiento de la planta, ya que muchas veces por el peso excesivo de la panoja se tiende, debiendo efectuarse cuando las plántulas alcancen los 40 - 50 cm, o a los 80 - 100 días después de la siembra. El aporque puede efectuarse mecánicamente con aporcadoras de maíz o usando yuntas acoplado al arado ramas para amontonar más tierra a la planta.

h.- Plagas y enfermedades en el cultivo de chita.

CISNEROS (1995), indica que los insectos adultos de diabrotica pueden causar daños considerables durante la emergencia y las primeras semanas de crecimiento, además existe muchas plagas foliares y algunos que atacan la panoja, sin embargo cualquier pesticida de contacto lo controla fácilmente.

BARRANTES (1990), afirma que la planta de achita es susceptible a una serie de enfermedades ocasionadas por hongos y micoplasmas, estas enfermedades reducen, en consecuencia la densidad de la población y la productividad de las plantas. Los hongos ocasionan la pudrición del tallo y la

raíz durante el periodo de crecimiento; los micoplasmas provocan filodia en las flores, los hongos se controlan a través de fungicidas dirigiendo la aplicación al cuello de la planta. Para las condiciones de la región e Ayacucho, reporta las siguientes enfermedades en el cultivo de la kiwicha:

Roya Blanca.- Esta es la más frecuente y ataca a todos los cultivares; produce defoliación y grandes pústulas con enrojecimiento que deterioran la clorofila. El agente causal es el hongo *Albugo sp*, (orden peronosporales) y está distribuido en todos los lugares de siembra, siendo favorecido por alta humedad, se transmite con facilidad por el viento, causando daños a nivel de planta adulta antes de la floración y permanece infectando hasta el final del cultivo.

Necrosis de nervaduras.- Por el haz de las hojas, los síntomas se presentan con manchas necróticas, irregulares, grandes, marrón oscuro; es característico ver en el envés fuerte necrosis de nervaduras. En estado avanzado de necrosis aparecen zonas cloróticas alrededor de las manchas. En las necrosis se forman picnidias y conidias del género **phoma**; el hongo está presente solo en algunos lugares donde es más frecuente el cultivo de achita, y es favorecido por el alta T°.

Fusarium foliar.- Esta enfermedad causa daños foliares bastante significativos en algunas variedades que se muestran susceptibles. También depende de la presencia y cantidad del inóculo en el lugar del cultivo. Las condiciones que favorecen son la alta humedad y temperatura moderada.

i.- Cosecha y trilla.

BARROS (1997), menciona que la planta presenta signos de madurez, cuando

las hojas están secas en la base y amarillentas hacia el ápice de la planta y granos secos en la panoja, con cierta dehiscencia en la base de la misma. Se puede realizar la siega con hoz y formar gavillas para luego trillar, esta labor se puede realizar manualmente, golpeando las panojas o con la ayuda de una trilladora estacionaria. Se han reportado cosechas exitosas, utilizando las cosechas combinadas, las que realizan el corte en el campo al mismo tiempo; sobre todo cuando el cultivo presenta cierta uniformidad y las plantas no presentan panojas decumbentes.

La trilla puede utilizarse en forma manual o con una trilladora estacionaria, normalmente, la planta de adulto no seca como lo hacen otras plantas, los granos ya están maduros pero la planta no seca, de allí la necesidad de cortarlo. Este corte debe ser hecho en las primeras horas y hasta medio día, por mantenerlo húmedo por el rocío y más resistentes al desgrane natural y los movimientos bruscos del corte, lo que permite cosechar el grano con la humedad cercana al 20%.

NIETO (1990), afirma que luego de la trilla es conveniente procesar el grano, previo al almacenamiento o la comercialización. Se debe proceder al secado, el mismo que puede realizar al sol o con secadoras convencionales. La eliminación de impurezas (restos de hojas brácteas o cubiertas de la semilla) es conveniente realizar para mejorar la calidad del producto.

1.7 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.

SUMAR (1993), cita que la proteína de la kiwicha contiene tres veces más lisina de la que existe en la leche, que es el parangón de la excelencia nutritiva.

La kiwicha es realmente un tesoro nutritivo. Si comiese solo kiwicha permanecería mucho más saludable que si comiese trigo mezclado con arroz, maíz y papa. Con un valor de 75, la kiwicha se aproxima más que ningún otro alimento al equilibrio perfecto de aminoácidos esenciales, que teóricamente los nutricionistas cifrarían en 100 en la escala de calidad proteínica. En comparación, el maíz vale alrededor de 41, el trigo 40, la soya 60 y la leche de vaca 70.

EARLY (1986), menciona que la kiwicha es muy nutritiva y tiene uno de los mejores balances de aminoácidos que cualquier grano conocido: (100 se considera el balance óptimo) kiwicha 75, soya 68, leche de vaca 72, trigo 60, maíz 44 y quinua 74. Si comparamos la kiwicha con los granos más comunes en la dieta peruana, se observa que en proteínas, la kiwicha supera a la mayoría de ellos.

Cuadro 1.1 comparación de valor nutricional de kiwicha (la proteína de la kiwicha tiene una alta digestibilidad aproximadamente de 90%).

Grano	Kiwicha	Trigo	Maíz	Arroz Integral	Avena
Proteína %	14.9	12.3	8.9	7.5	16.1
Grasa %	6.9	1.8	3.9	1.9	6.4
Fibra %	4.2	2.3	2	0.9	1.9

Fuente: lampadia.com

National Academy Preses (1990), la kiwicha produce semillas semejantes a las de los cereales, de textura suave al gusto, con un contenido proteico entre 13 a 18%, comparado con el 10% del maíz y otros cereales alimenticios importantes, más aun, las semillas tienen altos niveles de lisina, un aminoácido esencial que es usualmente deficiente en la proteína vegetal. Tiene aproximadamente dos veces el nivel de lisina que se encuentra en la proteína del trigo. El grano tiene también, alto contenido de Ca, P, Fe, K, Zn, vitamina E y el complejo B. Su fibra comparada con las del trigo y otros granos, es muy suave y fina, de modo que no es necesario separarla de la harina; realmente es muy beneficiosa para la salud humana. Los granos de almidón varían entre 1.0 a 3.5 micrones de diámetro, comparables a los de quinua, y mucho más pequeños que los del trigo o maíz.

Además de las características agronómicas relevantes de la planta, la importancia del cultivo de amaranto está en su excelente contenido nutritivo, tanto de su grano como la materia verde. El valor alimenticio es relevante en proteínas, y dentro de ésta, su contenido de lisina es muy superior al de los demás alimentos de uso común. Son significativos los contenidos de grasa, fibra y minerales, dentro de los que sobresalen el hierro y el calcio.

El balance de aminoácidos y valor nutritivo en general es muy similar a los niveles recomendados por la FAO, para la alimentación humana. Si se utiliza una mezcla de iguales proporciones de amaranto y trigo o amaranto y maíz. (www.rlc.fao.org/es/agricultura/prod.).

CHAGARAY (2005), reporta que el amaranto tiene múltiples usos tanto en la alimentación humana y animal como en la industria, medicina y en la

ornamentación. Para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en forma de harina, ya sea tostada, reventada o hervida. Las hojas tiernas reemplazan a las hortalizas de hoja, y las plántulas (hasta la fase fenológica de ramificación) se consume en forma de hortalizas, para lo cual se hace hervir como si fuera espinaca o acelga y luego se puede licuar y obtener puré. Las hojas esteras y mezcladas con papas pueden ser consumidas directamente teniendo un sabor y aroma muy característico, agradable y peculiar. También las hojas enteras son utilizadas directamente en las sopas.

La planta al estado fresco hasta la formación de la inflorescencia se utiliza como forrajera para la alimentación del ganado sobre todo para combinar con otras especies forrajeras. Además el amaranto puede ser utilizado para la producción de concentrados proteicos foliares debido a sus rendimientos de biomasa verde, alto rendimiento de proteína y su capacidad de sobrevivir en condiciones marginales de suelo. Los granos hacen una magnífica combinación con otros granos para alimentar aves de corral, preparar cualquier otro tipo de alimento balanceado para uso animal.

SUMAR (1983), manifiesta que el uso del amaranto en el Perú se remonta a muchos años atrás, pero su consumo se reduce a algunos campesinos que habitan en el Callejón de Huaylas (Ancash), Paruro (Cusco). Las semillas se colocan en un recipiente de barro fuertemente calentado; estas revientan a manera de maíz; estos granos reventados pueden molerse, obteniéndose así una harina muy agradable.

SALIS (1985), afirma que el grano de achita puede emplearse como cereal en el desayuno, también para papillas y dulces, ventada por calefacción equivale

al “popcorn” de maíz, y aplastado, se convierte en hojuelas que entran en la composición del desayuno como avena tipo quaker.

Los residuos de la cosecha de achita (tallos, hojas, etc.) se utilizan en la alimentación animal, por contener un alto porcentaje de proteína, similar al de alfalfa y mucho más alto que el contenido de la paja de trigo o del maíz. Además las hojas de ciertas variedades de achita presentan antocianinas, sustancias de color rojo púrpura. Se usan tradicionalmente en la elaboración de tintes para fibras que se pueden emplear en la industria alimentaria por no ser tóxicas.

1.8 MEJORAMIENTO EN EL CULTIVO DE ACHITA

El mejoramiento de las especies es el arte y ciencia que permite cambiar y mejorar la herencia de las plantas. En el pasado, el mejoramiento de las plantas como un arte y una ciencia, fue muy discutido dicho mejoramiento de las plantas se practicó por primera vez, cuando el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas; por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento de las cosechas. Indiscutiblemente, los resultados de los primeros esfuerzos del hombre en la selección de plantas constituyeron importantes contribuciones para el desarrollo de muchas de las plantas cultivadas independientemente de los pocos conscientes que hayan estado de sus propios esfuerzos, en este principio. A medida que sus conocimientos respecto a las plantas iban acumulando, estaba en posibilidades de hacer sus selecciones más inteligentemente.

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, necesitándose una mayor amplitud de diversidad genética, para mantener una población vigorosa.

SUMAR (1993) menciona que, en variedades de polinización libre de plantas alógamas se encuentran 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 muchos de ellos pudieron haber traído germoplasmas indeseable. Al llevar a cabo esta selección repetida es necesario cultivar poblaciones suficientemente grandes para que el efecto de endogamia no se manifieste.

b.- GENÉTICA DE LA ACHITA

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 proteínas, tipos de panícula, adaptación a suelos, climas, precipitación, temperaturas, resistencia a enfermedades y contenido de colorante. La mayor genética se observa en los Andes (Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina). El porcentaje de alogamia varía entre el 10 y 50 por ciento, incluso de una misma población. El cruzamiento depende del viento, número de insectos polinizadores, producción de polen.

El género amaranto es un cultivo predominante de autopolinización con cantidades variables de alogamia, citado por (KAUFFMAN, 1983). Las especies cultivadas de amaranto de grano son monoicas. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas a partir de amaranto desarrolladas en ambientes aislados 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 seleccionados del germoplasma reunido. Se han documentado las técnicas básicas para la emasculación y polinización.

LEON (1964), afirma haciendo referencia a las investigaciones de Takagi, Muria y Grant, citadas para esta especie $2n:32$. Cárdenas el número ha sido encontrado en la mayoría de las especies de *Amaranthus*, pero en este género también se han determinado varios casos de aneuploidia. La biología floral de algunos Amarantos ha sido estudiada por **SUMAR**, quien afirma que las especies, monoicas como *Amaranthus caudatus* son auto-fértiles, aunque las flores pistiladas presentan estigmas respectivos varios días antes de que haya estambres. En esta especie la primera flor de cada glomérulo es estimada y el

resto son pistiladas. La mayoría de los *Amaranthus* son polinizadas por el viento.

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

- Tamaño de planta reducida con panoja grande, compacta y erecta, puesto que el amaranto es una planta alta, hay que seleccionar para reducir su altura y evitar la tendedura o acame que es tan común en algunas regiones.
- Plantas de corto periodo vegetativo y maduración rápida, puesto que mientras más tiempo permanece la planta en el campo, es más susceptible a daños causados por plagas y factores abióticos.
- Plantas de elevado potencial de rendimiento, generalmente lo primero que se considera es un rendimiento alto siendo ello importante para cualquier productor que piensa sembrar amaranto, por ello no se debe descuidar los otros criterios.
- Plantas que presenten uniformidad de maduración de granos en la misma panoja, puesto que la des-uniformidad que se observa actualmente hace que los granos al llegar antes que otros a la maduración, provoca la dehiscencia de los primeros, ocasionando pérdidas de consideración y dificultades de cosecha mecanizada.
- Plantas que presenten sincronía de maduración de planta/semilla, muchos genotipos de amaranto cultivado, muestran granos maduros en la panoja, sin que la planta haya perdido su alto contenido de humedad, esto provoca con frecuencia presencia de granos húmedos que requieren un secamiento cuidadoso, para evitar que se fermenten o pudran. Las Plantas con alta

calidad alimenticia. En los materiales genético se han observado diferentes contenidos de proteína y cualidades nutritivas, así como facilidad de reventado o molienda.

