

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización y selección de 15 poblaciones varietales de
achita (*Amaranthus caudatus* L.) de panoja rosada semierecta
de grano de color. Canaán 2735 msnm – INIA – Ayacucho**

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

**PRESENTADO POR:
Juan Carlos Huamán Ludeña**

Ayacucho – Perú

2018

Dedico el presente trabajo a mí querida madre, mi esposa, mi hija y a mis hermanos: por su enorme sacrificio en el desarrollo de mi carrera profesional.

A mis familiares y amigos, que de una u otra manera me apoyaron directa e indirectamente en la materialización del presente trabajo.

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 su plana de docentes por haber impartido sus conocimientos y por haberme formado profesionalmente.

Al Ing. MSc. José A. Quispe Tenorio, por su asesoramiento, colaboración y orientación para la concretización del presente trabajo de investigación.

A mis asesores de la comisión evaluadora por su asesoramiento, aporte y orientación para la elaboración de la presente investigación.

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

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

A mí querida madre Rafaela a mi esposa Modesta, a mi hija Helen y mis Hermanos Rebeca y Alejandro por el apoyo y aliento durante el proceso de mi estudio.

Mi gratitud a mis familiares y amigos y otras personas que me ayudaron directa e indirectamente en la materialización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	1
Introducción	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1. Origen y distribución.....	5
1.2. Taxonomía.....	6
1.3. Nombres comunes	6
1.4. Morfología de la achita.....	7
1.5. Fisiología	12
1.6. Requerimientos del cultivo.....	14
1.7. Aspectos principales de manejo del cultivo	16
1.8. Valor nutritivo	22
1.9. Mejoramiento genético.....	23
1.10. Genética de la achita.....	30
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	33
2.1. Ubicación de la investigación.....	33
2.2. Materiales y equipos.....	33
2.3. Problema.....	47
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
3.1. Caracterización morfológica	49
3.2. Características de precocidad	65
3.3. Caracteres de productividad	67
3.4. Selección y respuesta a la selección	77
Conclusiones.....	83
Recomendaciones	85
Referencia bibliográfica.....	87
Anexo.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Rendimiento C.E.Canaán – Ayacucho – 1996. kg.ha-1.....	21
Tabla 1.2. Rendimiento promedio de los principales cultivos región Ayacucho. 2007 - 2016 (Kg./ha.).....	21
Tabla 1.3. Producción de los principales cultivos Ayacucho. 2007 - 2016 (tn.).....	22
Tabla 1.4. Composición química de la semilla de amaranto (por 100 g de parte comestible y en base seca).....	22
Tabla 2.1. Análisis Físico - Químico de suelo del Centro Experimental INIA Ayacucho 2735 msnm.....	34
Tabla 2.2. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico campaña agrícola 2010 – 2011, Canaán – Ayacucho.....	35
Tabla 2.3. Origen de los materiales del experimento 15 selecciones y 05 cultivares.....	38
Tabla 2.4. Croquis del campo experimental.....	39
Tabla 3.1. Características morfológicas de la selección CKA-084-1.....	50
Tabla 3.2. Características morfológicas de la selección CKA-084-2.....	51
Tabla 3.3. Características morfológicas de la selección CKA-085-1.....	52
Tabla 3.4. Características morfológicas de la selección CKA-085-2.....	53
Tabla 3.5. Características morfológicas de la selección CKA-085-3.....	54
Tabla 3.6. Características morfológicas de la selección CKA-085-4.....	55
Tabla 3.7. Características morfológicas de la selección CKA-087-1.....	56
Tabla 3.8. Características morfológicas de la selección CKA-087-2.....	57
Tabla 3.9. Características morfológicas de la selección CKA-088-1.....	58
Tabla 3.10. Características morfológicas de la selección CKA-088-2.....	59
Tabla 3.11. Características morfológicas de la selección CKA-088-3.....	60
Tabla 3.12. Características morfológicas de la selección CKA-089-1.....	61
Tabla 3.13. Características morfológicas de la selección CKA-089-2.....	62
Tabla 3.14. Características morfológicas de la selección CKA-089-3.....	63
Tabla 3.15. Características morfológicas de la selección CKA-089-4.....	64
Tabla 3.16. Características de precocidad en días después de la siembra de 5 cultivares de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) panoja rosada semi	

	erecta. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.....	65
Tabla 3.17.	Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm- Ayacucho.....	68
Tabla 3.18.	Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	69
Tabla 3.19.	Prueba de Tukey para los promedios de la longitud de panoja de 15 selecciones de Achita de panoja rosada (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	70
Tabla 3.20.	Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de panoja de 15 selecciones de Achita de panoja rosada (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho	71
Tabla 3.21.	Prueba de Tukey para los promedios del peso de panoja de 15 selecciones de achita panoja rosada (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	73
Tabla 3.22.	Prueba de Tukey para los promedios del tamaño de semilla de 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	74
Tabla 3.23.	Prueba de Tukey para los promedios del tamaño de semilla de 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	75
Tabla 3.24.	Prueba de Tukey para los promedios del rendimiento de grano de 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	77
Tabla 3.25.	Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	77
Tabla 3.26.	Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple de peso de panoja y tamaño de semilla sobre el rendimiento de grano por hectárea en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	78

Tabla 3.27.	Resumen de selección de Stepwise con la variables tamaño de grano y peso de panoja incluidas en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	78
Tabla 3.28.	Resumen de selección de Stepwise con la variables tamaño de grano y peso de panoja incluidas en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	78
Tabla 3.29.	Análisis de variancia del rendimiento de grano por hectárea, componentes de variancia y heredabilidad en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	79
Tabla 3.30.	Promedio del rendimiento de grano (kg/ha) y ganancia por selección en 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Forma de la inflorescencia.....	10
Figura 1.2. Actitud de la inflorescencia principal.....	10
Figura 1.3. Pixidio unilocular del amaranto.....	11
Figura 1.4. Semilla de amaranto.....	12
Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico campaña agrícola 2010 - 2011, Canaan.....	36
Figura 3.1. Madurez fisiológica del cultivar CKA-084-1.....	50
Figura 3.2. Semilla y Panoja del cultivar CKA-084-1.....	50
Figura 3.3. Madurez fisiológica del cultivar CKA-084-2.....	51
Figura 3.4. Semilla y Panoja del cultivar CKA-084-2.....	51
Figura 3.5. Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-1.....	52
Figura 3.6. Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-1.....	52
Figura 3.7. Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-2.....	53
Figura 3.8. Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-2.....	53
Figura 3.9. Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-3.....	54
Figura 3.10. Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-3.....	54
Figura 3.11. Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-4.....	55
Figura 3.12. Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-4.....	55
Figura 3.13. Madurez fisiológica del cultivar CKA-087-1.....	56
Figura 3.14. Semilla y Panoja del cultivar CKA-087-1.....	56
Figura 3.15. Madurez fisiológica del cultivar CKA-087-2.....	57
Figura 3.16. Semilla y Panoja del cultivar CKA-087-2.....	57
Figura 3.17. Madurez fisiológica del cultivar CKA-088-1.....	58
Figura 3.18. Semilla y Panoja del cultivar CKA-088-1.....	58
Figura 3.19. Madurez fisiológica del cultivar CKA-088-2.....	59
Figura 3.20. Semilla y Panoja del cultivar CKA-088-2.....	59
Figura 3.21. Madurez fisiológica del cultivar CKA-088-3.....	60
Figura 3.22. Semilla y Panoja del cultivar CKA-088-3.....	60
Figura 3.23. Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-1.....	61
Figura 3.24. Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-1.....	61
Figura 3.25. Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-2.....	62

Figura 3.26.	Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-2.....	62
Figura 3.27.	Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-3.....	63
Figura 3.28.	Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-3.....	63
Figura 3.29.	Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-4.....	64
Figura 3.30.	Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-4.....	64
Figura 3.31.	Regresión lineal múltiple del tamaño de grano (mm) y peso de panoja (g) sobre el rendimiento de grano (tn/ha) en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	79
Figura 3.32.	Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en 15 selecciones de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Caracterización morfológica.....	90
Anexo 2. Caracterización de 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho....	96
Anexo 3. Caracterización de rendimiento de las 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta (<i>Amaranthus caudatus</i> l.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.....	98
Anexo 4. Panel fotográfico.....	101

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó con el objetivo de evaluar y seleccionar poblaciones varietales de achita panoja rosada semierecta, con fines de mejoramiento genético en sus diferentes estados fenológicos. El trabajo de investigación fue instalado en los terrenos de la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; a una altura de 2735 msnm durante los meses de Febrero a Julio del 2011. El análisis estadístico para el presente trabajo de investigación se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y diseño completamente randomizado (DCR), donde se utilizaron 5 cultivares de achita, los mismos que fueron clasificados en 15 familias de medios hermanos. Dichos cultivares se tomaron de la selección del primer ciclo (selección de mayores rendimientos), investigación realizado en INIA- Programa Nacional de Investigación en cultivos Andinos; y para determinar la respuesta a la selección se utilizó el método de Stepwise. Así mismo se evaluaron características de precocidad y de rendimiento. En cuanto a la precocidad no existe una diferencia significativa entre las poblaciones alcanzando la madurez fisiológica a los 115 y 120 días después de la siembra; en referencia a la altura de planta el cultivar CKA-088-2 sobresale frente a los demás poblaciones con (131.6 cm.), en cuanto a la longitud de panoja, el cultivar CKA-084-2 con 33.7 cm obtuvo la mayor medida. Así mismo, el cultivar CKA-088-3, destaca significativamente al tener mayor diámetro de panoja con 9.8 cm, en cuanto al peso de panoja los cultivares CKA-088-2 con 37.2 g. y en referencia al rendimiento de grano, los cultivares CKA-088-2 y CKA-085-1 obtuvieron los mayores rendimientos con 3,438 y 3,274 tn.ha⁻¹. El mayor peso de mil semillas se registra en la población CKA-085-1, que alcanza 0.961 g. En general, los cinco cultivares de achita evaluadas presentan características de precocidad, rendimiento y en porcentaje de mejora de 22 hasta el 15 % con un incremento de 457, 468, 500, 392 kg.ha⁻¹, respectivamente, bajo las condiciones de Canaán - INIA.

INTRODUCCIÓN

La achita (*Amaranthus caudatus* L.) durante miles de años fue el sustento alimenticio más importante a lo largo de la cordillera andina, es importante por las cualidades nutricionales y energéticas considerada como una planta sagrada ya que es un cultivo rustico y que ha sido domesticado a lo largo del tiempo.

Su constitución genética de las variedades de achita en nuestra región Ayacucho es limitada debido a que es una planta autogama y no presenta mucha variabilidad genética con ello aprovechar las características de la planta con el propósito de diversificar la base genética en la producción agrícola. Ya que el rendimiento en la región Ayacucho durante 10 años (2007-2016) oscilan entre 910 – 1150 Kg.ha⁻¹ (**DRA, 2016**) tal es así que la producción en toda la región Ayacucho fue de 136 – 89 t.ha⁻¹ (**DRA, 2016**) reflejándose el poco interés en dicho cultivo aun teniendo muchas cualidades.

Por tal motivo se quiere mejorar y aprovechando el reducido porcentaje de alogamia que presenta la planta, para que el cultivo sea sostenible en la producción agrícola es recomendable la diversificación del cultivo con variedades de características de buena calidad en el mercado y de buena productividad.

Se investigó poblaciones varietales de achita .de panoja rosada semierecta en grano de color con el propósito de diversificar la base genética en la producción agrícola.

En síntesis, el amaranto presenta una gran importancia en la agricultura y alimentación del mundo debido, entre otras razones, a un alto contenido de proteínas y balance adecuado de aminoácidos esenciales que poseen sus semillas y hojas, principalmente lisina, metionina y cisteína. Su Fácil adaptación a las condiciones climáticas, edáficas y sistemas de cultivo tanto de los pequeños agricultores como de la agricultura extensiva. Y mayor fijación de CO₂ en la producción de biomasa y por su eficiente uso de agua,

eficiente asimilación del nitrógeno, lo que ha sido demostrado por la abundancia de proteína en sus hojas y semillas. **(FAO, 1997)**

Dado que la mayoría de los granos comestibles son gramíneas y siendo el amaranto una dicotiledónea de amplia adaptación, ello otorga nuevas posibilidades para la rotación de cultivos, introduciendo mayor diversidad en campos de monocultivo, lo que puede ser útil para el control de plagas y enfermedades.

En este sentido la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán, del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, a través del programa de cultivos andinos, en el marco del Proyecto: “Desarrollo de cultivos de granos andinos con potencial para asegurar la nutrición popular y la superación de la pobreza”; han desarrollado en una primera etapa, la colección de semillas en los campos de los productores, en diferentes partes de nuestra región; estas colecciones han sido instalados en los campos experimentales del INIA Ayacucho, para pasar por un primer ciclo de caracterización. Del cual han sido seleccionados, 5 poblaciones de achita de panoja rosada semi erecta comprendidos de 15 familias medios hermanos para el presente trabajo de investigación, para ser sometidos a un segundo ciclo de evaluación y selección; con los siguientes objetivos:

Objetivo general

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

Objetivos específicos

- Efectuar la caracterización morfológica de 15 selecciones de achita panoja rosada semi erecta de grano de color con el uso de descriptores morfológicos.
- Evaluar los caracteres de precocidad de 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta de grano de color.
- Evaluar el rendimiento de 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta de grano de color.
- Evaluar la selección por caracteres y la respuesta a la selección de 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta de grano de color.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

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

- La gran variedad de formas nativas encontradas en los departamentos de Ayacucho, Cuzco y Cajamarca.
- En los valles interandinos sudamericanos se pueden hallar todos los colores de pericarpio e la achita que se conoce.
- La diversidad de nombres vulgares, nativas, con los que se conoce la achita.

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

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

- *Amaranthus hypochondriacus*. Norteamérica.
- *Amaranthus caudatus*. Ecuador, Bolivia, Perú y Argentina.
- *Amaranthus cruentus*. Guatemala.
- *Amaranthus edulis*. Norte de Argentina

National Academy Press (1990) indica a los hábitats naturales de amaranto para grano principalmente (*Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*) estas familias cercanas donde se distribuyen a lo largo de México y se extienden hasta Guatemala y el Suroeste de Estados Unidos. En Sudamérica (principalmente *Amaranthus caudatus*) en

una franja que va desde el sur de Ecuador a través de Perú y Bolivia hasta el norte de Argentina.

Sumar (1993) indica dos grande regiones habidad para el cultivo de los amarantos productores de grano. Una que se extiende por la zona andina, desde el Ecuador hasta el norte Argentino, con su centro principal en Perú. La segunda región abarca el suroeste de los estados unidos y principalmente México Guatemala.

1.2. TAXONOMÍA

Sumar (1993) menciona a la achita con la siguiente clasificación taxonómica.

REINO : Vegetal
DIVISIÓN : Fanerógama
TIPO : Embryophita Siphonogama
SUB-TIPO : Angiosperma
CLASE : Dicotiledónea
SUB-CLASE : Archyclamydae
ORDEN : Centrospermales
FAMILIA : Amarantaceae
GENERO : *Amaranthus*
ESPECIE : *Amaranthus caudatus* L

1.3. NOMBRES COMUNES

León (1964) la achita (*Amaranthus caudatus* L.) recibe diferentes nombres comunes como: Amaranto, trigo inca, achis, achita, chaquilla, airampo, airampito, kiwilllo, quihuicha, inca jataco, ataco, ataku, ccoyo, omici (quechua). Qamasa (aymara). kiwicha (Perú), achita [Perú (Ayacucho, Apurímac)], achis [Perú (Ancash)], coyo [Perú (Cajamarca)], coimi (Bolivia), millmi (Argentina), sangoracha, ataqo (Ecuador), Amaranto de cauda (en portugués), Amaranth, love-lies-bleeding, red hotcattail, bushgreen (en inglés) y Amarante caudeé (en francés).

Sumar (1993) menciona los nombres vulgares: “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” (noroeste de Argentina), “quinua” y “quinua del valle” (Argentina).

1.4. MORFOLOGÍA DE LA ACHITA

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

Mujica y Quillihuaman (1989) mencionan que la emergencia ocurre de los 8 a 15 días, dos hojas verdaderas (15-20 días), seis hojas verdaderas (30-45 días), ramificación (45-50 días), panojamiento (65-70 días), floración (95-105 días), grano lechoso (105-120 días), grano pastoso (120-140 días) y madurez fisiológica (140-170 días) después de la siembra.

National Academy Press (1990) EL Hábito de crecimiento varían de postrado a erecto de ramificado a sin ramificar, los colores de la hoja y del tallo van de rojo a verde, con una variedades de colores intermedios, y las semillas presentan colores que van del negro al blanco.

1.4.1. Raíz

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

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

1.4.2. Tallo

León (1964) y Sumar (1993) describe que la achita posee tallo generalmente fibrosos, con fibras elásticas y esponjosas, que le permiten ceder sin romperse a la presión de los vientos fuertes. El color varía de acuerdo al ecotipo, entre el verde claro y el encarnado.

La altura de la planta se halla determinada por su eje principal. El tamaño total de la planta oscila entre los 60 y 280 cm.

1.4.3. Hoja

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

Tapia (1990) sostienen que las hojas son pecioladas, sin estípulas de forma oval, elíptica, opuesta o alterna con nervaduras prominentes en el envés, lisa o poco pubescente de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero, de tamaño variable de 6.5-15 cm.

1.4.4. Inflorescencia

Sumar (1993) indica que la inflorescencia, llamada también panoja está constituida por agrupaciones de pequeñas flores llamados glomérulos a este conjunto se le denomina panoja; de longitud variable que van de 15 a 90 cm. y de colores variados como amarillo, rojo, purpura, dorado. Esta inflorescencia toma diferentes actitudes frente al tallo: Decumbentes en los ecotipos asilvestrados, semierecto y erecto en las líneas y variedades desarrolladas recientemente.

La inflorescencia tiene formas y combinaciones de sí misma, como la amarantiforme con los amentos de dicasios (inflorescencia cimosa que terminando en una flor, se originan dos flores laterales por debajo de ésta, esta ramificación se puede repetir varias veces) compuestos y rectilíneos, dirigidos hacia arriba o hacia abajo, según sea la panoja erguida o decumbente y también en forma glomeruladas donde los amentos de dicasios se agrupan formando esferas del tamaño de una bola esférica.

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

La inflorescencia de acuerdo a su densidad se clasifica:

- b.1. Laxa:** Cuando los glomérulos insertos al raquis son bastante separados
- b.2. Intermedia:** Se caracteriza cuando los glomérulos insertos al raquis no están muy separados ni contiguas entre sí.
- b.3. Compactas:** Cuando los glomérulos insertos al raquis se encuentran bastante tupidos.

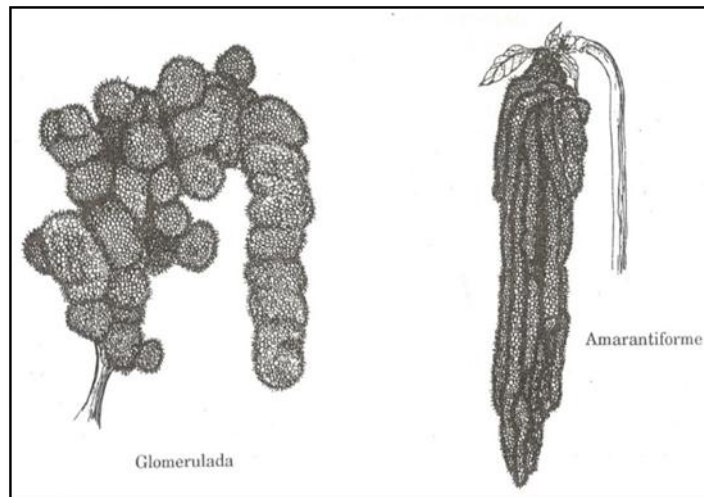
La inflorescencia es compuesta, sin flor terminal, de crecimiento apical, con flores axilares, terminales y cilindráceas, largamente pedunculadas y flexibles.

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

Tapia (1982) menciona que la inflorescencia ancestral tanto en quenopodiáceas como en amarantos es la glomerulada, la misma que es dominante sobre la amarantiforme, siendo esta última por lo tanto una mutante de la anterior. Algunas veces la inflorescencia toma un racimo perfecto debido a que los glomérulos son sueltos y los peciolos largos, señala que de acuerdo a la densidad de panoja pueden ser compactas o laxas, lo cual depende de la longitud de los ejes secundarios y de los pedicelos.

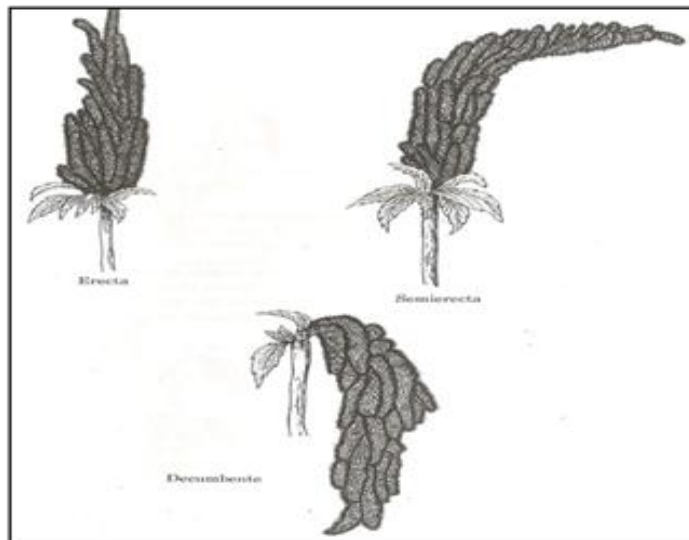
Tapia (1990) menciona que la típica inflorescencia de *Amaranthus caudatus* L. ha influido en su denominación, encontrándose en forma colgante, semejante a una cola. En algunas regiones se le denomina “moco de pavo” por esta forma. La inflorescencia es generalmente de un tamaño (0.50 a 0.90 m.) con formas y coloraciones muy variables.