- Plantas que reúnan las características y necesidades de los procesadores de alimentos y agroindustriales.
- Plantas que presenten resistencia al ataque de plagas y enfermedades, siendo este objetivo de mediano y largo plazo.

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

c.- HAPLOIDIA Y DIPLOIDIA

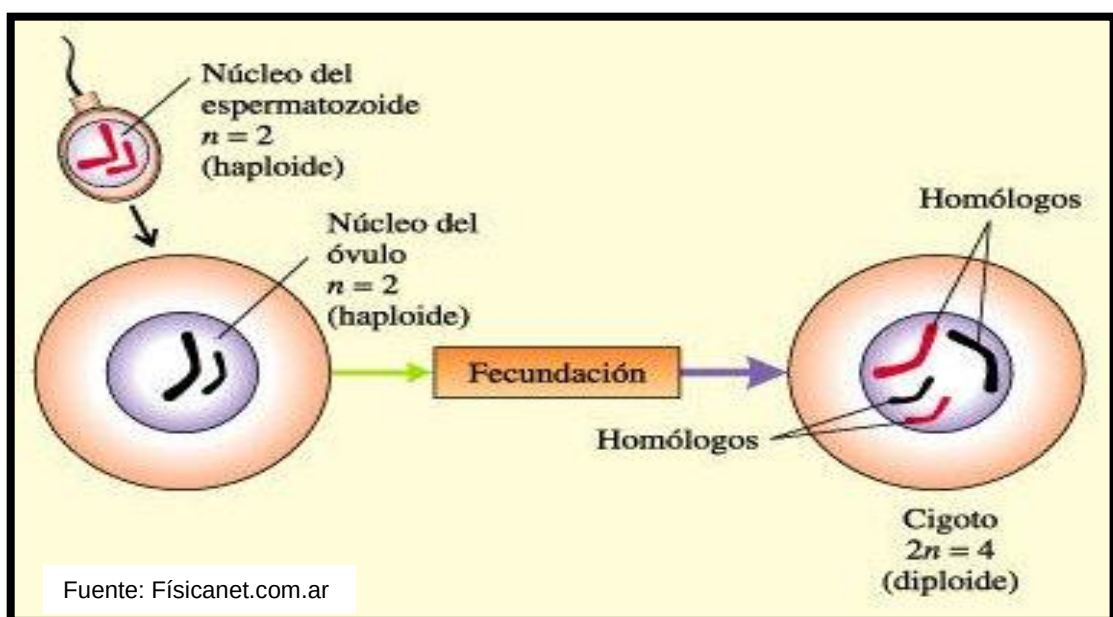
Cada organismo tiene un número de cromosomas característicos de su especie, en estos los organismos y en la mayoría de las otras plantas y animales conocidos, las células sexuales o gametos tienen exactamente la mitad del número de cromosomas que las células somáticas del organismo. El número de cromosomas de los gametos se conoce como número haploide (n) y en las células somáticas, como número diploide ($2n$). Las células que tienen más de 2 dotaciones cromosómicas se denomina poliploides (3 o más n), es

frecuente en plantas.

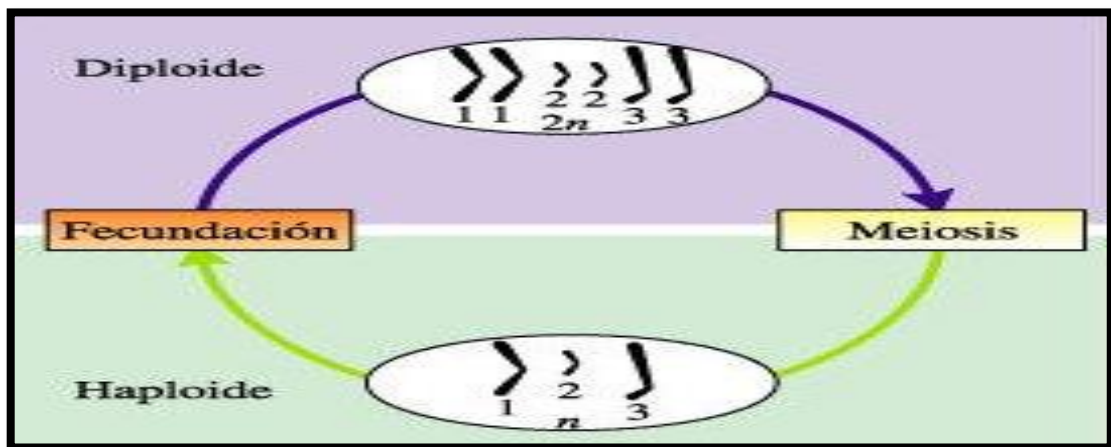
Utilizando una notación abreviada, el numero haploide se designa como n y el numero diploide como $2n$ cuando un espermatozoide fecunda a un ovulo, los 2 núcleos haploides se fusionan, $n + n = 2n$ y el numero diploide se restablece, la célula diploide producida por la fusión de dos gametos se conoce como cigoto o huevo.

En toda célula diploide, cada cromosoma tiene su pareja. Estos pares de cromosomas se conocen como pares homólogos. Los dos se asemejan en tamaño y forma y también en el tipo de información hereditaria que contienen. Uno de los cromosomas homólogos proviene del gameto de uno de los progenitores y su pareja, del gameto del otro progenitor. Después de la fecundación, ambos homólogos se encuentran presentes en el cigoto.

En la meiosis, la dotación cromosómica diploide, que contiene los dos homólogos de cada par, se reduce a una dotación haploide, que contiene solamente un homólogo de cada par. Así, la meiosis compensa los efectos de la fecundación.



La reproducción sexual se caracteriza por dos hechos: la fecundación y la meiosis. Una vez finalizada la meiosis, las células resultantes tienen una sola dotación cromosómica, el número haploide de cromosomas (n). Después de la fecundación, el cigoto tiene una dotación cromosómica doble, o sea, el número diploide ($2n$).



Fuente: Fisicanet.com.ar

Durante la meiosis, los miembros de cada par de cromosomas homólogos se separan y cada gameto haploide (n), producido por una célula diploide ($2n$), lleva sólo un miembro de cada par de homólogos. En la fecundación, los núcleos del espermatozoide y del óvulo se unen en el cigoto, cuyo núcleo contiene, nuevamente, los cromosomas homólogos de a pares. Cada par está formado por un cromosoma homólogo proveniente de un progenitor y un homólogo proveniente del otro progenitor.

d.- COMPONENTES DE MEJORAMIENTO

Los componentes del mejoramiento son:

Heredabilidad.- es la proporción genética de la variancia fenotípica entre individuos dentro de una población. Representa cuanto de la variabilidad genética, que no la vemos, se refleja por selección en el fenotipo que si lo

vemos, se expresa en %.

La heredabilidad es la expresión matemática que mide el progreso esperado de la selección. Su argumento principal es que el mejorador solo considera la heredabilidad.

e.- COMPONENTES DE VARIANCIA

La variancia genotípica es la variancia de los valores genotípicos y la variancia ambiental es la varianza de las desviaciones ambientales.

1.9 RENDIMIENTO

NATIONAL ACADEMY PRESS (1984), informa que en Pensylvania las parcelas experimentales de las razas de *Amaranthus* para grano, está rindiendo notoriamente 1800kg/ha. En California y otros lugares parcela de ensayo han rendido con el doble de la cantidad antes dicha y en cuatro localidades en la india, linaje seleccionadas de las razas de tierras locales ha rendido 3000Kg de semilla/Ha.

SOLIS (1985), manifiesta que los rendimientos de los ensayos efectuados por el F.I.P.S. Oscilarían entre 650 y 2500kg/ha. En la campaña 83-84 se puede lograr un promedio de 2000kg/ha. en suelos ricos en materia orgánica y complementado con un buen preparación de terreno.

AEDO (1989), cita que obtuvo rendimientos que oscilaron entre 6328.88 y 3762.33kg/ha. en grano de achita: El cultivar Óscar Blanco con un rendimiento de 6588.88kg/HA.

AVILES (1990), menciona que en su estudio de seis acciones de achita obtuvo rendimientos que oscilan entre 3122.91 a 1393.25kg/ha.

PARIONA (1992), señala que en su estudios de 24 colecciones de achita en

Guayacondo-Ayacucho, obtuvo rendimientos que oscilan entre 4183.33 a 2928.57 kg/ha para la colección de Oscar Blanco con un rendimiento 3819.05kg/ha.

PALACIOS (1997), afirma en un estudio preliminar sobre el efecto de decapitación apical en el rendimiento de 38 entradas de achita, en Canaán – Ayacucho, obtiene en la variedad óscar blanco: 5660.60kg/ha.

Estación Experimental Andes –INIA, Cuzco (1992), cita en resumen presentado a la I Reunión del Sistema Nacional de Investigaciones Y Transferencia de la Tecnología Agraria-Región Inca dan proyecciones de variedad y rendimiento como sigue: Variedad panoja roja: 2.50t/ha. y la Variedad Oscar Blanco 3.00t/ha

ÑUNEZ (2006), menciona que la variedad pertenece a la clave cca-013 (colecciones Canaán – achita -013), y fue colectado en el distrito de Vinchos (3000m.s.n.m), provincia de Huamanga- Ayacucho, tiene un rendimiento de 800-3600 kg/ha Canaán-Iníá, se obtuvo a partir de una selección masal por surcos de panoja de achita

TENORIO (1996), menciona en estudios de 7 colecciones de Achita en Canaán-Ayacucho obtiene rendimientos que oscilan entre 6719.8 y 3803.3kg/ha. En condiciones de Canaán - Ayacucho, a 2750 msnm con siete colecciones de achita procedentes de la localidad de compañía obtuvo los siguientes rendimientos. La colección ecotipo rosado alcanzo un rendimiento de 6719.8 kg/ha, la colección achita morada alcanzo un rendimiento de 6299.3 kg/ha, la colección achita canela alcanzo un rendimiento de 6121.7 kg/ha, la colección ecotipo campaña 01 alcanzo un rendimiento de 6021.3 kg/ha, la

colección blanca real alcanzo un rendimiento de 5995.6 kg/ha, la colección ecotipo 02 alcanzo un rendimiento de 5538.1 kg/ha y la colección achita rosada alcanzo un rendimiento de 3803.3 kg/ha..

1.10 IMPORTANCIA DE LA ACHITA

La achita (*Amaranthus caudatus* L.) es uno de los cultivos más antiguos de América, fue el principal cultivo en América Central y ocupó considerables extensiones en los Andes. Se cultiva en 1512 hectáreas a nivel nacional y en 313.5 hectáreas en el departamento de Ayacucho (Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura – Ayacucho, 1997), en general los rendimientos son bajos, están alrededor de 700 kg/ha como promedio nacional. Contiene alrededor de 13 a 18 % de proteína, especialmente aminoácidos esenciales tales como la lisina que tiene influencia demostrada en el desarrollo físico e intelectual en los niños, etc.

Valor nutricional y composición química en 100 g.

Componente	Unidad	Achita cruda	Achita tostada
Energía	kcal	377	428
Agua	Gr	12	0.7
Proteína	Gr	13.5	14.5
Grasa	Gr	7.1	7.8
Carbohidratos	Gr	64.5	74.3
Fibra	Gr	2.5	3
Ceniza	Gr	2.4	2.7
Calcio	Mg	236	282
Fósforo	Mg	453	502
Hierro	Mg	7.5	8.1
Tiamina	Mg	0.3	0.01
Riboflavina	Mg	0.01	0.01
Niacina	Mg	0.4	1.3
Ácido ascórbico	Mg	1.3	0.5

Fuente: miskiwasi.wordpress.com

1.11 PRODUCCIÓN DE ACHITA EN AMÉRICA

Los resultados de la Prueba Regional de Cultivares de Amaranto muestran que este cultivo tiene un enorme potencial de producción en las áreas agrícolas de América, obteniéndose en forma experimental hasta 7900 kg/ha, teniendo amplia adaptación tanto a condiciones de altitud que van desde el nivel del mar (Puerto Príncipe, Haití) hasta los 3710 msnm (Oruro, Bolivia). Se obtuvieron producciones con precipitaciones pluviales de 176 mm (Purmamarca, Argentina) a 1378 mm (Santa Catalina, Ecuador); sin embargo, la distribución de la precipitación durante el año puede ser determinante para que este cultivo produzca sin necesidad de riego.

En cuanto a la latitud se adapta de 0° S en el Ecuador hasta 38° S (Temuco, Chile), y 23° N (Durango, México) en el norte, lo cual confirma su gran adaptación. Se adapta a diferentes texturas de suelo, arenoso (Arequipa, Perú), arcillo-arenoso (Oruro, Bolivia), franco (Temuco, Chile), limo-arenoso (Puerto Príncipe, Haití) y franco-arcilloso (Chapingo, México).