La achita presenta una flor estaminada terminal en cada glomérulo y varias flores pistiladas. Las flores masculinas o estaminales presentan cinco estambres, con filamentos delgados y alargados que terminan en anteras que se abren en dos sacos. Las flores pistiladas tienen un ovario esférico, con un solo ovulo y tres ramas estigmáticas de diferentes tamaños y forma.



Fuente: FAO,(1997).

Figura 1.1. Forma de la inflorescencia



Fuente: FAO,(1997).

Figura 1.2. Actitud de la inflorescencia principal

1.4.5. Flores

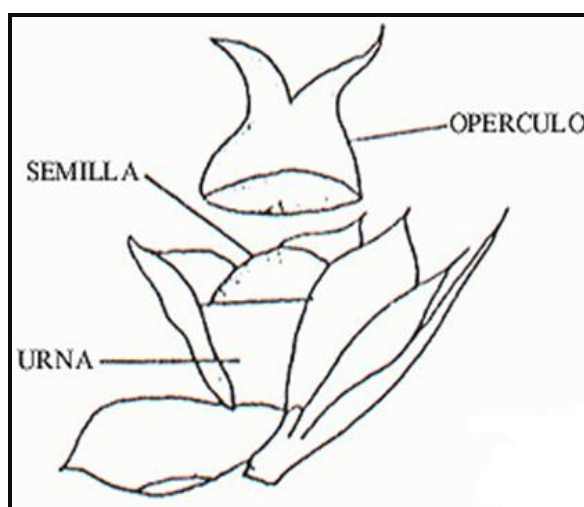
Mujica (2009) y León (1964) señala que el número de flores de cada uno de estos dicasios es variable, con flores masculinas y femeninas dispuestas en las inflorescencias en forma sésil o ligeramente pedunculada. Las flores estaminadas o pistiladas están compuestas de una bráctea externa y cinco sépalos 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 con un sólo 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-abovales, anchamente espatuladas con frecuencia casi orbicular en su mitad.

1.4.6. Fruto

Sumar (1993) afirma que el fruto es un pixidio (una capsula de dehiscencia transversal); las semillas elíptico-redondeadas, lisas de borde convexo o afilado, opacas o semi translucidos y de color diferente según el ecotipo: negras, castañas, blancas, blanco rosadas o blanco amarillentas, de 1 a 1.3 mm de diámetro por 0.5 a 0.8 mm de espesor.

Nieto (1990) afirma el fruto es un pixidio unilocular, es decir, una cápsula, que cuando madura presenta dehiscencia transversal, lo que facilita la caída de la semilla.



Fuente: FAO,(1997).

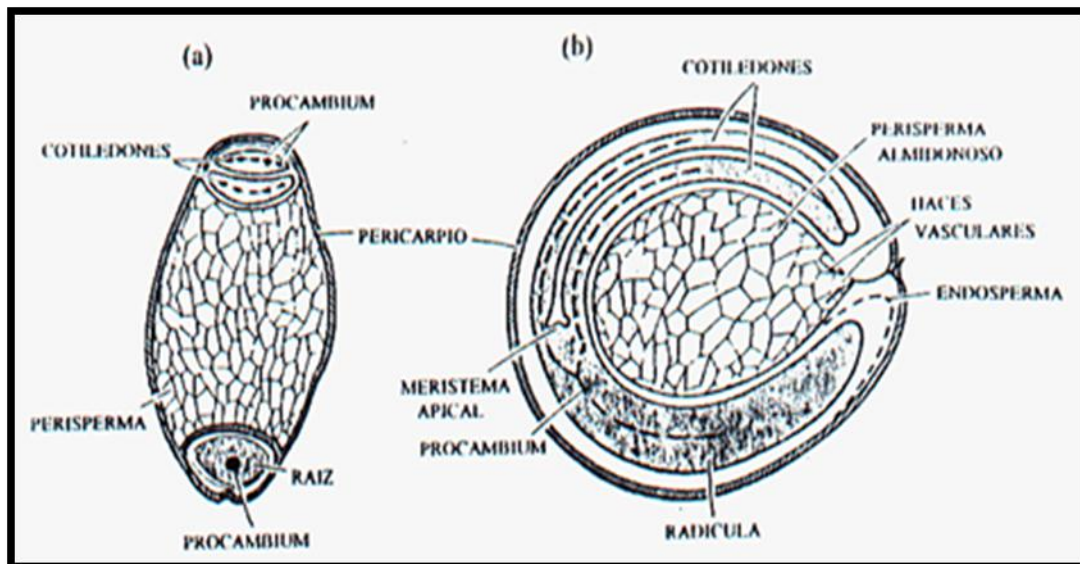
Figura 1.3. Pixidio unilocular del amaranto

1.4.7. Semilla

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

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

Sumar (1993) afirma que las semillas de la achita son elíptico redondeadas (lenticulares), lisas, de borde convexo o afilado, opacas o semi translúcidas, de color diferente según el ecotipo; negro, castaño, blanco, blanco rosado, blanco amarillento y dorado, de 1.0 a 1.3 mm de diámetro por 0.5 a 0.8 mm de espesor. Un gramo de semilla contiene aproximadamente de 800 a 1600 semillas.



Fuente: FAO,(1997).

Figura 1.4. Semilla de amaranto

1.5. FISIOLÓGÍA

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

1.5.1. Fase Fenológica

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

1.5.2. Emergencia: (VE)

Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm de

largo. Este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas.

1.5.3. Fase Vegetativa: (V1....Vn)

Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidos por lo menos 2 cm de largo. El primer nudo corresponde al estado V1 el segundo es V2 y así sucesivamente. A medida que las hojas basales senescen la cicatriz dejada en el tallo principal se utiliza para considerar el nudo que corresponda. La planta comienza a ramificarse en estado V4.

1.5.4. Fase Reproductiva (R1....Rn)

a) Inicio de panoja (R1)

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

b) Panoja (R2)

La panoja tiene al menos 2 cm de largo.

c) Término de panoja (R3)

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

d) Antesis (R4)

Al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible. Las flores hermafroditas, son las primeras en abrir y generalmente la antesis comienza desde el punto medio del eje central de la panoja hacia las ramificaciones laterales de esta misma. Este estado puede ser dividido en varios sub-estados, de acuerdo al porcentaje de flores del eje central de la panoja que han completado antesis. Por ejemplo si 20% de las flores del eje central han completado la antesis, el estado será R 4.2 y si es 50%, el estado correspondería a R 4.5.

e) Llenado de granos (R5)

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

- **Grano lechoso** Las semillas al ser presionadas entre los dedos, dejan salir un líquido lechoso.
- **Grano pastoso** Las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino.

f) Madurez fisiológica (R6)

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

g) Madurez de cosecha (R7)

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

1.6. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

1.6.1. Altitud

Monteros (1994) afirma que el rango de adaptación para la achita va desde el nivel del mar hasta los 2800 m de altitud, sin embargo las especies que mejor comportamiento presentan a altitudes superiores de 1000 m son *A. caudatus* y *A. quitensis*.

Tapia (1990) las especies de amaranto se adaptan bien a las condiciones de la zona agroecológica Quechua, es decir a aquella en que se cultiva mayoritariamente el maíz amiláceo, entre los 2700 a 3200 m.s.n.m, caracterizada por un clima templado.

Perú Ecológico (2009) la Achita parece ser la única especie del género *Amaranthus*, que prospera en alturas mayores a 2,500 msnm. En los Andes, desarrolla mejor entre 1,500 y 3,600 msnm. Algunas variedades han sido cultivadas con éxito a nivel del mar en las cercanías de Lima.

1.6.2. Temperatura

Sumar (1993) afirma que la temperatura del suelo, óptima para la germinación de la achita, es de alrededor de 18°C a 24°C; temperatura que se alcanza por lo general a

partir de la primera semana de octubre. Temperaturas inferiores a esta inhiben la germinación o el crecimiento de la plántula y es tan lento el proceso que puede provocar exasperación en los agricultores. Así mismo las malezas, por su gran rango de adaptación a los climas, germinan y desarrollan rápidamente a temperaturas del suelo inferiores a 16°C, por lo que suelen “ahogar” a las plántulas.

Monteros (1994) menciona que en general todas las especies crecen mejor cuando la temperatura promedio no es inferior a 15°C y temperaturas de 18° a 24°C parecen ser las óptimas para el cultivo.

1.6.3. Precipitación

Sumar (1993) afirma que las exigencias de precipitaciones pluviales que tiene la achita varía notablemente y dependen del suelo, la temperatura atmosférica y la precocidad de la planta. Las variedades de maduración temprana necesitan como mínimo 450 mm de precipitaciones pluviales durante su periodo vegetativo. Los diferentes ecotipos de achita reciben en su región de (Perú y Bolivia) entre 300 y 800 mm de lluvia. El periodo en que la planta requiere mayor cantidad de agua es durante la formación de las flores y frutos. Si en este periodo se presenta una sequía, el rendimiento desciende sensiblemente.

Perú ecológico (2011) los requerimientos de humedad varían de 400-800 mm, sin embargo se obtienen producciones aceptables con 250 mm; puede tolerar períodos de sequía después del establecimiento de la planta. Se han observado cultivos en zonas con 1 000 mm de precipitación anual.

1.6.4. Suelo

Mujica (2009) y Nieto (1990) el suelo Franco (Arenoso y arcilloso), con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje. Aunque puede adaptarse a una amplia gama. Tolerancia a la salinidad y que también prosperan en suelos con altos niveles de aluminio (suelos ácidos). pH (5.5 a 7.5) y EL pH ideal es de 6.7. La achita crece con un amplio margen de pH.

Sumar (1993) afirma el óptimo crecimiento de la achita el suelo debe cumplir con las siguientes exigencias:

La achita crece satisfactoriamente sobre suelos con un amplio margen de pH. Como otros cultivos, este puede producir los mejores rendimientos con márgenes de pH entre 6.20 y 7.80, debido a que en estas condiciones algunos factores del suelo que inciden en la producción están cerca de lo óptimo.

1.6.5. Fotoperiodo

Sumar (1993) afirma que la achita es una especie propia de zonas con días cortos, usualmente florece y forma frutos cuando la longitud del día está entre 10 y 11 horas luz. Sin embargo hay cultivares que florecen con un fotoperiodo de 12 a 16 horas.

1.7. ASPECTOS PRINCIPALES DE MANEJO DEL CULTIVO

1.7.1. 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 como para permitir que las semillas tenga buen contacto el germine y emerjan sin dificultad.

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

1.7.2. Densidad de Siembra

Tapia (1982) menciona que las necesidades de semilla por hectárea, son mucho menores de 2 a 3 kg.

1.7.3. Siembra

La achita puede multiplicarse de varios procedimientos, el más principal es por la siembra directa que el trasplante:

a. Siembra directa

Nieto (1990) es evidente que la siembra directa es mucho más fácil y rápida que el trasplante y requiere menos trabajo. Sin embargo la cantidad de semilla que se utiliza es

mayor, y la lucha contra las malas hierbas adquiere más importancia que en el caso del trasplante.

b. Preparación de la semilla.