País	Lugar	Cultivar	Rdto. Max. (kg/ha)
		Sobresaliente	
Argentina	Purmamarca	A. mantegazianus	1530
Bolivia	Carmen Pampa, Yungas	INIAP-Ataco	2258
Bolivia	Oruro	T-12	203
Chile	Pirque, Santiago	----	----
Chile	Chillán, Concepción	Chile	2933
Chile	Temuco	A. cruentus	1049
Ecuador	Sta. Catalina, Quito	A. cruentus	3167
México	Vicente Guerrero, Durango	Revancha	3875
Haití	Damien, Port-au-Prince	A. cruentus	1191
México	Chapingo, Texcoco	INIFAP-655	4583
Perú	Huancayo	UTAB- Cahuayuma	4318
Perú	Lima	Durango-HI	935
Perú	Taray, Cusco	41-F	7208
Uruguay	Colonia	A. cruentus	1500
Perú	San Camilo, Arequipa	Oscar Blanco	3750

Fuente: **Resultados de la Prueba Regional Americana de Amaranto (INIA, Perú)** Mujica y Berti 1997

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DE LA ZONA EN ESTUDIO.

a) Ubicación Geográfica:

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria – INIA, ubicado en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, que se ubica a una altura de 2735 msnm. Latitud del sur a 13° 10' 09" y 74° 12' 82". Longitud Oeste, y cuya pendiente varía en 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 2012, en el instituto nacional de innovación agraria INIA-Ayacucho se sembró Trigo con fines de investigación y luego se sembró para la investigación achita panoja guinda erecta. El suelo del INIA tiene una profundidad media, con textura franco arcilloso.

c) Características edáficas del campo de cultivo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se realizó el correspondiente análisis en el Laboratorio de Suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería 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 la muestra representativa, compuesta de 0.5 kg; los resultados del análisis se muestran en el Cuadro 2.1.

Cuadro N° 2.1. Análisis Químico y Físico del Suelo del Centro

Experimental INIA-AYACUCHO-2735 M.S.N.M

RESULTADOS			
CARACTERIZACIÓN	VALORES	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena (%)	40.2	Bouyoucos	
Limo (%)	13.1	Bouyoucos	Franco Arcilloso
Arcilla (%)	46.7	Bouyoucos	
Clase textural	F. Arcilloso	Triangulo textural	
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH	6.32	Potenciómetro	Ligeramente Acido
Materia orgánica (%)	1.27	Walkley Black	Bajo
Nitrógeno total (%)	0.06	Kjeldhal	Bajo
Fosforo disponible (%)	54.5	Bray- Kurtz	Muy alto
Potasio disponible (%)	120.3	Turbimétrico	Medio
CIC	7.88	Acetato de Amonio pH 7	

Fuente: Laboratorio de suelos “Nicolás Roulet” del Programa de investigación en pastos y ganadería de la

UNSCH.

Del Cuadro 2.1, se tiene 0.06% de N total, P disponible 54.5 ppm y K disponible 120.3 ppm; los cuales de acuerdo a la interpretación de Ibáñez y Aguirre (1983) representan contenidos bajo, muy alto y medio respectivamente. Además la clase textural pertenece al tipo arcilloso.

A partir de este análisis de suelo, sumado a las recomendaciones del INIA, se eligió la fórmula de abonamiento de 60-60-40 de NPK, que corresponde a 80 kg.ha⁻¹ de Urea (46 % N), 130 kg.ha⁻¹ de Fosfato Diamónico (18 % N y 46 P₂O₅), y 67 kg.ha⁻¹ de Cloruro de Potasio (60 % K₂O).

d) Condiciones meteorológicas.

Los datos climáticos fueron registrados en la Estación Meteorológica de Canaán-INIA (SENAMI)-Ayacucho, 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, presenta un clima templado propio de la región quechua. Se tiene dos épocas bien diferenciadas: seca y húmeda. La época húmeda comprendida entre los meses de mayor precipitación (enero, febrero y marzo) y la época seca comprendida entre los meses de abril y diciembre.

Representado a partir de la tabulación de datos de temperatura máxima, mínima y promedio mensual, de la precipitación mensual se obtiene la evapotranspiración potencial y evapotranspiración corregido del cual restante se obtiene el exceso y déficit de precipitación, los cuales constituyen parámetros de balance hídrico que sirve para la programación de actividades agropecuarios y forestales. ONERN (1979). Las temperaturas registradas se muestran en el Cuadro N° 2.2 y Figura N° 2.2 para la

campaña (2011 - 2012). La temperatura máxima promedio mensual fue el mes de Noviembre con 29.6°C y la temperatura promedio mínima mensual de 3.6°C, que se registró en el mes de Julio del 2012; en cuanto a la precipitación pluvial y balance hídrico; se tuvo una precipitación total anual de 615.9 mm, dándose las máximas precipitaciones en los meses de enero, febrero y marzo. El experimento se realizó durante el mes de enero del 2012 (mes de siembra) hasta junio del 2012 (mes de cosecha), por lo que se mantuvo bajo precipitaciones pluviales relativamente normales. El balance hídrico se realizó utilizando el método de la ONERN, con la cual se determinó los meses de exceso y déficit de humedad.

Agricultura 2011-2012 de la Estación Meteorológica de Canaán-INIA (SENAMI)-Ayacucho

Distrito : Andrés Bvelino Cáceres Dorregaray Altitud : 2375 msnm

Provincia : Huamanga
 Latitud : 13°10'09"

Dpto. : Ayacucho

Longitud : 74°12'82"

AÑO	2011			2012								TOTAL	PROM	
MESES	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET		
T° Máxima (°C)	25.30	26.80	22.80	24.30	22.00	22.10	23.10	24.00	23.50	24.30	24.80	25.80		24.07
T° Mínima (°C)	5.80	6.40	7.20	6.60	8.60	4.20	8.00	4.80	3.80	3.60	3.60	5.40		5.67
T° Media (°C)	15.55	16.60	15.00	15.45	15.30	13.15	15.55	14.40	13.65	13.95	14.20	15.60		14.87
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96		
ETP(mm)	74.64	82.34	72.00	76.63	75.89	61.02	77.13	69.12	67.70	66.96	70.43	77.38	871.23	0.7069
Precipitación (mm)	49.30	67.30	61.00	53.10	153.90	110.70	74.30	2.40	10.70	2.40	2.10	28.70	615.90	
ETP Ajust. (mm)	52.77	58.21	50.90	54.17	53.65	43.13	54.52	48.86	47.86	47.34	49.79	54.70		
H del suelo (mm)	-3.47	9.09	10.10	-1.07	100.25	67.57	19.78	-46.46	-37.16	-44.94	-47.69	-26.00		
Déficit (mm)	-3.47			-1.07				-46.46	-37.16	-44.94	-47.69	-26.00		
Exceso (mm)		9.09	10.10		100.25	67.57	19.78							

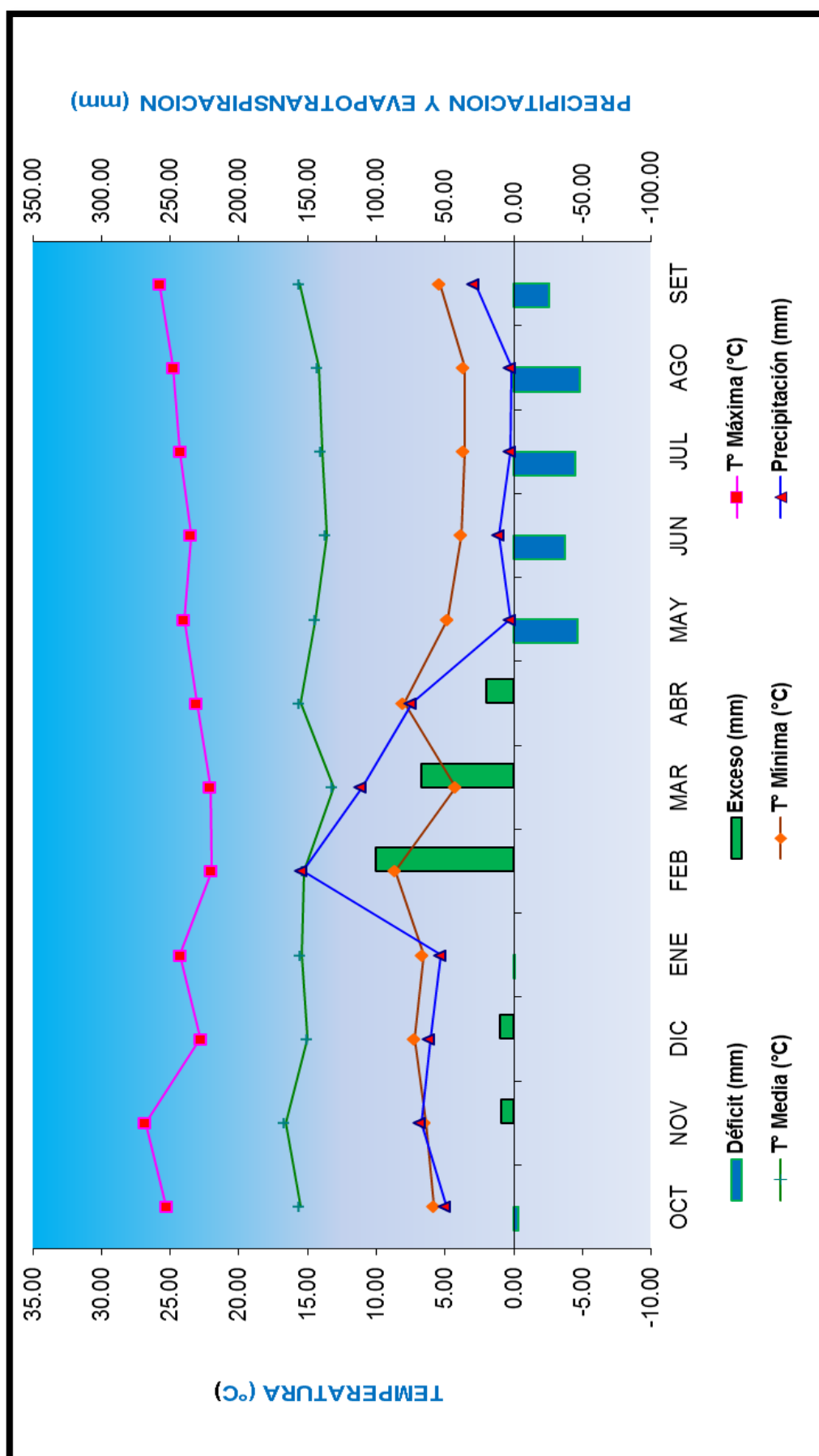


GRÁFICO 2.1: Temperaturas Ombrotérmicas y Balance Hídrico de la Estación Experimental Canaán – INIA, correspondiente a los años 2011 y 2012

2.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO

El material genético está conformado de 14 colecciones de achita (*Amaranthus Caudatus* L.), panoja guinda erecta. Procedentes de la selección efectuada de las colecciones del F1 del mismos cultivares del Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria INIA, adicionalmente se tendrá un compuesto formado por la mezcla balanceada de las 14 colecciones base, haciendo un total de 50 poblaciones; **CUADRO 2.3:** Colección de Ecotipos de achita, para la selección de poblaciones en estudio.

N°	CULTIVAR	PROCEDENCIA		
		LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA
1	CKA-006	Condoray	Tambillo	Huamanga
2	CKA-004	Condoray	Tambillo	Huamanga
3	CKA-003	Tinte-Bajo	Tambillo	Huamanga
4	CKA-064	Chihuampampa	Tambillo	Huamanga
5	CKA-059	Ccochani	Acocro	Huamanga
6	CKA-007	Andaraccay	Acocro	Huamanga
7	CKA-009	Tinte-Bajo	Tambillo	Huamanga
8	CKA-012	Condoray	Tambillo	Huamanga
9	CKA-030	Chilinga	San Miguel	La Mar
10	CKA-026	Chilinga	San Miguel	La Mar
11	CKA-011	Tambobamba	Tambillo	Huamanga
12	CKA-013	Andaraccay	Acocro	Huamanga
13	CKA-008	Andaraccay	Acocro	Huamanga
14	CKA-065	Chihuampampa	Tambillo	Huamanga

2.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

a) Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente Randomizado con 50 tratamientos provenientes de 14 selecciones de cultivares, cada tratamiento con 10 repeticiones. El Modelo Aditivo Lineal (MAL), tuvo la siguiente estructura:

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

Dónde:

- Y_{ij} = Es una observación de la unidad de análisis.
 μ = Es la media general de las unidades de análisis
 τ_i = Es el efecto de las selecciones
 ϵ_{ij} = Es el error experimental o efecto aleatorio de la observación.

b) Tratamientos en Estudio

Los cultivares de Achita, se distribuyeron en 50 tratamientos, de la siguiente manera:

Nº PARCELA	SELECCIÓN	CULTIVAR	ORIGEN	
1	CKA-006-1-1	CKA-006-1	Condoray	
2	CKA-006-1-4			
3	CKA-006-1-9			
4	CKA-006-2-10	CKA-006-2	Condoray	
5	CKA-004-2-8	CKA-004-2		
6	CKA-004-3-1	CKA-004-3		
7	CKA-004-3-7			
8	CKA-004-3-10			
9	CKA-003-3-9	CKA-003-3	Tinte-bajo	
10	CKA-064-1-10	CKA-064-1	Chihuampampa	
11	CKA-059-1-4	CKA-059-1	Ccochani	
12	CKA-059-1-7			
13	CKA-059-1-10			
14	CKA-007-1-9	CKA-007-1	Andaraccay	
15	CKA-007-1-10	CKA-007-2		
16	CKA-007-2-10			
17	CKA-007-4-8			
18	CKA-007-4-9			
19	CKA-007-4-10	CKA-007-4		
20	CKA-009-3-7		CKA-009-3	
21	CKA-009-3-10		CKA-009-4	
22	CKA-009-4-1			
23	CKA-009-4-2			
24	CKA-009-5-3	CKA-009-5		
25	CKA-009-5-10	CKA-009-5	Tinte	
26	CKA-012-2-10			CKA-012-2
27	CKA-012-3-9			CKA-012-3
28	CKA-030-1-7	CKA-030-1		Chilinga-S.M
29	CKA-030-1-10			
30	CKA-030-2-4		CKA-030-2	
31	CKA-030-2-8	CKA-026-1		
32	CKA-026-1-8			
33	CKA-026-1-9			
34	CKA-026-2-10	CKA-026-2	Tambobamba	
35	CKA-011-1-6	CKA-011-1		
36	CKA-011-1-10	CKA-011-2		
37	CKA-011-2-3			
38	CKA-011-2-10			
39	CKA-011-3-10	CKA-011-3	Andaraccay	
40	CKA-013-1-9	CKA-013-1		
41	CKA-013-1-10	CKA-008-1		
42	CKA-008-1-1			
43	CKA-008-1-6			
44	CKA-008-1-7			
45	CKA-008-1-8	CKA-008-2		
46	CKA-008-2-1			
47	CKA-008-2-9			
48	CKA-008-3-4	CKA-008-3		
49	CKA-008-3-10			
50	CKA-065-2-1	CKA-065-2	Chihuampampa	

c) Descripción del Campo Experimental

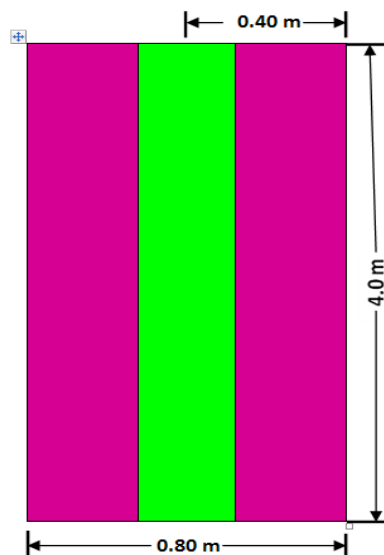
Las características del campo experimental se detallan a continuación:

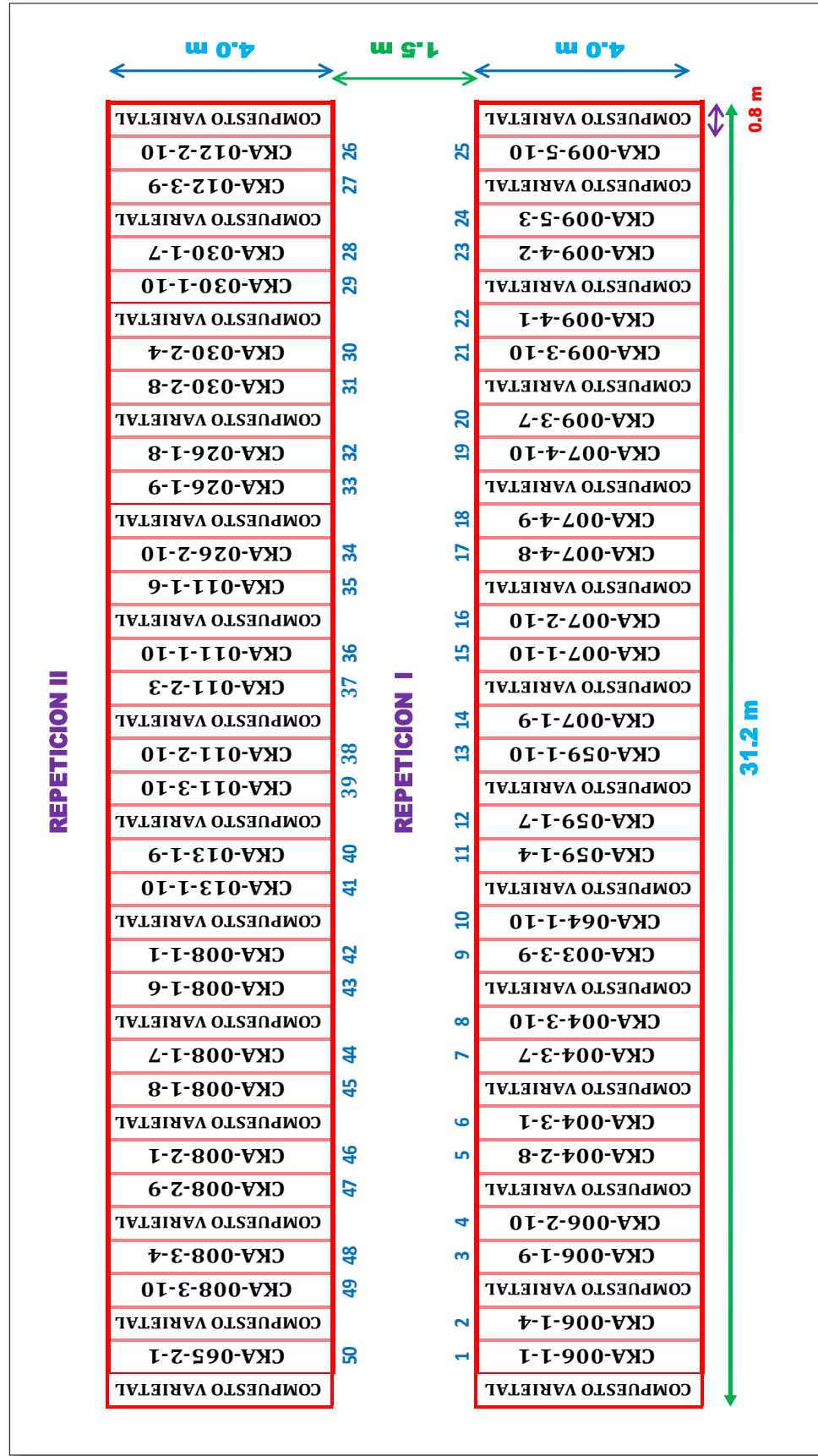
REPETICIÓN

- Numero de repetición : 2
- Largo de repetición : 31.2 m
- Ancho de repetición : 4.0 m
- Área del repetición : 124.8 m²

De las Parcelas o las unidades experimentales:

- ❖ Numero de parcelas por repetición : (50 parcelas H y 28 parcelas de M)
- ❖ Numero total de parcela : 78
- ❖ Largo de parcelas : 4.0 m
- ❖ Ancho de parcelas : 0.8 m
- ❖ Area de parcela : 3.2 m²





ESQUEMA DEL CAMPO EXPERIMENTAL CORRESPONDIENTE AL TRABAJO SOBRE COMPUESTO

VARIETAL KIWICHA GUINDA ERECTA (campaña 2011-2012)

d) Unidad Experimental

- Número de parcelas del bloque : (50 hembras y 28 machos)
- Número total de parcelas : 78
- Largo de surco : 4.0m
- Ancho de surco : 0.8m
- Área de parcelas : 3.2 m²
- Área del campo experimental : 249.6 m²
- Densidad de siembra : 4-5 Kg/Ha
- Densidad de plantas : 15 a 20 plantas/ml.

AREA TOTAL DEL EXPERIMENTO

- Área efectiva de los bloques : 249.6 m²
- Área total de las calles : 140.4m
- Área total del campo : 390.0m²

e) Tamaño de la Muestra

Cada población base estará formada mínimo de 100 plantas, el tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes fórmulas de tamaño de muestra.

Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

$$n = \frac{NPQ}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + PQ} = \frac{100 * 0.95 * 0.05}{(100-1)\left(\frac{0.125}{1.96}\right)^2 + 0.95 * 0.05} = 11$$

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:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{100*144}{(100-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 144} = 19$$

Dónde:

N= Tamaño de la población

σ^2 =Variancia de la población

Z= 1.96 valor de Z para 95% de confianza

B= Error absoluto

En resumen, para caracteres cualitativos se tomarán una muestra de 10 plantas, mientras que para caracteres cuantitativos se tomaran 20 plantas.

2.4 PARAMETROS 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 hará eso de descriptores morfológicos de IPGR e IFAD 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 determinarán los siguientes criterios: planta, tallo, hoja, raíz, panoja y grano según descriptores morfológicos. Estos parámetros a evaluar se muestran

b) Caracteres de Precocidad

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

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

- ❖ **Días al estado de grano pastoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron las semillas que al ser presionados presentaron una consistencia pastosa de color blanquecino.
- ❖ **Días a la madurez fisiológica.** Se registró los días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron madurez fisiológica, el cambio de color de la panoja fue el indicador utilizado. En panojas blancas, cambiaron de color blanco a amarillo pálido.
- ❖ **Días a la Madurez de Cosecha.** Se registró los días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta que el 50 % + 1 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 evaluó en la madurez fisiológica, desde cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.
- ❖ **Longitud de la panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica desde la base al ápice de la panoja hasta el ápice de la panoja central.
- ❖ **Diámetro de panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica, la parte más ancha de la panoja.
- ❖ **Peso de panoja (g).** Se evaluó en la cosecha a 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 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)** 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	13	CMc
Error	386	CMe
Total	399	

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:

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

Dónde:

h^2 =Heredabilidad

- σ_g^2 =Variancia genética
- σ_e^2 =Variancia ambiental
- r =Número de repeticiones

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

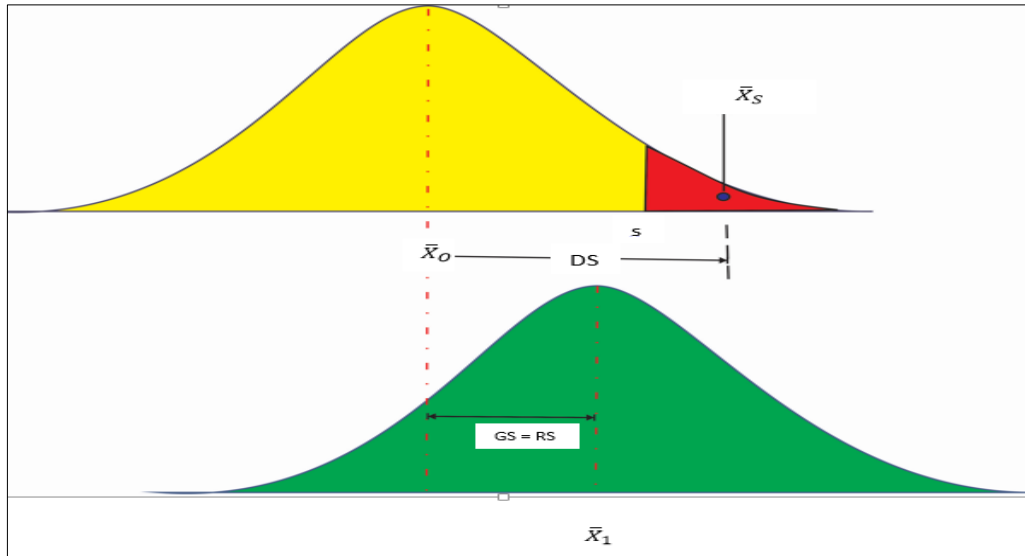
$$GS = \frac{(\bar{X}_s - \bar{X}_o)}{2} \times h^2$$

Dónde:

- $\bar{X}_s$ = Promedio del rendimiento de la selección.
- $\bar{X}_o$ = Promedio del rendimiento poblacional.

- h^2 = heredabilidad.

La representación gráfica es la siguiente:



Donde :

$\bar{X}_0$ = Promedio de la población original

S = Valor del inicio de los individuos seleccionados

DS = Diferencial de selección = $\bar{X}_S - \bar{X}_0$

GS = Ganancia por selección = Respuesta a la selección = RS = $\bar{X}_1 - \bar{X}_0$

$\bar{X}_1$ = Promedio de la descendencia de los progenitores seleccionados

2.6 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a) Preparación de Terreno

La preparación del terreno se realizó el 05 de enero del 2012, con una pasada de arado de disco y rastra dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado aprovechándose la limpieza de piedra y malezas. Luego de realizó el surcado a un distanciamiento de 0.80 m. entre surcos. 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 06 de enero, la parcela cuenta, con una calle central y dos calles laterales en cada bloque, se utilizó cinta métrica, rafia, estacas para delimitar cada bloque, y letreros indicando la distribución de los bloques. Cada surco estuvo distanciado a 80 cm, con calles de 150 cm, largo de bloque 31.2 metros, ancho de 4 metros.

c) Desinfección de las Semillas

Esta labor fue realizada el 07 de enero del 2012 en la cual las semillas fueron desinfectadas con el producto VITAVAX (para chupadera) con una dosis de 5 gr.kg⁻¹, con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso,

d) Abonamiento

El abonamiento se realizó el mismo día de la siembra (09 de enero del 2012) empleando la fórmula de abonamiento de 80-60-40 de N-P-K. Los fertilizantes requeridos fueron 130 kg. de urea (45 % N), 130 kg. de fosfato di amónico (46% P₂O₅ y 18 %N), 70 kg. de cloruro de potasio (60% K₂O), 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 enero del 2012 en forma manual, a chorro continuo en los surcos de las unidades experimentales una cantidad de 5 gr. por surco de 4 m de largo lo que equivale aproximadamente a una densidad de 4 kg. de semilla por hectárea. Luego se procedió a cubrir con tierra.

f) Desahijé

El desahijé se efectuó antes del aporque el 4 de febrero, a los 26 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 a 27 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 13 de febrero del 2012, a los 35 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.