Nieto (1990) para la siembra se debe utilizar semilla sana, limpia y de un elevado poder germinativo, para ello se debe utilizar preferentemente la semilla certificada que ofrecen los semilleristas.

c. Época de siembra

Nieto (1990) en los valles interandinos ubicados entre los 2600 a 3000 m.s.n.m. y que cuentan con agua de riego, se recomienda efectuar la siembra directa durante el mes de octubre, mes en el cual el suelo se calienta entre 16 °C y 18 °C. En la costa del Perú, la mejor época para la siembra de la achita es entre los meses de noviembre y diciembre.

d. Profundidad de siembra

La semilla debe colocarse casi superficialmente (0,5 a 1.0 cm de profundidad), cubriéndose con una ligera capa de tierra empleando el rastrillo o con un manojo de ramas con espinos gruesos, que se arrastran por el suelo tapando la semilla, de preferencia ramas

Nieto (1990) 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.

1.7.4. Abonamiento y fertilización

Estrada (2010) recomienda niveles de 80–60–40 de N, P₂O₅, K₂O por hectárea que equivale a tres sacos y medio de urea, dos y medio de superfosfato triple de calcio, y 67 kg de cloruro de potasio. También es recomendable agregar 6 t/ha de estiércol bien pasmado.

1.7.5. Desahije

Estrada (2010) cuando la siembra es directa se debe eliminar las plantas débiles y pequeñas, dejando las vigorosas de 15 a 25 plantas por metro lineal para favorecer el

mejor crecimiento y desarrollo.

Pacheco (2009) afirma que el desahije 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.

Monteros (1994) menciona que es conveniente realizar el desahije, para dejar el número adecuado de plantas por unidad de superficie. Se recomienda dejar entre 20 y 30 plantas por m²

1.7.6. 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.

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

1.7.7. Aporque

Pacheco (2009) afirma que el aporque en la achita se debe realizar cuando las plantas tengan entre 25 a 30 cm. de altura, para evitar competencia con las malezas.

1.7.8. Cosecha y Trilla

INIA - Cusco (2011) se debe realizar posterior a la madurez fisiológica, aproximadamente después de 5 a 7 meses de la siembra, dependiendo de los cultivares y la localidad. La cosecha tiene cinco fases:

a) El corte o siega

A la madurez fisiológica se corta entre 10 a 15 cm por debajo de la panoja preferentemente en horas de la madrugada para evitar que se derrame el grano y se va colocando en gavillas pequeñas para su traslado al lugar de trilla.

b) Formación de parvas

Consiste en colocar las panojas en un mismo sentido y formando montículos donde completará su madurez y perderá humedad.

c) Trilla o azotado

Se realiza cuando las plantas están totalmente secas y el grano se puede desprender fácilmente. Es mecánica y se realiza a través del azote con palos y/o utilizando tracción animal.

d) Limpieza y venteo

Separar los granos de la broza aprovechando la corriente de aire; luego, se utiliza tamices o zarandas que permiten obtener la semilla limpia. El uso de trilladoras mecanizadas disminuye el esfuerzo en esta labor.

e) Secado y almacenamiento

Es recomendable almacenar cuando el grano alcanza 12% de humedad; esto se logra extendiendo el grano expuesto al sol durante un día; caso contrario se produce fermentaciones y amarillamiento que disminuye su valor comercial. El almacenamiento debe realizarse en lugares bien ventilados y secos de preferencia en costales de yute o tela.

1.7.9. Control de Enfermedades, Plagas y Malezas

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

1.7.9.1. Enfermedades causadas por hongos

a) Tizón del amaranto o alternariosis o atizonamiento del amaranto o kiwicha.-Es causado por *Alternaria spp*, produce lesiones necróticas con círculos concéntricos y un halo amarillento en las hojas y como consecuencia reduce fuertemente el vigor

de las plantas, en algunos casos puede atacar las inflorescencias, y en estados avanzados presenta manchas negras en las hojas.

- b) **Mancha negra del tallo.-** Enfermedad causada por *Macrophoma sp.*, muestra como síntomas manchas oscuras en la base del tallo, que lo ennegrece y estrangula, seguidamente avanza hacia la parte superior de la planta hasta que el tallo se debilite y doble en dos y como consecuencia se produce muerte de la planta.
- c) **Esclerotiniosis.-** Enfermedad causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, que ataca a gran parte de los órganos de la planta, produciendo lesiones de color marrón en el tallo e inflorescencias; en hojas produce clorosis y muerte.
- d) ***Fusarium sp.*** Que produce pudriciones en la base del tallo y raíz. Se observa en plantas aisladas.
- e) **Oidium** producida por *Erysiphe sp.*

INIA (2012) Para el control de las enfermedades causadas por hongos se recomienda utilizar semilla sana procedente de semilleros básicos, desinfectar la semilla con fungicidas; habiendo dado buenos resultados el carbendazim (Vitavax), utilizando por vía semi-húmeda a razón de 2.5 gramos de producto por kilogramo de semilla seleccionada. Para prevenir mayor incidencia del ataque de hongos, evitar el exceso de humedad en el suelo y eliminar plantas enfermas al inicio del ataque.

1.7.9.2.Plagas Insectiles

Estrada (2010) menciona como plagas comunes:

- Polilla de la kiwicha (*Eurisaca melanocampta* Myerick)
- Pulgones (*Myzus sp.*, *Macroshipum sp.*)
- Acchu- karhuas (*Epicauta sp.*)

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

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

1.7.10. Rendimiento y producción

En la **tabla 1.1** en condiciones de Canaán - Ayacucho, a 2750 msnm con siete colecciones de achita procedentes de la localidad de compañía obtuvo los siguientes rendimientos, **Tenorio (1996)**, existe diferencia en cada colección en cuanto al rendimiento desde 6719.8 – 3800 kg.ha⁻¹

Tabla 1.1. Rendimiento C.E. Canaán – Ayacucho – 1996. kg.ha⁻¹

ORDEN	COLECCIÓN	RENDIMIENTO (kg.ha ⁻¹)
01	Ecotipo rosado	6719.8
02	Achita morena	6299.3
03	Achita canela	6121.7
04	Ecotipo compañía 01	6021.3
05	Blanca real	5995.6
06	Ecotipo compañía 02	5538.1
07	Achita rosada	3803.3

Fuente. Tenorio (1996)

Tabla 1.2. Rendimiento promedio de los principales cultivos de la región Ayacucho. 2007 - 2016 (kg.ha⁻¹)

CULTIVO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Achita, kiwicha,	910	1,030	970	950	720	960	1,000	1,150	1,090	920
Tarhui	1,080	1,000	1,220	1,020	1,150	1,580	1,470	1,570	1,240	1,190
Maíz amiláceo	920	990	970	940	710	980	990	1,080	1,090	1,080
Quinua	880	980	950	950	740	1100	1,060	1,340	1,410	1,460
Trigo	1,050	1,100	1,100	1,010	790	1,120	1,070	1,160	1,240	1,160

Fuente: Dirección de información agraria y estudios económicos – DRA - Ayacucho

De la **tabla 1.2** en los últimos 10 años el rendimiento se mantuvo desde 900 hasta 1090 kg.ha⁻¹ en la región Ayacucho, en comparación con los cultivos citados hubo un ligero incremento con respecto a los años 2007 – 2016.

Tabla 1.3. Producción de los principales cultivos - Ayacucho. 2007 - 2016 (t.)

CULTIVOS	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Achita,	136	161	117	164	55	126	156	100	116	89
Kiwicha,										
Tarhui	3	24	139	114	326	774	682	680	459	578
maíz										
amiláceo	13,997	16,623	16,596	6,260	10,412	17,099	17,454	21,241	20,774	18,486
quinua	1,234	1,721	1,839	2,459	1,444	4,015	4,925	10,321	14,850	16,923
trigo	9,422	10,176	11,060	9,349	5,966	10,779	11,298	12,287	12 552	10,290

Fuente: Dirección de información agraria y estudios económicos - DRA-Ayacucho

De la **tabla 1.3** la producción de la achita tuvo un incremento hasta 164 t. y una caída de 89 t. en toda la región de Ayacucho manteniéndose su producción, en comparación con los cultivos citados tuvieron su incremento respectivo.

1.8. VALOR NUTRITIVO

INIA –Cusco (2011) y **Nieto (1990)** describe en su artículo que la proteína tiene un valor nutricional aceptable en la alimentación humana.

Tabla 1.4. Composición química de la semilla de amaranto (por 100 g de parte comestible y en base seca)

Característica	Unid	Cantidad
Proteína	g	14,0 a 16,0
Carbohidratos	g	71,8
Lípidos	g	6,1 - 8,1
Fibra	g	3,5 - 5,0
Cenizas	g	3,0 - 3,3
Energía	kcal	391
Calcio	mg	130 - 164
Fósforo	mg	530
Potasio	mg	800
Vitamina C	mg	1,5

Fuente. Nieto 1990

1.9. MEJORAMIENTO GENÉTICO

FAO (1997) los objetivos del mejoramiento están centrados por un lado a adaptar a los requerimientos de la agricultura moderna y procesos de transformación, entre estos tenemos alto rendimiento, corto período vegetativo, grano grande, con resistencia a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía, heladas y salinidad), alta proteína, maduración uniforme, indehiscencia de granos, plantas de tamaño reducido y uniforme, inflorescencia erecta, panoja única terminal y glomérulos concentrados; por otro lado tenemos la agricultura destinada a resolver problemas de las grandes poblaciones rurales (comunidades campesinas), o sea la agricultura de los andes que está dirigida a la seguridad de cosecha puesto que se siembra en condiciones difíciles de clima, suelo y recursos económicos; por ello es conveniente orientar dichos métodos de mejoramiento a ambos sectores productivos.

1.9.1. Genética

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

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

Murray (1938) y Kauffman (1992) sostienen que las especies cultivadas de amaranto de grano son monoicas. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas a partir de amaranto desarrolladas en ambiente aislado controlando la cantidad de polinización cruzada. Se han desarrollado líneas uniformes en solo unas generaciones de autopolinización y selección.

1.9.2. Componentes de Mejoramiento

a. La Heredabilidad

Pacheco (2009) cita que es la proporción genética de la variancia fenotípica entre individuos dentro de una población. Representa cuanto de la variabilidad genética, que no la vemos, se refleja por selección en el fenotipo que si lo vemos, se expresan en %. La heredabilidad es la expresión matemática que mide el progreso esperado de la selección. Su argumento principal es que el mejorador solo considera la heredabilidad.

1.9.3. Componentes de la Variancia

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

a) Cultivar o variedad agrícola

Poehlman y Allen (2005) definen al cultivar (variedad agrícola) como un grupo de plantas genéticamente similares, que en virtud de sus características estructurales y comportamiento se distingue de otros grupos de plantas genéticamente similares dentro de una especie. Como una unidad agronómica, el cultivar es bien conocido por los fitomejoradores que crean nuevos cultivares y por los seminotecnistas (investigadores que estudian la producción de semillas) y los agricultores que multiplican la semilla y cultivan los cultivares.

b) Mezcla varietal

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

c) Colecta de germoplasma

Poehlman y Allen (2005) menciona que es un paso inicial de un programa de mejoramiento genético que consiste en reunir un amplio surtido de germoplasma (cepas genéticas de origen diverso) de la especie deseada, buscando siempre conseguir los genes que contribuyan a mejorar el comportamiento. Los cultivares comerciales son

una fuente deseable de recursos genéticos útiles, salvo en los casos en que su uso está restringido por cuestiones de protección legal.

d) Selección

Poehlman y Allen (2005) Es la colección de un cultivar para el estudio experimental deseado con características similares de un cultivar.