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 37 y 46 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 20 de enero del 2012 (11 días después de la siembra), 3 de febrero del 2012 (25 días después de la siembra), 22 de febrero del 2012 (44 días después de la siembra) y 20 de marzo del 2012 (71 días después de la siembra).

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

k) Cosecha

La cosecha se realizó el 16 de mayo (128 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 poblaciones de achita evaluados en el presente trabajo se detallan a continuación (cuadros 3.1 al 3.14). La caracterización general de cada uno de los cultivares se presenta en los cuadros 1 al 14 del anexo, según los descriptores del IBPGR (2010 – 2011)

3.1.1 SELECCIÓN (CKA-006)

Las características de la población **CKA-006**, se presentan en el Cuadro 3.1

CUADRO 3.1: Características morfológicas de la Población CKA-006
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-006
Familias	CKA-006-1-1, CKA-006-1-4, CKA-006-1-9, CKA-006-2-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	24 a 169
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	2.889



Fig. 3.1: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-006-2-10

3.1.2 SELECCIÓN (CKA-004)

Las características de la población **CKA-004**, se presentan en el Cuadro 3.2

CUADRO 3.2: Características morfológicas de la Población CKA-004
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-004
Familias	CKA-004-2-8, CKA-004-3-1, CKA-004-3-7, CKA-004-3-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.261



Fig. 3.2: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-004 -3-1.

3.1.3 SELECCIÓN (CKA-003)

Las características de la población **CKA-003**, se presentan en el Cuadro 3.3

CUADRO.3.3: Características morfológicas de la Población CKA-003
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-003
Familias	CKA-003-3-9,
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	2.349



Fig. 3.3: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-003-3-9

3.1.4 SELECCIÓN (CKA-064)

Las características de la población **CKA-064**, se presentan en el Cuadro 3.4

CUADRO 3.4: Características morfológicas de la Población CKA-064
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-064
Familias	CKA-064-1-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.152



Fig. 3.4: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-064-1-10

3.1.5 SELECCIÓN (CKA-059)

Las características de la población **CKA-059**, se presentan en el Cuadro 3.5

CUADRO 3.5: Características morfológicas de la Población CKA-059
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-059
Familias	CKA-059-1-4, CKA-059-1-7, CKA-059-1-1
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.283



Fig. 3.5: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-059-1-10

3.1.6 SELECCIÓN (CKA-007)

Las características de la población **CKA-007**, se presentan en el Cuadro 3.6

CUADRO 3.6: Características morfológicas de la Población CKA-007
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-007
Familias	CKA-007-1-9, CKA-007-1-10, CKA-007-2-10, CKA-007-4-8, CKA-007-4-9, CKA-007-4-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	2.998



Fig. 3.6: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-007-1-10

3.1.7 SELECCIÓN (CKA-009)

Las características de la población **CKA-009**, se presentan en el Cuadro 3.7

CUADRO 3.7: Características morfológicas de la Población CKA-007
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-009
Familias	CKA-009-3-7, CKA-009-3-10, CKA-009-4-1, CKA-009-4-2, CKA-009-5-3, CKA-009-5-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	2.896



Fig. 3.7: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-009-4-1

3.1.8 SELECCIÓN (CKA-012)

Las características de la población **CKA-012**, se presentan en el Cuadro 3.8

CUADRO 3.8: Características morfológicas de la Población CKA-012
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-012
Familias	CKA-012-2-10, CKA-012-3-9
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	2.863



Fig. 3.8: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-012-3-9

3.1.9 SELECCIÓN (CKA-030)

Las características de la población **CKA-030**, se presentan en el Cuadro 3.9

CUADRO 3.9: Características morfológicas de la Población CKA-030
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-030
Familias	CKA-030-1-7, CKA-030-1-10, CKA-030-2-4, CKA-030-2-8
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.292



Fig. 3.9: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-030-2-4

3.1.10 SELECCIÓN (CKA-026)

Las características de la población **CKA-026**, se presentan en el Cuadro 3.10

CUADRO 3.10 Características morfológicas de la Población CKA-026
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-026
Familias	CKA-026-1-8, CKA-026-1-9, CKA-026-2-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.134



Fig. 3.10: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-026-1-8

3.1.11 SELECCIÓN (CKA-011)

Las características de la población **CKA-011**, se presentan en el Cuadro 3.11

CUADRO 3.11 Características morfológicas de la Población CKA-011
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-011
Familias	CKA-011-1-6, CKA-011-1-10, CKA-011-2-3, CKA-011-2-10, CKA-011-3-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.323



Fig. 3.11: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-011-1-10

3.1.12 SELECCIÓN (CKA-013)

Las características de la población **CKA-013**, se presentan en el Cuadro 3.12

CUADRO 3.12 Características morfológicas de la Población CKA-013
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-013
Familias	CKA-013-1-9, CKA-013-1-10
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	65 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	4.707



Fig. 3.12: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-013-1-9

3.1.13 SELECCIÓN (CKA-008)

Las características de la población **CKA-008**, se presentan en el Cuadro 3.13

CUADRO 3.13 Características morfológicas de la Población CKA-008
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-008
Familias	CKA-008-1-1, CKA-008-1-6, CKA-008-1-7, CKA-008-1-8, CKA-008-2-1, CKA-008-2-9, CKA-008-3-4, CKA-008-3-10.
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	3.133



Fig. 3.13: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-008-1-7

3.2.14 SELECCIÓN (CKA-065)

Las características de la población **CKA-065**, se presentan en el Cuadro 3.14

CUADRO 3.14 Características morfológicas de la Población CKA-065
Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLES
Cultivar	CKA-065
Familias	CKA-065-2-1
Color panoja antes MF	Guinda
Intensidad color panoja antes MF	Rojo morado
Color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Intensidad color panoja cosecha	Rojo morado oscuro
Tipo panoja	Erecta
Forma panoja	Amarantiforme
Densidad panoja	Espiga Densa
Longitud glomérulo (mm)	60 a 150
Color grano	Amarillo Claro
Rendimiento (tn/ha)	2.789



Fig. 3.14: Morfología de planta, panoja y semilla de la colección CKA-065-2-1

3.2 CARACTERÍSTICAS DE PRECOCIDAD

Cuadro 3.15. Características de precocidad en número de días después de la siembra de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

Cultivar	Selección	Emergencia	2 hojas	4 hojas	6 hojas	Ramificación	Panojamiento	Floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Madurez fisiológica
CKA-003	CKA-003-3-9	5	14	19	23	30	63	96	112	124	129
CKA-004	CKA-004-2-8	5	14	19	21	30	62	95	112	123	129
	CKA-004-3-1	5	14	19	21	30	62	95	112	123	129
	CKA-004-3-7	5	14	19	21	30	62	96	112	123	129
	CKA-004-3-10	5	14	19	23	30	63	96	112	124	129
CKA-006	CKA-006-1-1	5	15	18	23	32	60	94	113	124	128
	CKA-006-1-4	5	15	18	23	32	60	94	113	124	128
	CKA-006-1-9	5	15	18	23	32	60	94	113	124	128
	CKA-006-2-10	5	15	18	23	32	60	94	113	124	128
CKA-007	CKA-007-1-9	5	14	19	23	31	63	90	109	122	127
	CKA-007-1-10	5	14	19	23	31	63	90	109	122	127
	CKA-007-2-10	5	14	19	23	31	63	95	109	122	127
	CKA-007-4-8	5	14	19	23	31	61	94	109	122	127
	CKA-007-4-9	5	14	19	23	31	61	94	109	122	127
	CKA-007-4-10	5	14	19	23	31	61	94	109	121	127
CKA-008	CKA-008-1-1	5	14	19	23	31	61	95	109	121	127
	CKA-008-1-6	5	14	19	23	31	61	95	109	121	127
	CKA-008-1-7	5	14	19	23	31	61	95	109	121	127
	CKA-008-1-8	5	14	19	23	31	61	95	109	121	127
	CKA-008-2-1	5	14	19	23	31	62	96	111	122	128
	CKA-008-2-9	5	14	19	23	31	62	96	111	122	128
	CKA-008-3-4	5	14	19	23	31	60	93	109	121	128
	CKA-008-3-10	5	14	19	23	31	60	93	109	121	128
CKA-009	CKA-009-3-7	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-009-3-10	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-009-4-1	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-009-4-2	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-009-5-3	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-009-5-10	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
CKA-011	CKA-011-1-6	5	14	19	23	31	63	95	109	121	127
	CKA-011-1-10	5	14	19	23	31	62	95	109	121	127
	CKA-011-2-3	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-011-2-10	5	14	19	23	31	63	96	109	121	127
	CKA-011-3-10	5	14	19	23	31	63	96	110	121	127
CKA-012	CKA-012-2-10	5	14	19	23	31	62	95	109	121	127
	CKA-012-3-9	5	14	19	23	31	61	94	109	121	127
CKA-013	CKA-013-1-9	5	14	19	23	32	61	95	109	121	127
	CKA-013-1-10	5	14	19	23	32	61	95	109	121	127
CKA-026	CKA-026-1-8	5	14	19	23	31	62	94	109	121	127
	CKA-026-1-9	5	14	19	23	31	62	94	109	121	127
	CKA-026-2-10	5	14	19	23	31	63	95	109	121	127
CKA-030	CKA-030-1-7	5	14	19	23	31	62	95	109	121	127
	CKA-030-1-10	5	14	19	23	31	62	95	109	121	127
	CKA-030-2-4	5	14	19	23	31	61	96	109	121	127
	CKA-030-2-8	5	14	19	23	31	61	96	109	121	127
CKA-059	CKA-059-1-4	5	14	19	23	31	62	95	109	122	127
	CKA-059-1-7	5	14	19	23	31	62	95	109	122	127
	CKA-059-1-10	5	14	19	23	31	62	95	109	122	127
CKA-064	CKA-064-1-10	5	14	19	23	31	60	95	109	122	127
CKA-065	CKA-065-2-1	5	14	19	23	31	60	92	109	121	127

En el cuadro 3.15 se observa las características de precocidad de los cultivares en estudio, en cuanto a la emergencia se encuentra con una diferencia mínima de 5 días en los cultivares.

Según el descriptor patrón tomado en cuenta para el presente trabajo; se puede considerar a las diferentes selecciones en estudio, 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 en su mayoría de los cultivares fue de 14 días a excepción de los cultivares CKA-006-1-1, CKA-006-1-4, CKA-006-1-9, CKA-006-2-10 que presentaron 2 hojas verdaderas a los 15 días, la presentación de las 4 hojas verdaderas se comportó con una mínima diferencia entre los 18 y 19 días respectivamente, la etapa fenológica de 6 hojas verdaderas se presentó de manera uniforme a los 23 días, la ramificación se presentó con una variación entre los 30,31 y 32 días después de la siembra; el inicio de panojamiento vario de 60 a 63 días. En cuanto a los días transcurridos desde la siembra hasta la floración vario entre 90 a 96 días. En el presente trabajo de investigación se puede observar que es similar con respecto a lo mencionado por Avilés (1990), que el periodo de plena floración comienza aproximadamente a los 3 meses después de la siembra; entonces se puede afirmar que esta similitud se debe que el experimento se condujo en los dos primeros mes (Enero y Febrero), en una alta luminosidad y baja temperatura y en los siguiente tres meses(Marzo-Mayo) el cultivo fue conducido a bajas temperaturas y altas precipitaciones como consecuencia a largo el periodo vegetativo del cultivo. El estado fenológico de grano lechoso se presentó entre los 109 y 113 días después de la siembra. El estado fenológico de grano pastoso se presentó

entre los 121 y 124 días después de la siembra. En cuanto a la madurez fisiológica se presentó entre los días 127 y 129 días después de la siembra.

Al respecto

QUISPE (2011); manifiesta que las condiciones más importantes para permitir la germinación son: la humedad, oxígeno, temperatura adecuada y ciertas condiciones de luz durante la etapa fenológica del cultivo.

En cuanto a la precocidad menciona **TENORIO (1996)**; que los resultados son debido a que el cultivo tuvo todas las condiciones adecuadas temperatura y altas precipitaciones durante el ciclo de desarrollo vegetativo.

En el presente trabajo de investigación se puede observar que en algunos cultivares existe una cierta similitud en cuanto a la precocidad

Frente a los resultados obtenidos se puede decir que no existe diferencia significativa entre los diferentes cultivares respecto a su fenología, caracterizándose todas como cultivares precoces.

3.3. CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

El cuadro 3.16, nos permite analizar los caracteres de productividad; una vez realizada para cada variable de rendimiento el análisis estadístico (ANVA), en el cuadro se observan los cuadrados medios para cada carácter evaluado. Si observamos los datos que en él se presentan, observamos que existe una diferencia significativa en dichos caracteres; es decir, que existe una diferencia en los promedios para los diferentes valores de los caracteres de productividad evaluados en el trabajo de investigación; por lo que se realizó la prueba de contraste Tukey (0.05) para establecer las diferencias o semejanzas entre los diferentes promedios de los caracteres evaluados de los cultivares en estudio.

Cuadro 3.16. Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 50 selecciones en 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm- Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios															
		Altura de planta		Diámetro tallo principal		Longitud de panoja		Diámetro de panoja		Peso de panoja		Peso de 1000 semillas		Tamaño de grano		Rendimiento	
Selección	49	0.044	**	6.47	**	10341	**	326.1	**	5.444	**	0.028	**	0.007		2.177	**
Cultivar	13	0.046	**	11.66	**	18298	**	535.4	**	7.703	**	0.033	**	0.008		4.26	**
Error	350	0.009		3.27		4169		125.2		3.104		0.002		0.007		0.896	
Total	399																
CV (%)		5.96		15.21		16.31		15.83		21.1		4.06		8.29		30.0	
Promedio		1.6		11.89		396		70.7		74.48		1.18		0.98		3.15	

3.3.1 Altura de Planta

Cuadro 3.17. Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Cultivar	Altura de planta cm	n	Tukey 0.05			
CKA-004	165.2	32	a			
CKA-013	163.6	16	a	b		
CKA-026	162.9	24	a	b	c	
CKA-030	162.7	32	a	b	c	d
CKA-009	161.6	48	a	b	c	d
CKA-064	161.3	8	a	b	c	d
CKA-011	160.7	40	a	b	c	d
CKA-007	159.6	48	a	b	c	d
CKA-008	159.3	64	a	b	c	d
CKA-059	159.1	24	a	b	c	d
CKA-012	154.6	16	a	b	c	d
CKA-065	151.4	8		b	c	d
CKA-006	151.3	32			c	d
CKA-003	150.5	8				d

En el cuadro 3.17 de la prueba de TUKEY (0.05), se observa en los catorce cultivares de achita; que el rango de alturas para los diferentes cultivares de achita van desde 165.2 cm. hasta 150.5 cm. que corresponden a los cultivares CKA-004 y CKA-003 respectivamente; existiendo entre los cultivares una diferencia estadística.

Los cultivares CKA-004, CKA-013, CKA-026, CKA-030 alcanzaron mayor altura con 165.2, 163.6, 162.9, 162.7 cms. seguido de los cultivares CKA-009, CKA-064, CKA-011, con alturas de 161.6, 161.3, 160.7 cms. respectivamente; y los cultivares que presentaron menor altura fueron CKA-007, CKA-008, CKA-059, CKA-012, CKA-065, CKA-006, CKA-003 con 159.6, 159.3, 159.1, 154.6, 151.4, 151.3, 150.5 cm. respectivamente.

QUISPE (2011), en el estudio de “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” menciona que la achita es una planta anual de gran desarrollo y elevada altura, alcanzando una altura de planta de 212.1 cm. 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 165.2 cm y una altura mínima de 150.5 cm.

TENORIO (1996), menciona en el estudio realizado “Caracterización y Evaluación de siete colecciones de achita”, que la colección Blanca real

alcanzó una altura de 2.02 m. y la colección Compañía 02 alcanzó una altura de 1.85 m. rendimientos que no fueron similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

3.3.2 Diámetro de Tallo Principal

Cuadro 3.18. Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de tallo principal de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Cultivar	Diámetro de tallo principal mm	n	Tukey 0.05		
CKA-013	12.6	16	a		
CKA-004	12.6	32	a		
CKA-007	12.4	48	a		
CKA-011	12.3	40	a		
CKA-026	12.3	24	a	b	
CKA-030	12.2	32	a	b	
CKA-059	12.2	24	a	b	
CKA-064	12.1	8	a	b	c
CKA-008	11.7	64	a	b	c
CKA-012	11.5	16	a	b	c
CKA-006	11.1	32	a	b	c
CKA-009	11.1	48	a	b	c
CKA-065	10.2	8		b	c
CKA-003	10.2	8			c

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.18, los cultivares CKA-013, CKA-004, CKA-007, CKA-011 alcanzaron mayor diámetro de panoja siendo 12.6, 12.6, 12.4, 13.3 mm., seguido de los cultivares CKA-026, CKA-030, CKA-059, CKA-064, con 12.3, 12.2, 12.2, 12.1, mm.; mientras que los cultivares CKA-008, CKA-012, CKA-006, CKA-009, CKA-065, CKA-003 alcanzaron menor diámetro de panoja con 11.7, 11.5, 11.1, 11.1, 10.2, 10.2 mm. respectivamente.

3.3.3 Longitud de Panoja

Cuadro 3.19. Prueba de Tukey para los promedios de longitud de panoja de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Longitud de panoja cm	n	Tukey 0.05		
CKA-009	44.35	48	a		
CKA-011	41.00	40	a	b	
CKA-026	40.83	24	a	b	
CKA-004	40.47	32	a	b	c
CKA-013	40.13	16	a	b	c
CKA-008	39.75	64	a	b	c
CKA-030	39.19	32	a	b	c
CKA-064	39.00	8	a	b	c
CKA-007	38.35	48	a	b	c
CKA-059	37.79	24	a	b	c
CKA-012	37.31	16	a	b	c
CKA-065	36.63	8		b	c
CKA-006	35.66	32		b	c
CKA-003	33.13	8			c

En el cuadro 3.19, se muestra que los cultivares CKA-009, CKA-011, CKA-026, CKA-004, tuvieron el mayor longitud de panoja con 44.35, 41.00, 40.83, 40.47 cm. respectivamente, seguido de los cultivares CKA-013, CKA-008, CKA-030, CKA-064, CKA-007, CKA-059, CKA-012 con 40.13, 39.75, 39.19, 39.00, 38.35, 37.79, 37.31, mientras que los cultivares CKA-065, CKA-006 ,CKA-003 alcanzaron menor longitud de panoja con 36.63, 35.66, 33.13 cms. Respectivamente

QUISPE (2011), menciona en el estudio de “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” que la longitud de panoja va desde 61.9 cm. Hasta 46.3 cm.

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 50 cm. hasta 0.90 cm.

En la presente investigación los resultados son similares a los mencionados por los autores Sumar y Tapia no así con lo que dice Quispe (2011). 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.

3.3.4 Diámetro de Panoja

Cuadro 3.20. Prueba de Tukey para los promedios de diámetro de panoja de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Diámetro de panoja mm	n	Tukey 0.05		
CKA-009	76.9	48	a		
CKA-030	73.1	32	a	b	
CKA-007	73.1	48	a	b	
CKA-012	73.1	16	a	b	
CKA-013	72.5	16	a	b	c
CKA-008	71.9	64	a	b	c
CKA-059	71.3	24	a	b	c
CKA-026	70.4	24	a	b	c
CKA-004	70.3	32	a	b	c
CKA-064	67.5	8	a	b	c
CKA-011	65.3	40	a	b	c
CKA-006	63.4	32		b	c
CKA-065	62.5	8		b	c
CKA-003	60.0	8			c

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.20, los cultivares CKA-009, CKA-030, CKA-007, CKA-012 alcanzaron mayor diámetro de

panoja siendo 76.9, 73.1, 73.1, 73.1 mm seguido de los cultivares CKA-013, CKA-008, CKA-059, CKA-026, CKA-004, con 72.5, 71.9, 71.3, 70.4, 70.3, mm. mientras que los cultivares CKA-064, CKA-011, CKA-006, CKA-065, CKA-003 alcanzaron menor diámetro de panoja con 67.5, 65.3, 63.4, 62.5, 60.0 mm. respectivamente. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores.

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).

QUISPE (2011), menciona en el estudio de “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” que el diámetro de panoja va desde 15.2 cm. Hasta 9.80 cm. Realizando una comparación con estas investigaciones no se encuentra dentro de los rangos establecidos. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores debido a que no se aplicó gallinaza, estiércol de vacuno, fertilización sintética y así mismo podría deberse a las influencias de factores ambientales o características genéticas, siendo la densidad de la inflorescencia intermedia.

3.3.5 Peso de Panoja

Cuadro 3.21. Prueba de Tukey para los promedios de peso de panoja de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de panoja Gr	n	Tukey 0.05	
CKA-013	97.1	16	a	
CKA-008	81.4	64	a	b
CKA-012	77.7	16	a	b
CKA-007	77.5	48	a	b
CKA-030	77.1	32	a	b
CKA-059	76.5	24	a	b
CKA-026	75.1	24	a	b
CKA-011	74.6	40	a	b
CKA-064	72.7	8	a	b
CKA-004	72.2	32	a	b
CKA-009	70.8	48	a	b
CKA-065	65.5	8	a	b
CKA-006	55.7	32		b
CKA-003	48.1	8		b

El peso de panoja en las diferentes cultivares evaluados muestra diferencia estadística, y al realizar la prueba de Tukey (0.05), en el cuadro 3.21, podemos observar que los cultivares CKA-013, CKA-008, CKA-012, CKA-007, CKA-030, alcanzaron mayor diámetro de panoja con 97.1, 81.4, 77.7, 77.5, 77.1, gr. respectivamente, seguido de los cultivares CKA-059, CKA-026, CKA-011, CKA-064, CKA-004, CKA-009 con 76.5, 75.1, 74.6, 72.7, 72.2, 70.8, gr. respectivamente; mientras que el cultivar CKA-065, CKA-006, CKA-003 presento menor peso de panoja con 65.5, 55.7, 48.1 gr., respectivamente.

QUISPE (2011), menciona en el estudio de “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda

Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” que el Peso de panoja va desde 149.5 g. Hasta 57.6 g.

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 gr., 308.75 gr., 305.00 gr. respectivamente y los valores más bajos fueron ecotipo Compañía, achita rosada con 227.50 gr., 218.75 gr. Respectivamente siendo estos resultados muy superiores a los encontrados en el presente experimento debido a condiciones ambientales de altas precipitaciones que en el presente trabajo de investigación no fueron muy favorables.

3.3.6 Peso de 1000 Semillas

Cuadro 3.22. Prueba de Tukey para los promedios de peso de 1000 semillas de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Peso de 1000 semillas Gr	n	Tukey 0.05			
CKA-012	1.23	16	a			
CKA-030	1.22	32	a	b		
CKA-003	1.201	8	a	b		
CKA-004	1.198	32	a	b		
CKA-007	1.195	48	a	b		
CKA-008	1.193	64	a	b		
CKA-009	1.193	48	a	b		
CKA-011	1.191	40	a	b		
CKA-013	1.171	16	a	b	c	
CKA-059	1.161	24	a	b	c	d
CKA-006	1.15	32		b	c	d
CKA-026	1.108	24			c	d
CKA-065	1.096	8			c	d
CKA-064	1.086	8				d

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.22, el cultivar CKA-012, alcanzó mayor peso de mil semillas con 1.230 gr. Respectivamente seguido de los cultivares CKA-030, CKA-003, CKA-004, CKA-007, CKA-008, CKA-009, CKA-011, CKA-013, CKA-059, CKA-006, CKA-026, CKA-065, con 1.220, 1.201, 1.198, 1.195, 1.193, 1.193, 1.191, 1.171, 1.161, 1.150, 1.108, 1.096 gr. respectivamente; mientras que el cultivar CKA-064 alcanzo menor peso de grano con 1.086 gr. respectivamente.

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.

PARIONA (1992), en un estudio realizado “Evaluación del Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita” en Guayacondo a 2600 msnm, obtiene un promedio de 0.99 g para la colección E₂ y para la colección E₅ con 0.89 g.

QUISPE (2011), menciona en el estudio de “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” que el peso de 1000 semillas va desde 1.162 g para la colección de CKA-059 y para la colección CKA-003 fue de 1.050 g. debido a un buen llenado de grano,

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son superiores a los tres autores antes mencionados debido a un buen llenado de grano.

3.3.7 Tamaño de Grano

Cuadro 3.23. Prueba de Tukey para los promedios de tamaño de grano de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Tamaño de grano mm	n	Tukey 0.05
CKA-065	1.02	8	a
CKA-012	1.018	16	a
CKA-004	1.008	32	a
CKA-030	0.997	32	a
CKA-003	0.995	8	a
CKA-009	0.993	48	a
CKA-064	0.986	8	a
CKA-026	0.986	24	a
CKA-011	0.982	40	a
CKA-006	0.977	32	a
CKA-007	0.975	48	a
CKA-013	0.973	16	a
CKA-059	0.963	24	a
CKA-008	0.960	64	a

En el cuadro 3.23, se presenta la prueba de Tukey (0.05), donde se muestra el tamaño de grano por panoja observándose que el cultivar CKA-065 tienen el valor más alto con 1.020 mm seguido de los cultivares : CKA-012, CKA-004 con 1.018, 1.008 mm, respectivamente mientras que los cultivares CKA-030, CKA-003, CKA-009, CKA-064, CKA-026, CKA-011, CKA-006, CKA-007, CKA-013, CKA-059, CKA-008, alcanzaron menor tamaño de grano con 0.997, 0.995, 0.993, 0.986, 0.982, 0.977, 0.975, 0.973, 0.963, 0.960 mm respectivamente.