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

1.9.5. Mejoramiento por selección masal

Allard (1980) manifiesta que, la selección masal es una forma de apareamiento al azar con selección. El fin de la selección masal es el aumento de la proporción de genotipos

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

Así mismo, manifiesta que, los cambios ocurridos en maíz, sirven para ilustrar un gran número de efectos de la selección masal sobre las poblaciones, incluyendo el efecto de la selección en el aspecto morfológico en la adaptación u en el rendimiento, así como la influencia de la hibridación intervarietal y de la reducción en el tamaño de las poblaciones. La selección masal puede en realidad modificar el tipo de planta, maduración, características del grano y otros caracteres que se pueden reconocer fácilmente. Además se sabe que la hibridación entre variedades tuvo su importancia para conseguir la variabilidad a partir del cual se seleccionaron nuevas variedades.

Tapia (1982) sostiene que, la selección masal es un procedimiento de selección en el que se seleccionan plantas individuales con características favorables y se mezcla su semilla para producir la siguiente generación. Se basa en la selección fenotípica, o sea, en la apariencia de la planta y en los caracteres particulares que puedan identificarse. Las plantas seleccionadas se cosechan generalmente sin controlar su polinización y se mezclan sin aprovechar el beneficio de la prueba de las progenies.

Este método, es uno de los más antiguos utilizado para el mejoramiento de las especies con polinización cruzada. Ha sido el procedimiento principal que ha utilizado para el mejoramiento del maíz, y fue puesto en práctica por el propio agricultor al seleccionar mazorcas para la siembra de la siguiente campaña. Aun cuando la selección se basa en el fenotipo, su objetivo es obtener una mayor frecuencia de genotipos sobresalientes dentro de la población.

1.9.6. Selección de líneas puras

Poehlman y Allen (2005) mencionan que una línea pura es una progenie que desciende únicamente por autopolinización de una planta homocigota. La selección de líneas puras es el procedimiento que consiste en aislar líneas puras a partir de una población mixta.

Un cultivar obtenido mediante selección de líneas puras es más uniforme que un cultivar obtenido por selección masal, ya que todas las plantas del cultivar tendrá el mismo genotipo.

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

1.9.7. Selección Recurrente

Poehlman y Allen (2005) mencionan que es un método de mejoramiento de la población diseñado para aumentar la frecuencia de alelos deseables para un carácter cuantitativo particular mediante entrecruzamientos frecuentes entre genotipos superiores dentro de la población. Se obtiene buenos resultados en plantas de polinización cruzada y en plantas autógamas tiene también similar resultado pero es muy trabajoso debido a que se debe realizar la polinización manual.

1.9.8. Hibridación

Larcher (1976) la hibridación en amaranto ofrece buenas perspectivas para lograr objetivos importantes en la producción, mayor tamaño de grano, resistencia a enfermedades, etc. y más aún para reunir en una sola variedad varios caracteres favorables. Si deseamos obtener una variedad de grano grande y hábito de crecimiento semi erecto y único forzosamente tenemos que recurrir a la hibridación, ya que estos caracteres se encuentran en diferentes especies, cultivares o razas y de diferentes ambientes. sin embargo al parecer no existe heterosis intraespecífica. A pesar de que el gran número de flores pequeñas implica que la hibridación sea un método que consume mucho tiempo, ya se tiene una buena alternativa en la emasculación manual.

Kulakow y Jain (2011) es conveniente emplear marcadores genéticos para diferenciar la progenie producto de la cruce o autofecundación indeseada, entre estos marcadores tenemos el color de planta, color de fruto, forma de la inflorescencia característica de la panoja y otras características dominantes.

Se recomienda seleccionar adecuadamente el material que servirá como progenitor para asegurar el éxito de los cruzamientos, puesto que es difícil encontrar los caracteres que

se desea combinar en el material existente, debiéndose estudiarse detenidamente el material disponible que se usará como progenitor; para ello es necesario conocer la heredabilidad de los principales caracteres y correlaciones de los caracteres de los padres. Dentro de los métodos de mejoramiento por hibridación tenemos:

a) Hibridación con selección masiva

FAO (1997) este método consiste en cruzar dos progenitores debidamente seleccionados y que posean las características que se desea juntar en una sola.

La semilla F1 proveniente de la crusa se siembra en una parcela debidamente espaciada y grande para obtener la generación F2, la semilla proveniente de la F2 se siembra en forma masiva hasta llegar a la generación F6, a partir de la cual se seleccionan plantas individuales que posean las características buscadas de los progenitores; luego se siembran las plantas seleccionadas en panojas por surco, seguidamente por selección entre familias de panojas por surco y dentro de las familias seleccionadas, se aumentan las líneas selectas; al siguiente año se efectúa ensayos de las líneas selectas y las sobresalientes se lanzan como variedades, como la homocigosis aumenta en cada generación, prácticamente en la F6 gran parte de las plantas serán homocigotas para un gran número de caracteres;

b) Hibridación con selección genealógica

FAO (1997) el método consiste en cruzar dos progenitores con caracteres que se desean juntar, la F1 se siembra en una parcela suficientemente grande para obtener una F2 la más numerosa posible y poder encontrar los caracteres fenotípicos de los padres.

En la F2 se seleccionan plantas individuales sobresalientes que muestren los caracteres fenotípicos objetivo del cruzamiento, las plantas individuales seleccionadas se siembran en panoja por surco para obtener la F3, en esta generación se seleccionan entre líneas y dentro de líneas, es decir se eliminan todas las líneas que no reúnen las características buscadas y dentro de las líneas selectas, se seleccionan plantas superiores para luego sembrarlas en panojas por surco de tal manera que se tengan líneas que provienen de una familia; las cuales deben ser debidamente identificadas.

En la F4 se efectúa la selección sobre las familias completas o sobre las líneas de una familia, se continúa en forma similar en la F5, en la F6 se aumenta las líneas selectas y posteriormente se efectúa el ensayo de líneas selectas en años y localidades.

c) Hibridación con cruza regresiva

FAO (1997) esta metodología de mejoramiento aún no se ha utilizado, sin embargo se considera una alternativa adecuada para obtener resistencia duradera a las principales enfermedades y plagas del amaranto; consiste en disponer inicialmente de una amplia variabilidad genética, el cual está presente en el banco de germoplasma, en éste caso del amaranto se tiene cerca de 1200 accesiones, dentro de los cuales existe variabilidad a la resistencia a la principal enfermedad, Sclerotiniosis, luego en campo se escogen los patotipos adecuados (aquellos que acoplen o infesten rápidamente con los genotipos) mostrando sintomatología característica, seleccionando aquellos patotipos que tengan mayor patogenicidad, los cuales debidamente purificados mediante cultivos monospóricos o su equivalente se seleccionan. Luego se procede a inocular con los patotipos seleccionados a todos los genotipos del germoplasma en el invernadero, seleccionando aquellos patodemos que hayan acoplado por lo menos con tres patotipos, con lo cual se eliminará la resistencia vertical, eliminando aquellas que no presenten síntomas de la enfermedad y aquellas que presenten síntomas severos de ataque.

Mujica (1994) una vez seleccionados los patodemos se procede a efectuar las cruza de preferencia recíprocas y obtener semillas híbridas; éstas se siembran y se seleccionan las que presenten menor sintomatología y daño de la enfermedad, recomendándose efectuar retrocruzas a ambos progenitores para ir acumulando genes de resistencia de ambos progenitores por ser este carácter de herencia cuantitativa, luego seguir seleccionando en presencia de genotipos susceptibles por varias generaciones hasta obtener la variedad con resistencia duradera a dicha enfermedad

1.9.9. Poliploidía

FAO (1997) la poliploidía es uno de los tipos de cambios cromosómicos más importantes en la evolución de las especies; o sea se refiere al incremento de los grupos de cromosomas en la especie. En la actualidad se calcula que del 30-35% de las plantas superiores presentan esta condición, incluyendo las especies cultivadas.

La ocurrencia de la poliploidía es de suma importancia en la evolución de las especies cultivadas, ya que por medio de la poliploidía seguida por la restauración de la fertilidad, se forman las variedades.

Siendo los mecanismos más importantes de poliploidía la autoploidía y la aloploidía que con frecuencia ocurre tanto en las especies silvestres como en las cultivadas.

La autoploidía ocurre durante el crecimiento vegetativo, al duplicarse el grupo de cromosomas somáticos (diploide), que se reproduce mitóticamente y forma tejidos tetraploides; este nuevo número cromosómico puede perpetuarse a través de la reproducción sexual produciendo gametos diploides que al fecundarse restaurarían la condición tetraploide. La autoploidía también puede ocurrir por accidente durante la meiosis con reproducción de gametos con número cromosómico no reducido (diploide); al ocurrir la fertilización se forma una célula tetraploide y consecuentemente al dividirse da lugar a un organismo tetraploide.

La aloploidía, resulta de la hibridación con progenie estéril que se perpetúa vegetativamente y en la cual ocurre duplicación del grupo cromosómico con la consecuente restauración de la fertilidad.

1.9.10. Estabilidad del rendimiento

Espitia (1991) La estabilidad del rendimiento ha sido definida como la habilidad de los genotipos para resistir a los cambios del medio ambiente y mantener una menor interacción con este, llamado también amortiguamiento o estabilidad. La interacción del genotipo con el ambiente es de mucha importancia para el fitomejorador en la formación y desarrollo de variedades mejoradas de amaranto, puesto que al ser sembradas en ambientes diferentes su comportamiento y rendimiento varía.

1.10. GENÉTICA DE LA ACHITA

FAO (1997) La achita presenta amplia variación genética y diversidad de formas de la planta, desde erecta hasta completamente decumbente. Muestra gran variación en el color del grano, precocidad, contenido de proteína, tipos de panícula, adaptación a suelos, climas, precipitación, temperaturas, resistencia a enfermedades y contenido en

colorantes. La mayor variación genética se observa en los Andes (Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina). El porcentaje de alogamia varía entre el 10 y el 50 por ciento, incluso entre individuos de una misma población. El cruzamiento depende del viento, número de insectos polinizadores, producción de polen.

Kauffman (1983) menciona que el género Amarantho es un cultivo predominantemente de autopolinización con cantidades variables de alogamia. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas en ambiente aislado controlando la cantidad de polinización cruzada. Se han desarrollado líneas uniformes en solo unas generaciones de autopolinización y selección. Algunas de estas líneas están disponibles en programas de mejoramiento en las que pueden combinarse los caracteres útiles seleccionando del germoplasma reunido. Se han documentado las técnicas básicas para la emasculación y polinización.

León (1964) afirma haciendo referencia a las investigaciones de Takagi y Grant. Citadas para esta especie $2n:32$, 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.

Las especies monoicas como el *amaranthus* 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 glómérulo es estimada y el resto son pistilada.

La achita es una especie que se considera polígama desde el punto de vista del lugar donde se forma los gametos, estas se caracterizan por que poseen en una misma planta flores hermafroditas y flores unisexuales masculinas y femeninas. La estructura de las poblaciones presentan una gran variabilidad, siempre existe intercambio de semillas entre localidades adyacentes, por lo tanto es frecuente que los cultivares se siembren a través del amplio rango geográfico con evidentes variantes poblacionales; sin embargo las formas cultivadas e inclusive sus sistemas agrícolas pueden diferir de una comunidad a otra. En conclusión dentro de un cultivo se presenta diferencias poblacionales que depende de la topografía, altitud, clima y tipos de suelo, así como de las complejas interrelaciones entre factores genéticos, ecológicos e históricos.

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

- Tamaño de planta reducido con panoja grande, compacta y erecta puesto que la planta es alta, y hay que seleccionar y reducir la tendadura o acame.
- Plantas de corto periodo vegetativo y maduración rápida puesto que a más tiempo permanece la planta en el campo más susceptible a daños causados por agentes bióticos y abióticos.
- Plantas con 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 presentan uniformidad de maduración de granos en la misma panoja, puesto que les da 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 dificultad de cosecha mecanizada.
- Plantas que presentan 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.
- Plantas con alta calidad alimenticia. En los materiales genéticos se ha observado diferentes contenidos de proteína y cualidades nutritivas, así como facilidad de reventado o molienda.
- Plantas que reúnan las características y necesidades de los procesados de alimentos y agroindustriales.
- Plantas que presentan resistencia al ataque de plagas y enfermedades siendo este objetivo de mediano y a largo plazo.

Mujica (1994) el amaranto tiene una amplia diversidad y variabilidad genética, mostrando diversidad en 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 suelo, diferentes pH, pisos ecológicos, horas luz plagas y enfermedades.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se ejecutó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; geográficamente se ubica a $13^{\circ}10'09''$ Latitud Sur y $74^{\circ}12'82''$ Longitud Oeste, a una altitud de 2735 msnm 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).

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.2.1. Análisis químico y físico del suelo

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, el análisis de suelo se realizó en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias en el Programa de Investigación Pastos y Ganadería en el laboratorio de suelos “**Nicolás Roulet**”.

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 mezcladas y cuarteadas para formar la muestra representativa, compuesta de 0.5 kg., cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.1

Tabla 2.1. Análisis físico - químico de suelo del Centro Experimental del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA – Ayacucho) 2735 msnm.

	COMPONENTES	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICOS	Materia orgánica (%)	1.27	Pobre
	N total (%)	0.06	Pobre
	P disponible (ppm)	38.1	Alto
	K disponible (ppm)	289	Alto
	pH	7.50	Alcalino
FÍSICOS	Arena (%)	35.28	
	Limo (%)	16.85	
	Arcilla (%)	45.4	
	Clase textural	Franco arcilloso	

*interpretación basada en la guía de clasificación de los parámetros edáficos – Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

En la tabla 2.1 se observa que el pH 7.50 determinado en H₂O corresponde a un suelo de reacción alcalina; la interpretación de los resultados del análisis del suelo propuesto por el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, determina: La Materia Orgánica 1.27% corresponde a un suelo pobre; el Nitrógeno Total 0.06% corresponde a un suelo con contenido pobre; el Fósforo disponible con 38.1 ppm y el Potasio disponible con 289 ppm, que corresponde a un suelo con contenido alto. Asimismo, el suelo de acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a la clase textural Franco Arcilloso (**Ibáñez y Aguirre, 1983**).

2.2.2. Condición meteorológica

Los datos climáticos fueron tomados de la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMI) – INIA- Ayacucho, ubicada a una altitud de 2735 msnm. Latitud Sur de 13°10'09" y Longitud Oeste de 74°12'82".

El presente trabajo de investigación, se realizó durante los meses de Febrero del 2011 (mes donde de la siembra del experimento) hasta el mes de Junio del 2011 (mes de la cosecha), por lo que se mantuvo bajo precipitaciones pluviales en los primeros estadios de crecimiento, y en los meses de abril, mayo y junio hubo déficit de humedad, por lo que fue necesario el riego. El balance hídrico se realizó el método de la ONERN, con lo cual se determinó los meses de exceso y déficit de humedad.

Tabla 2.2. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico - campaña agrícola 2010 – 2011, Canaán – Ayacucho

Distrito : Ayacucho Altitud : 2735 m.s.n.m
 Provincia : Huamanga Latitud : 13°10'0.14"
 Departamento : Ayacucho Longitud : 74°12'21.98"

AÑO	2010						2011							
MESES	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL	MEDIA
T° MAX (°C)	25.3	25.8	26.7	25.6	22.6	23.6	20.4	22.6	23.6	24	23.8	24.6		24
T° MIN (°C)	8.1	9.5	9	11	8.4	11.2	10.6	9.6	7.6	6.1	9.3	7.9		9
T° MED. (°C)	16.7	17.6	17.8	18.3	15.5	17.4	15.5	16.1	15.6	15.1	16.6	16.2		16.5
FACTOR MENSUAL PARA ETP	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96		
PRECIPITACIÓN (mm)	21.9	66.7	27.4	103.7	125	192	134	46.6	14.1	0.3	12	0.9	744.3	
EVAPOTRANSPIRACI ÓN POTENCIAL	80	87.3	85.6	90.77	76.9	78	76.8	77.4	77.3	72.3	82.1	80.6	965	
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77		
EVAPOTRANSPIRACI ÓN CORREGIDA (mm)	61.6	67.2	65.9	69.9	59.2	60	59.2	59.6	59.5	55.6	63.2	62		
EXCESO DE HUMEDAD EN EL SUELO (mm)				33.8	65.6	132	75.1							
DEFICIT DE HUMEDAD EN ELSUELO (mm)	-40	-0.5	-38.5					-13	-45.4	-55.3	-51.2	-61.1		

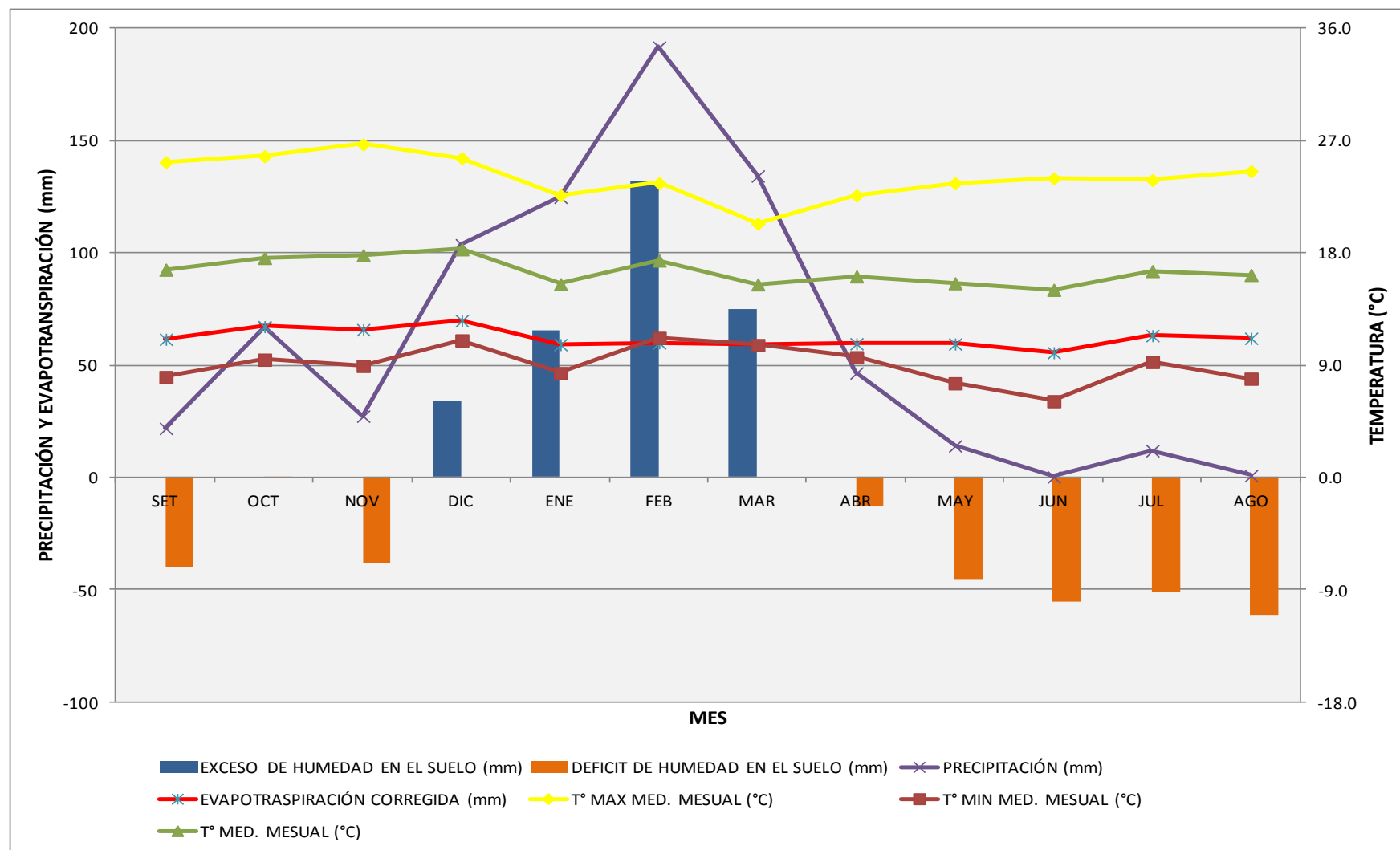


Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico - campaña agrícola 2010 - 2011, Canaán – Ayacucho

De acuerdo a la **tabla 2.2** la temperatura promedio fue de 16 °C donde fue favorable para el cultivo, la humedad en el suelo y precipitación donde se incrementaron en los meses de enero, febrero (fecha de siembra) y marzo (inicio de la ramificación), disminuyendo así en los meses de abril, mayo y junio el déficit de humedad y las precipitaciones, siendo necesario el aporte de agua de riego para cubrir los requerimientos del cultivo. También se describe que la temperatura fue favorable con promedio (enero – julio, año 2011) fue 16 °C.

2.2.3. Material genético

El material genético fue colectado por el Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos, del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria - INIA, está compuesto de colecciones de achita de diferentes lugares de la región de poblaciones de achita panoja rosada semi erecta de grano de color conformado de 05 colecciones y 15 familias de medios hermanos para su evaluación.

Los 15 medios hermanos se combinan entre si para obtener un Compuesto Racial (C.R) que hacen plantas macho y las 15 familias individuales como plantas hembras y estas sembrarlo intercaladamente.

Las colecciones de kiwicha se determinaran en abreviados en CKA, colección kiwicha Ayacucho, para la evaluación y selección del cultivar.

Tabla 2.3. Origen de los materiales del experimento 15 selecciones y 05 cultivares.