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.

QUISPE (2011), menciona en el estudio de “Evaluación y Selección de

Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” que el tamaño de grano es mediano que va desde 1.375 mm para la colección de CKA-030 y para la colección CKA-064 es de 1.195 mm. Su color es generalmente amarillo claro.

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.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores a los tres autores antes mencionados.

3.3.8 Rendimiento de Grano

Cuadro 3.24. Prueba de Tukey para los promedios de rendimiento de grano de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Rendimiento tn/ha	n	Tukey 0.05	
CKA-013	4.707	16	a	
CKA-011	3.323	40		b
CKA-030	3.292	32		b
CKA-059	3.283	24		b
CKA-004	3.261	32		b
CKA-064	3.152	8		b
CKA-026	3.134	24		b
CKA-008	3.133	64		b
CKA-007	2.998	48		b
CKA-009	2.896	48		b
CKA-006	2.889	32		b
CKA-012	2.863	16		b
CKA-065	2.789	8		b
CKA-003	2.349	8		b

En el cuadro 3.24. Se observa que el rango de rendimiento de grano para los diferentes cultivares de achita van desde 4.707 hasta 2.349 tn.ha⁻¹ que corresponden a los cultivares CKA-013 y CKA-003 respectivamente; existiendo entre los cultivares una diferencia estadística. El cultivar CKA-013 alcanzo el mayor rendimiento con 4.707 tn.ha⁻¹ respectivamente; seguido de los cultivares CKA-011, CKA-030, CKA-059, CKA-004, CKA-064, CKA-026, CKA-008, con 3.323, 3.292, 3.283, 3.261, 3.152, 3.134, 3.133 tn.ha⁻¹ respectivamente; mientras que los cultivares CKA-007, CKA-009, CKA-006, CKA-012, CKA-065, CKA-003 alcanzaron menor rendimiento 2.998, 2.896, 2.889, 2.863, 2.789, 2.349 tn.ha⁻¹ respectivamente.

QUISPE (2011), menciona en el estudio de “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Panoja Guinda Erecta Canaán a 2735 msnm Ayacucho” que el rendimiento de grano va desde 6.652 tn/ha. para la colección de CKA-008 y para la colección CKA-065 fue de 13.861 tn/ha. esta alta productividad en granos se debe principalmente a que los Ecotipos muestran buen comportamiento a nivel de este piso ecológico.

TENORIO (1996) evaluó siete colecciones de Achita en Canaán- Ayacucho donde obtiene buenos rendimientos que van desde 3803.3 hasta 6719.8 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 durante su evaluación.

3.4. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

3.4.1. Selección por Caracteres

Cuadro 3.25. Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del peso de panoja, diámetro de tallo principal, tamaño de grano, longitud de panoja y rendimiento en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	
Regresión	4	157.98	39.494	59.47	**
Error	395	262.31	0.664		
Total	399	420.28			

En el cuadro 3.25, 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 el peso de grano/panoja, peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea; en dicho análisis se muestra que la regresión es altamente significativo, por lo que se realizó un análisis independiente para cada variable evaluada en la regresión (peso de grano/panoja, peso de panoja y tamaño de grano).

En comparación con los resultados de **QUISPE (2011)**, reportó que el rendimiento depende de peso de panoja y tamaño de grano, comparando con el presente trabajo no coincide con ninguna variable, por lo que se realizó un análisis independiente para el diámetro de tallo, longitud de panoja, peso de panoja y tamaño de grano.

Cuadro 3.26 Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple del diámetro de tallo, longitud de panoja, peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable	Coeficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	F calculado	
Termino independiente	1.808	0.564	6.82	10.27	**
Diámetro tallo	0.089	0.0262	7.62	11.48	**
Longitud de panoja	0.001	0.0007	2.92	4.39	*
Peso de panoja	0.013	0.0013	58.21	87.66	**
Tamaño de grano	-1.242	0.5004	4.09	6.16	*

En el cuadro 3.26, 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 el variable peso de panoja.

Cuadro 3.27 Resumen de selección de Stepwise con la variables peso de panoja, diámetro de tallo, tamaño de grano y longitud de panoja incluida en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable seleccionada	Variable incluida	R ² parcial	R ² modelo	F calculado	
Peso de panoja	1	0.3311	0.3311	196.99	**
Diámetro de tallo	2	0.0289	0.36	17.92	**
Tamaño de grano	3	0.009	0.3689	5.62	*
Longitud de panoja	4	0.0069	0.3759	4.39	*

De acuerdo al Coeficiente de determinación R^2 , el cual se muestra en el cuadro 3.27, podemos decir que el 33% de la producción depende de la longitud de panoja y el resto del porcentaje por los demás variables.

Cuadro 3.28 Rendimiento de grano (tn/ha.) para variaciones de peso de panoja y diámetro de tallo en promedio de tamaño de grano y longitud de panoja en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

	Peso de panoja (g)					
	25	80	135	190	245	300
8	2.024	2.739	3.454	4.169	4.884	5.599
10.8	2.273	2.988	3.703	4.418	5.133	5.848
13.6	2.522	3.237	3.952	4.667	5.382	6.097
16.4	2.772	3.487	4.202	4.917	5.632	6.347
19.2	3.021	3.736	4.451	5.166	5.881	6.596
22	3.27	3.985	4.7	5.415	6.13	6.845

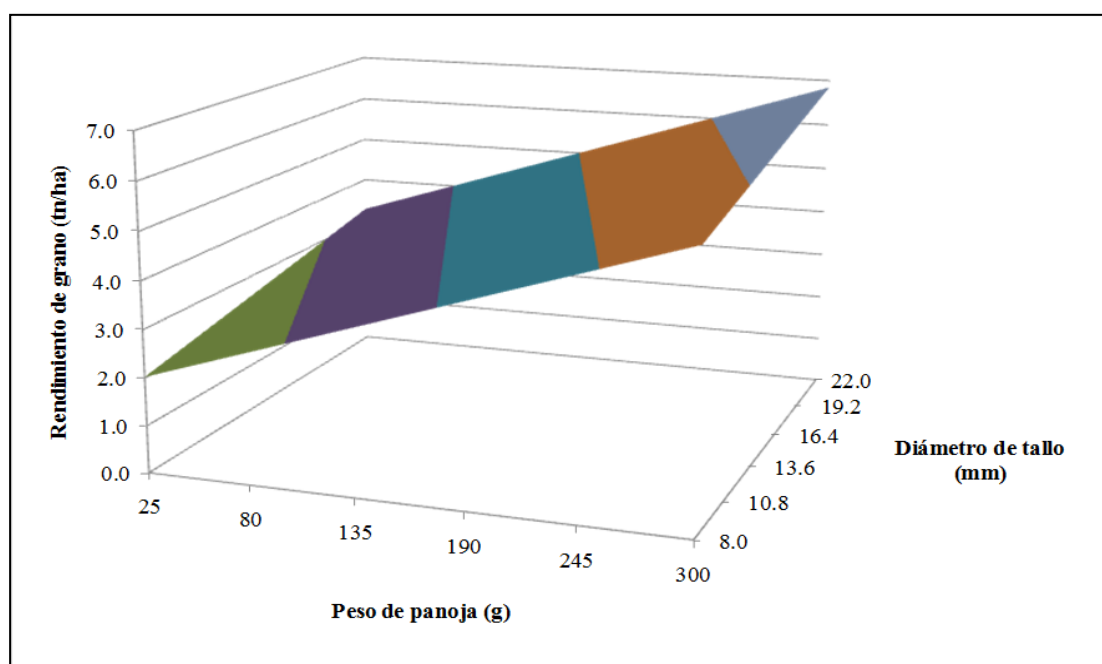


FIGURA 3.2

FIGURA 3.2 Regresión lineal múltiple del rendimiento de grano (tn/ha.) sobre el peso de panoja (g) y diámetro de tallo en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

3.4.2. Respuesta a la selección

Cuadro 3.29 Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	
13	55.38	4.26	4.51	*
386	364.9	0.94		
399	420.28			

En el cuadro 3.29 se detalla que las catorce (14) poblaciones en investigación se diferencian en el promedio experimental, existe significación estadística en el rendimiento experimental.

Cuadro 3.30 Componentes de variancia y heredabilidad en el rendimiento de grano en Kg/Ha⁻¹, de la achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variancia genética	Variancia ambiental	Variancia fenotípica	Heredabilidad
σ^2_g	σ^2_e	σ^2_p	h^2
0.42	0.12	0.53	0.78

En el cuadro 3.30 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 guinda erecta; con una heredabilidad de 78% 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 morfo tipos 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 3.31 Promedio del rendimiento de grano (Tn/Ha) y ganancia por selección en 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
CKA-013	5.861	4.707	0.45	5.157	10
CKA-011	4.639	3.323	0.513	3.836	15
CKA-030	4.859	3.292	0.611	3.903	19
CKA-059	4.76	3.283	0.576	3.859	18
CKA-004	4.819	3.261	0.607	3.869	19
CKA-064	3.931	3.152	0.304	3.456	10
CKA-026	4.548	3.134	0.551	3.685	18
CKA-008	4.776	3.133	0.641	3.773	20
CKA-007	4.406	2.998	0.549	3.547	18
CKA-009	4.334	2.896	0.561	3.456	19
CKA-006	4.072	2.889	0.461	3.35	16
CKA-012	3.734	2.863	0.339	3.203	12
CKA-065	3.939	2.789	0.448	3.238	16
CKA-003	2.632	2.349	0.11	2.459	5

En el cuadro 3.31 y figura 3.3 se observa la ganancia por selección de las 14 poblaciones de achita. Las poblaciones que presentaron una mayor ganancia por selección son CKA-008, CKA-030 y CKA-004 con 0.641, 0.611 y 0.607 tn.ha⁻¹ respectivamente, las cuales representan el 20, 19 y 19% de mejora respecto al promedio poblacional obtenido en la presente campaña de cultivo. Los resultados muestran que la variancia genética, representado por la heredabilidad (0.78) 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.

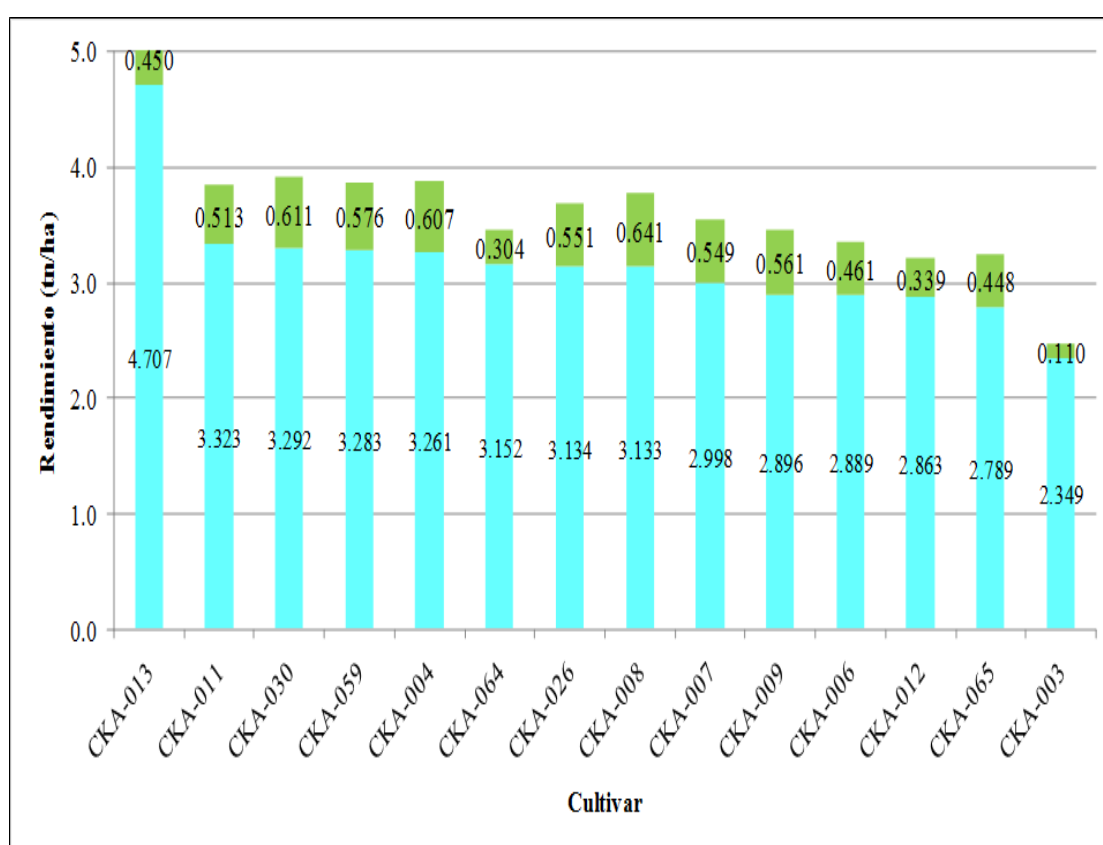


Figura 3.3. Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja guinda erecta, grano blanco. Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

La ganancia por selección de caracteres cualitativos como el color del grano, forma de panoja (Erecta), color de panoja (guinda), forma de panoja y otras características han sido efectivas y al tercer ciclo las características mencionada tienen gran uniformes. En lo referente al carácter cuantitativo como el rendimiento al ser afectado fuertemente por el ambiente la ganancia por selección es muy variante en las diferentes campañas.