TRATAMIENTO	FAMILIA	CULTIVAR	PROCEDENCIA		
			Localidad	Distrito	Provincia
T1	CKA-084-1	CKA-084	Suso	Acosvinchos	Huamanga
T2	CKA-084-2				
T3	CKA-085-1	CKA-085	Suso	Acosvinchos	Huamanga
T4	CKA-085-2				
T5	CKA-085-3				
T6	CKA-085-4				
T7	CKA-087-1	CKA-087	Iguain	Iguain	Huanta
T8	CKA-087-2				
T9	CKA-088-1	CKA-088	Ichopata	Huamanguilla	Huamanga
T10	CKA-088-2				
T11	CKA-088-3				
T12	CKA-089-1	CKA-089	Iguain	Iguain	Huanta
T13	CKA-089-2				
T14	CKA-089-3				
T15	CKA-089-4				

CKA (colección kiwicha Ayacucho) – Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA-Ayacucho 2011

2.2.4. Unidad experimental

El presente trabajo experimental estuvo conformada de una planta de achita, para tal propósito se instalaron plantas sembradas en 1 surco de 5m de largo, 0.80 m de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 4 kg ha^{-1} , realizando el desahije de 15 a 20 plantas por metro lineal.

2.2.5. Descripción del campo experimental

Las características del campo experimental se detallan a continuación:

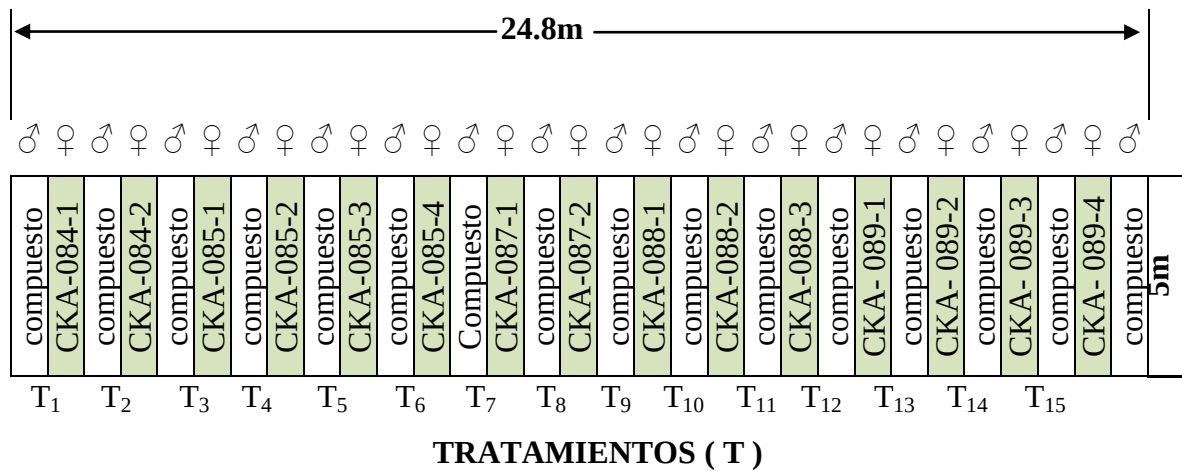
a. Bloques

- Numero de bloques : 1
- Largo de bloques : 24.8 m
- Ancho de bloques : 5.0 m
- Área del Bloque : 124 m^2

b. Parcela o unidad experimental

- Numero de parcelas por bloque : 31 (15 parcelas de hembras ♀ y 16 parcelas de macho ♂)
- Número total de parcelas : 31
- Largo de parcelas : 5.0m
- Ancho de parcelas : 0.8m
- Área de parcela : 4.0 m²

Tabla 2.4 Croquis del campo experimental



2.2.6. Tamaño de la muestra

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

Tamaño de muestra para caracteres cualitativos

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

Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos

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

Dónde:

- N = Tamaño de la población
- σ^2 = Variancia 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

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

2.2.7. Parámetros de evaluación

2.2.7.1. Caracterización morfológica

Para el presente trabajo de investigación se utilizó los descriptores proporcionados por el IBPGR (Centro Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales) de caracterización para la achita, elaborado por el Dr. S. K. Jain Range of Science Department, University of California, USA. Se escogieron 10 plantas al azar (por parcela) y se determinaron los siguientes criterios: describiéndose en el ANEXO 01.

2.2.7.2. 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 los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las dos hojas verdaderas.
- **Días al estado de cuatro hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las cuatro hojas verdaderas.
- **Días al estado de seis hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas presentaron las seis hojas verdaderas.
- **Días a la ramificación.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plántulas se observaron

ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.

- **Días al panojamiento.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron la inflorescencia que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; y cuando se puedan observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados.
- **Días a la floración.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron flores.
- **Días al estado de grano lechoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja y que al ser presionados explotaron dejando salir un líquido lechoso.
- **Días al estado de grano pastoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron las semillas que al ser presionados presentaron una consistencia pastosa de color blanquecino.
- **Días a la Madurez fisiológica.** Se registró los días transcurridos entre la fecha de la siembra y cuando el 50 % + 1 de plantas presentaron madurez fisiológica, el cambio de color de la panoja fue el indicador utilizado. En panojas verdes, cambiaron de color verde a amarillo oro.
- **Días a la cosecha.** Se tomó en cuenta el número de días desde la siembra hasta la cosecha; cuando las semillas son duras y no es posible enterrarles la uña. Al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen.

2.2.7.3. Caracteres de productividad

Las siguientes observaciones se realizaron en 10 plantas seleccionadas igualmente competitivas con características favorables para el presente trabajo de investigación, que fueron tomadas de los surcos centrales.

- **Altura de planta (cm).** Este parámetro se evaluó en la madurez fisiológica, desde cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.
- **Longitud de la panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica desde la base al ápice de la panoja

- **Diámetro de panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica, la parte más ancha de la panoja.
- **Tamaño de grano (mm).** Se procedió a evaluar diez granos por cultivar con la ayuda de un vernier.
- **Peso de grano/panoja (g).** Luego de la trilla de las panojas cosechadas por separado se registró el peso de grano por panoja con la ayuda de balanza analítica de precisión en los ambientes del Programa de Cultivos Andinos –INIA.
- **Peso de 1000 semillas (g).** Se tomaron 3 repeticiones del peso de 500 semillas por cultivar, luego fueron expresadas en peso de 1000 semillas con regla de tres simple.
- **Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).** En este caso se determinó el peso total de grano limpio de achita mediante el peso total de granos libres de impurezas de cada una de las parcelas, y se calculó el rendimiento por una hectárea con regla de tres simple.

2.2.8. Análisis Genético

2.2.8.1. Selección de 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:

- a. calculo de la suma de cuadrados de la regresión de todo el modelo (incluye todas las variables independientes).
- b. Calculo de la suma de cuadrados de la regresión con la variable independiente más importante.
- c. Calculo de la suma de cuadrados de la regresión con las variables restantes por diferencia del modelo total y la variable más importante.

2.2.8.2. Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección

Esquema del análisis de la variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Cultivar	5	CMc
Error	99	CMe
Total	104	

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

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

Variancia fenotípica= Variancia ambiental + variancia genética

a. Cálculo de la heredabilidad

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

Donde:

h^2 = Heredabilidad

σ_g^2 = Variancia genética

σ_e^2 = Variancia ambiental

r = Número de repeticiones

b. La ganancia por selección

Se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula

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

Donde:

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

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

h^2 =heredabilidad

2.2.9. Análisis estadístico

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

2.2.10. Instalación y conducción del experimento

2.2.10.1. Preparación de terreno

La preparación del terreno se realizó el 5 de febrero del 2011, con una pasada de arado de discos y dos pasadas de rastra en forma cruzada dejando el terreno desterronado, mullido y nivelado.

2.2.10.2. Delimitación del campo experimental

Se delimitó mediante el estacado y marcado el 12 de febrero del 2011, de acuerdo al croquis del campo experimental, con estacas en cada esquina y Los surcos estuvieron distanciados a 80 cm.

2.2.10.3. Desinfección de las semillas

Se realizó la desinfección días antes de la siembra en las cuales fueron desinfectadas con el producto VITAVAX (para chupadera) bajo una dosis de 5 gr.kg^{-1} . Para la realización de esta labor se utilizó un recipiente pequeño de plástico con agua, donde se procedió a humedecer las semillas para luego espolvorear el producto removiendo constantemente hasta lograr que el producto cubra las semillas por completo, para finalmente llevar a orear al sol durante dos a tres minutos.

2.2.10.4. Abonamiento

La aplicación de fertilizantes comerciales se realizó el 17 de febrero en el momento de la siembra, la fórmula de abonamiento calculado de acuerdo al análisis químico del suelo y su extracción del cultivo: 80-60-20 de N-P-K. Los fertilizantes requeridos fueron 127 kg de urea (45 % N), 130 kg fosfato di amónico (46% P_2O_5 y 18 %N), 33 kg cloruro de potasio (60% K_2O), cálculo realizado en base a una hectárea. La mezcla se aplicó a chorro continuo en el fondo de los surcos en las parcelas experimentales

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 (P_2O_5) se aplicó todo a la siembra, lo mismo que el potasio (K_2O).

2.2.10.5. Siembra

La siembra se realizó el 17 de febrero de 2011 en forma manual, a chorro continuo en los surcos distribuidos en 31 surcos cada 0.8m en todas las unidades experimentales a una densidad de $4kg.ha^{-1}$ de semilla de achita. Luego se procedió a cubrir con una ligera capa de tierra.

2.2.10.6. Riego

El primer riego se realizó inmediatamente después del tapado de semilla, esta actividad se realizó cuidadosamente a cada surco con caudal bajo y lento en forma uniforme para evitar el arrastre de semillas, hasta que se sature el suelo. En el presente trabajo, el riego fue al 01, 07, 14, 21 días después de la siembra y cuando el cultivo lo requería posteriormente acompañado por las lluvias siendo necesario complementar con riegos en los diferentes estadios fenológicos del cultivo hasta alcanzar su madurez fisiológica.

2.2.10.7. Control de malezas

Se realizó el 11 de marzo a los 25 días después de la siembra (dds) en forma manual mediante el raspado utilizando herramientas de labranza, el segundo deshierbo se realizó el 31 de marzo a los 45 días después de la siembra (dds), también en forma manual. Este control se realiza con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo por luz, agua, nutrientes y espacio.

2.2.10.8. Desahije

Se realizó el 19 de marzo antes del aporque a los 33 días después de la siembra (dds), cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 cm., eliminando el exceso de las plantas dejando 16 plantas por metro lineal. Esta labor se aprovechó para eliminar las plantas atípicas.

2.2.10.9. Aporque

El aporque se realizó en forma manual el 26 de marzo, a los 37 días después de la siembra (dds) cuando las plantas alcanzaron la altura de 25 - 30 cm. Esta actividad se

aprovechó para la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno; procediéndose a cubrir la base de las plantas con cantidad suficiente de suelo, para un mayor sostenimiento y anclaje de las plantas. El segundo Aporque se realizó el 10 de Abril a los 52 días después de la siembra (dds).