QUISPE (2011), en la Localidad de Canaán, determinó un promedio general por efecto de la selección el valor de 5.578 Tn/Ha, resultado de alto rendimiento en comparación con el presente trabajo, esto se explica por las diferentes condiciones ambientales en la que se condujo como; sequia, incidencia de plagas, enfermedades, bajas temperatura, etc. Por tanto, la ganancia por selección promedio ha sido menor mostrando un valor promedio de 3.627 Tn/Ha.

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 son de gran potencial agrícola, se concluye:

1. Los cultivares de achita presentaron 26 características morfológicas homogéneas (pigmentación del cotiledón, intensidad pigmentación del cotiledón, pigmentación del hipocotilo, intensidad pigmentación del hipocotilo, color de grano, tipo de crecimiento, forma de tallo, angulosidad del tallo principal, color de tallo, intensidad color de tallo, presencia ramificación, forma hoja inferior, forma hoja superior, color peciolo, tipo de raíz, 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 inflorescencia, densidad de inflorescencia, tipo de cubierta, forma de semilla); estas obedecen a las características generales de la especie; y, 5 características variables

(longitud de hipocotilo, longitud máxima de peciolo, longitud máxima de hoja, ancho máximo de hoja, longitud de glomérulo) que distinguen a los cultivares.

2. Durante el ciclo vegetativo la emergencia se encuentra con una diferencia mínima de 5 días después de la siembra. La etapa fenológica de 2 hojas en la mayoría de los cultivares se presentó de manera uniforme a los 24 días, la presentación de las 4 hojas verdaderas se comportó con una mínima diferencia entre los 18 y 19 días, la etapa fenológica de 6 hojas verdaderas se comportó con una mínima diferencia entre los 21 y 23 días, la ramificación se presentó con una variación entre los 30,31 y 32 días después de la siembra; el inicio de panojamiento vario de 60 a 63 días. En cuanto a los días transcurridos desde la siembra hasta la floración vario entre 92 a 96 días. El estado fenológico de grano lechoso se presentó entre los 109, 110, 111 y 112 días después de la siembra. El estado fenológico de grano pastoso se presentó entre los 121, 122, 123 y 124 días después de la siembra. En cuanto a la madurez fisiológica se presentó a los 127, 128 y 129 días después de la siembra.
3. El cultivar CKA-013 ocupó el primer lugar en cuanto al rendimiento con 4.707 tn.ha⁻¹, seguido de los CKA-011, CKA-030, CKA-059, CKA-004, CKA-064, CKA-026, CKA-008, con 3.323, 3.292, 3.283, 3.261, 3.152, 3.134, 3.133 tn.ha⁻¹ respectivamente; mientras que los cultivares CKA-007, CKA-009, CKA-006, CKA-012, CKA-065, CKA-003 alcanzaron menor rendimiento 2.998, 2.896, 2.889, 2.863, 2.789, 2.349 tn.ha⁻¹ 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-009 con 44.35 cms. y la de menor longitud fue el cultivar CKA-003 con 33.13 cms.; mientras que el cultivar que presentó mayor diámetro de panoja a la cosecha fue CKA-009 con 76.9 mm., y la de menor el cultivar CKA-003 con 60.0 mm.; y el mayor tamaño de grano fue el del cultivar CKA-065 con un promedio 1.020 mm., y el de menor tamaño fue el cultivar CKA-008 con 0.960 mm
6. El cultivar CKA-012, alcanzó mayor peso de mil semillas con 1.230 gr. seguido de los cultivares CKA-030, CKA-003, CKA-004, CKA-007, CKA-008, CKA-009, CKA-011, CKA-013, CKA-059, CKA-006, CKA-026, CKA-065, con 1.220, 1.201, 1.198, 1.195, 1.193, 1.193, 1.191, 1.171, 1.161, 1.150, 1.108, 1.096 gr. respectivamente; mientras que el cultivar CKA-064 alcanzo menor peso de mil semillas con 1.086 gr. respectivamente.
7. Las poblaciones que presentaron una mayor ganancia por selección son CKA-008, CKA-030 y CKA-004 con 0.641, 0.611 y 0.607 tn.ha⁻¹ respectivamente. las cuales representan el 20, 19 y 19% de mejora.

4.2 RECOMENDACIONES

- 1 Formar el compuesto varietal de achita de panoja guinda 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 enero del 2012 a mayo del 2013.

El diseño estadístico para el presente trabajo se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y bloque completamente randomizado, donde se utilizaron 14 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 14 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 128 días después de la siembra.

En cuanto a la característica de longitud de panoja, los cultivares CKA-009, CKA-011, CKA-026, CKA-004, tuvieron el mayor longitud de panoja con 44.35, 41.00, 40.83, 40.47 cm. respectivamente, superando significativamente a las

demás. Así mismo, los cultivares CKA-009, CKA-030, CKA-007, CKA-012 destacan significativamente al tener el mayor diámetro de panoja con CKA-009, CKA-030, CKA-007, CKA-012 mm.; en cuanto al peso de panoja y peso de granos/panoja el cultivar CKA-013, obtuvo el mayor peso, superando a los demás cultivares en estudio. El mayor peso de mil granos se registra en cultivar CKA-012 con 1.230 gr.

En general, los 14 cultivares de achita evaluadas presentan características de precocidad, rendimiento y ganancias por selección para el rendimiento de grano de 11, 9, 11 % para los cultivares CKA-008, CKA-030 y CKA-004 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 Genetica", 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. BARRANTES DEL A., F. 1990. "Enfermedades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho (2600 msnm)". Informe de Investigación. PICA- UNSCH. Ayacucho-Perú. (en prensa).
6. BARROS, C. y BUEN ROSTRO, M. 1997. "Amaranto, fuente maravillosa de Sabor y salud." Grijalbo, México.
7. 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.
8. 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.

9. 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.
10. CISNEROS Q., J. 1995. “Dinámica Poblacional de Plagas de Follaje en Cuatro Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.), Iribamba 2400 msnm. Huanta- Ayacucho”. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
11. CORDOVA 2000 “Efecto de los niveles de N-P-K y S en el cultivo de Achita”, Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
12. CURACA Q., J. 2010. “Abonamiento Orgánico y Sintético en el Rendimiento de tres Cultivares de Achita (*Amaranthus Caudatus* L.) CANAAN 2720 msnm – Ayacucho.
13. EARLY, K. D. 1987. “El cultivo y Usos del *Amaranthus* (Kiwicha) en Dos Centros de Domesticación”. Congreso Internacional Sobre Agricultura Andina. Puno-Perú.
14. 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.
15. INIA 2012. Proyecto “Desarrollo de cultivos de granos andinos para asegurar la nutrición popular y el alivio a la población”. Ayacucho.
16. LARCHER, W. 1976.”Ecofisiología Vegetal” Ediciones Omega S.A.

Barcelona – España.

17. LEON, J. 1964. "Plantas Alimenticias Andinas". Boletín Técnico N° 6. IICA-Zona Andina. Lima-Perú.
18. MONTERO, C. INIAP – ALEGRIA, 1994; "Primera Variedad Mejorada de Amaranto para la Sierra Ecuatoriana". Boletín divulgativo N° 246. Pp.24
19. MUJICA, A.; BERTI, M.; E IZQUIERDO, J. 1997. "El Cultivo de Amaranto (*Amaranthus sp.*): producción, mejoramiento genético y utilización. Departamento de Agricultura, División de Producción y Protección Vegetal", Roma – Italia. Pp.97.
20. MUJICA, S. A y A. QUILLIHUAMAN 1989. "Fenología de Cultivo de Kiwicha". En curso taller de cultivos andinos.
21. NIETO, C. 1989 "El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus sp.*) Una alternativa Agronómica para Ecuador". Programa de Cultivos Andinos EESC. Quito, Ecuador. Pp.24.
22. 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.
23. NUÑEZ, A., E. 2006. "Boletín Técnico – Estación Experimental Agraria CANAAN-INIA Ayacucho" – Perú.
24. ORTOJAN, J. 1986. "Estabilidad Fenotípica en los Amarantos". Bol N° 1. El Amaranto y su Potencial Washington.
25. PACHECO F. R. 2009. Selección masal estratificada en dos variedades de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis, UNSCH. Ayacucho-Perú.

26. 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.
27. 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.
28. REPO CARRASCO, R 1988. Cultivos andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de Procesamiento. Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé De Las Casas Cuzco - Perú.
29. 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.
30. SUMAR, L. 1993. *Amaranthus caudatus*, el pequeño gigante. Programa de Investigación Amarantos. Boletín N°03; Setiembre Cusco-Perú.
31. TAPIA, M. 1982. Quinoa y qañihua, cultivos andinos. Bogotá. IICA:
32. TAPIA, M. 1990. Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago. FAO.
33. 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.
34. Páginas webs consultadas:
 - http://www.peruecologico.com.pe/flo_kiwichaamaranthuscaudatus_1.ht)

ANEXO

1. PARÁMETROS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ACHITA:

- **PLANTA:**

- ❖ HABITO DE CRECIMIENTO

- 1 Erecto

- 2 Postrado

- ❖ ALTURA DE PLANTA A LA FLORACIÓN, EN CMS.

- **TALLO**

- ❖ ÍNDICE DE RAMIFICACIÓN

- 0 No ramificado

- 1 Poco ramificado

- 2 Muchas ramas cerca de la base del tallo

- 4 Ramas a lo largo del tallo

- ❖ LONGITUD PROMEDIO DE LAS RAMAS LATERALES, EN CMS.

- ❖ PUBESCENCIA DEL TALLO

- 0 Ninguna

- 3 Escasa

- 5 Intermedia

- 7 Abundante

- ❖ PIGMENTACIÓN DEL TALLO

- 1 Verde

- 2 Morado o rosado

- 3 Verde con manchas moradas

- **HOJA**

- ❖ LONGITUD DE LA HOJA, EN CMS.

❖ ANCHO DE LA HOJA, EN CMS.

❖ PUBESCENCIA DE LA HOJA

0 Ninguna

3 Escasa

7 Abundante

❖ PIGMENTACIÓN DE LA HOJA

1 Completamente morada y rosada

2 Área basal pigmentada

3 Mancha central

4 Una franja (en forma de v)

5 Una franja (en forma de v)

6 Margen y vena pigmentados

7 Una franja verde claro o clorótica sobre verde común

8 Verde común

9 Verde oscuro

10 Margen pigmentado de morado

➤ FORMA DE LA HOJA

1 Lanceolada

2 Elíptica

3 Cuneada

4 Ovatada

5 Rómbica

6 Ovalada

7 Otra (especifique).

➤ MARGEN DE LA HOJA

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

➤ PROMINENCIA DE LAS NERVADURAS DE LA HOJA

- 1 Suave
- 2 Rugosa (venas prominentes)

❖ PIGMENTACIÓN DEL PECIOLO

- 1 Verde
- 2 Verde oscuro
- 3 Rojo morado
- 4 Morado oscuro
- 5 Rosado
- 6 Verde manchado de rojo (haz rojo-morado y envés verde)

• **RAIZ**

❖ TIPO DE RAIZ

- 1 Ramificado
- 2 Compacto

• **INFLORESCENCIA O PANOJA**

❖ LONGITUD DEL TALLO DE LA INFLORESCENCIA APICAL, EN
CMS.

❖ LONGITUD DE LA INFLORESCENCIA LATERALE APICALES, EN
CMS

❖ FORMA DE LA INFLORESCENCIA APICAL

- 1 Espiga (densa)
- 2 Panoja con ramas pequeñas
- 3 Ensanchada en los extremos
- 4 Rala (pocas ramas)
- 5 panoja con ramas largas

❖ POSICIÓN DE LA INFLORESCENCIA APICAL

- 1 Erecta
- 2 Postrada
- 3 Intermedia

❖ ÍNDICE DE DENSIDAD DE LA INFLORESCENCIA

- 3 Laxa
- 5 Intermedia
- 7 Densa

❖ COLOR DE LA INFLORESCENCIA

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Rosado
- 4 Rojo
- 5 Rojo-morado
- 6 Verde y rosado
- 7 Rosado - crema

• **SEMILLA O GRANO**

❖ COLOR DE LA SEMILLA

1 Amarillo claro

2 Rosado

3 Rojo

4 Marrón

5 Negro

❖ TIPO DE CUBIERTA

1 Translúcida

2 Opaca

❖ FORMA DE LA SEMILLA

1 Redonda

2 Elipsoide u ovoide.

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 desahíje.



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



Fotografía 06: En la cosecha.



Fotografía 07: En la cosecha.



Fotografía 08: Contando las 1000 semillas para el pesado.



Fotografía 09: Peso de las 1000 semillas