2.2.10.10. Control fitosanitario

a) Enfermedades

Durante los primeras etapas del cultivo se tuvo problema de enfermedades fungosas como el más resaltante durante el trabajo de investigación fue el *Fusarium spp.* (manchas oscuras en los tallos), *Rhizoctonia solani* (la pudrición en la base del tallo y la raíz), lo cual se procedió a controlar con el producto RIDOMIL® GOLD MZ 68 WG (Metalaxyl-M), con una dosis de 36 gramos y un adherente de 5 cc para una mochila de 15 litros. Se realizó el control al momento de la emergencia, en el desahije y en el momento del aporque.

b) Plagas

En los primeros dos meses se detectaron los insectos coleópteros *diabrotica sp.* (cortan hojas y tallos) encontrándose esta desde la emergencia hasta los granos lechosos y la mosca minadora (*Liriomyza sativae*), lo cual se procedió a controlar en cuatro oportunidades con el producto CYPERKLIN 25 CE (*cipermetrina*) con una dosis de 15 cc y un adherente de 5 cc, para una mochila de 15 litros. Siendo las fechas de aplicación el 25 de febrero (8 días después de la siembra), 12 de marzo (23 días después de la siembra), 30 de marzo (41 días después de la siembra) y 13 de abril (55 días después de la siembra) del 2011.

2.2.10.11. Cosecha

La cosecha se realizó el día 25 de junio a los 130 días después de la siembra (dds) donde se procedió lo siguiente.

- Se realizó el corte de las panojas seleccionadas (10 panojas por parcela), en horas de la mañana para evitar la caída de los granos.
- El pesado individual de cada una de las 150 panojas seleccionadas.
- El secado de panojas por separado a plena luz del día para así tener el secado óptimo.
- El trillado o azotado manual para extraer el grano de la achita.

- Limpieza y venteado para separar las brozas e impurezas de los granos, realizándose el zarandeo para la obtención de la semilla.
- El secado de las semillas ya tamizadas y limpias a la luz del día, con la finalidad de evitar la pérdida de color y forma del grano de achita, para luego ser envasados en sobres para su almacenamiento.
- Luego se realizó la evaluación del peso de 1000 semillas, así mismo la se tomó el diámetro en milímetro (mm) con un vernier.

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

2.3. PROBLEMA

La variabilidad genética de la achita en las zonas de cultivo de nuestra región es mínima con una productividad baja alrededor 0.9 t.ha^{-1} (**DRA,2016**) de lo que constituye un riesgo de la disponibilidad de este cultivo y más aún el grano de color de episperma duro y en el reventado es difícil, por lo que es necesaria la diversificación con variedades de características aceptables por el productor y el mercado, teniendo en cuenta la buena calidad y buena aptitud productiva.

También se busca encontrar e incorporar una nueva variedad que tenga un buen rendimiento de producción de acuerdo a las condiciones medio ambientales de la zona, y sobre todo que esté al alcance del agricultor y que actualmente lo hace solamente con fines de autoconsumo, porque lamentablemente, su producción no es de lo óptimo en comparación con los rendimientos que se dan en variedades de otras regiones del país, puesto que genéticamente no está dotado para dar un buen rendimiento y aparte de ello es afectado por muchos factores externos como: deficiencia de agua, climas inapropiados, suelos deficientes en nutrientes, ataque de plagas, presencia de enfermedades y malezas, además de ello por los fenómenos adversos que se dan en cada campaña agrícola, como: las heladas, sequías y granizadas, todo ello complementada por los malos manejos que realizan los agricultores.

Lo que se puede definir con este problema es con la siguiente interrogante:

- ¿De qué manera las poblaciones varietales de achita grano de color contribuirá a mejorar la base genética y la productividad del grano en el cultivo de kiwicha?
- ¿Qué diferencias de rendimiento se verán en la comparación a las quince poblaciones varietales de acuerdo a las condiciones medio ambientales de la zona?
- ¿Existirá alguna composición varietal, que posea la característica deseable durante el mejoramiento genético?

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Las principales características de cada uno de los cultivares de achita evaluados en el presente trabajos se detallan a continuación (tablas y figuras del 3.1 al 3.15) La caracterización general de cada uno de los cultivares se presenta en el **Anexo 01**, según los descriptores del IBPGR (2010).

Las variables de estudio fueron la inflorescencia apical, posición de la inflorescencia apical, índice de densidad de la inflorescencia, color de la inflorescencia, color de la semilla, tipo de cubierta, forma de la semilla. son similares y se repite en las selecciones y las que se diferenciaron fueron la altura de planta, longitud de panoja, diámetro de la panoja, longitud de la hoja, ancho de la hoja, madurez fisiológica madurez de cosecha, peso de 1000 semillas, tamaño de grano, peso panoja, rendimiento.

3.1.1. CKA-084

Tabla 3.1: Características morfológicas de la selección **CKA-084-1**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 084
Familia	CKA - 084-1
Procedencia	Suso – Acosvinchos - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	117.0 cm
Longitud de panoja	29.3 cm
Diámetro de la panoja	7.1 cm
Longitud de la Hoja	11.1 cm
Ancho de la Hoja	6.3 cm
Forma de la inflorescencia apical	panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	Intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marrón café
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.412 gr
Tamaño de grano	0.855 mm
Peso Panoja	15.77 gr
Rendimiento	2,767 kg/ha



Figura 3.1.Madurez fisiológica del cultivar CKA-084-1



Figura 3.2 Semilla y Panoja del cultivar CKA-084-1

Tabla 3.2. Características morfológicas de la selección **CKA-084-2**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 084
Familia	CKA - 084-2
Procedencia	Suso – Acosvinchos - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	117.0 cm
Longitud de panoja	29.3 cm
Diámetro de la panoja	7.1 cm
Longitud de la Hoja	11.1 cm
Ancho de la Hoja	6.3 cm
Forma de la inflorescencia apical	panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marrón café
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.412 gr
Tamaño de grano	0.855 mm
Peso Panoja	15.77 gr
Rendimiento	2,767 kg/ha



Figura 3.3 Madurez fisiológica del cultivar CKA-084-2



Figura 3.4 Semilla y Panoja del cultivar CKA-084-2

3.1.2. CKA-085

Tabla 3.3. Características morfológicas de la selección **CKA-085-1**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 085
Familia	CKA - 085-1
Procedencia	Suso – Acosvinchos - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	124.5 cm
Longitud de panoja	27.2 cm
Diámetro de la panoja	8.4 cm
Longitud de la Hoja	11.2 cm
Ancho de la Hoja	6.1 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	Intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marrón café
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.510 gr
Tamaño de grano	0.960 mm
Peso Panoja	17.96 gr
Rendimiento	3,274 kg/ha



Figura 3.5 Madurez fisiologica del cultivar CKA-085-1



Figura 3.6 Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-1

Tabla 3.4: Características morfológicas de la selección **CKA-085-2**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 085
Familia	CKA - 085-2
Procedencia	Suso – Acosvinchos - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	114.0 cm
Longitud de panoja	30.5 cm
Diámetro de la panoja	7.2 cm
Longitud de la Hoja	9.8 cm
Ancho de la Hoja	4.7 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	negro brillante
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.437 gr
Tamaño de grano	0.902 mm
Peso Panoja	14.38 gr
Rendimiento	2.640 kg/ha



Figura 3.7 Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-2



Figura 3.8 Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-2

Tabla 3.5: Características morfológicas de la selección **CKA-085-3**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 085
Familia	CKA - 085-3
Procedencia	Suso – Acosvinchos - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	116.5 cm
Longitud de panoja	30.2 cm
Diámetro de la panoja	6.9 cm
Longitud de la Hoja	10.9 cm
Ancho de la Hoja	6.2 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado crema
Color de la Semilla	Negro opaco
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.461 gr
Tamaño de grano	0.898 mm
Peso Panoja	17.19 gr
Rendimiento	3,030 kg/ha



Figura 3.9 Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-3



Figura 3.10 Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-3

Tabla 3.6: Características morfológicas de la selección **CKA-085-4**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 085
Familia	CKA - 085-4
Procedencia	Suso – Acosvinchos - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	117.0 cm
Longitud de panoja	31.8 cm
Diámetro de la panoja	7.5 cm
Longitud de la Hoja	13.0 cm
Ancho de la Hoja	8.0 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado crema
Color de la Semilla	Negro brillante
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.417 gr
Tamaño de grano	0.870 mm
Peso Panoja	10.75 gr
Rendimiento	2,237 kg/ha



Figura 3.11 Madurez fisiológica del cultivar CKA-085-4



Figura 3.12 Semilla y Panoja del cultivar CKA-085-4

3.1.3. CKA-087

Tabla 3.7: Características morfológicas de la selección **CKA-087-1**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 087
Familia	CKA - 087-1
Procedencia	Iguain – Iguain - Huanta
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	109.3 cm
Longitud de panoja	28.4 cm
Diámetro de la panoja	6.7 cm
Longitud de la Hoja	10.8 cm
Ancho de la Hoja	7.7 cm
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Negro opaco
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.469 gr
Tamaño de grano	0.892 mm
Peso Panoja	9.38 gr
Rendimiento	1,974 kg/ha



Figura 3.13 Madurez fisiologica del cultivar CKA-087-1



Figura 3.14 Semilla y Panoja del cultivar CKA-087-1

Tabla 3.8: Características morfológicas de la selección **CKA-087-2**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 087
Familia	CKA - 087-2
Procedencia	Iguain – Iguain - Huanta
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	102.4 cm
Longitud de panoja	29.9 cm
Diámetro de la panoja	7.3 cm
Longitud de la Hoja	10.6 cm
Ancho de la Hoja	6.0 cm
Forma de la inflorescencia apical	Panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marron cafe
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.435 gr
Tamaño de grano	0.837 mm
Peso Panoja	9.62 gr
Rendimiento	2,078 kg/ha



Figura 3.15 Madurez fisiológica del cultivar CKA-087-2



Figura 3.16 Semilla y Panoja del cultivar CKA-087-2

3.1.4. CKA-088

Tabla 3.9: Características morfológicas de la selección **CKA-088-1**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 088
Familia	CKA - 088-1
Procedencia	Ichopata – huamanguilla - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	126.5 cm
Longitud de panoja	31.6 cm
Diámetro de la panoja	8.8 cm
Longitud de la Hoja	11.2 cm
Ancho de la Hoja	5.7 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	Intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marron cafe
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.482 gr
Tamaño de grano	0.886 mm
Peso Panoja	18.01 gr
Rendimiento	3,238 kg/ha



Figura 3.17 Madurez fisiologica del cultivar CKA-088-1



Figura 3.18 Semilla y Panoja del cultivar CKA-088-1

Tabla 3.10: Características morfológicas de la selección **CKA-088-2**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 088
Familia	CKA - 088-2
Procedencia	Ichopata – huamanguilla – Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	132.0 cm
Longitud de panoja	29.6 cm
Diámetro de la panoja	9.4 cm
Longitud de la Hoja	14.0 cm
Ancho de la Hoja	7.7 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	Intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marron cafe
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.449 gr
Tamaño de grano	0.865 mm
Peso Panoja	20.38 gr
Rendimiento	3,438 kg/ha



Figura 3.19 Madurez fisiológica del cultivar CKA-088-2



Figura3.20 Semilla y Panoja del cultivar CKA-088-2

Tabla 3.11: Características morfológicas de la selección **CKA-088-3**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 088
Familia	CKA - 088-3
Procedencia	Ichopata – huamanguilla - Huamanga
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	129.4 cm
Longitud de panoja	33.3 cm
Diámetro de la panoja	9.7 cm
Longitud de la Hoja	11.9 cm
Ancho de la Hoja	7.0 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	Intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Negro opaco
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	115 días
Madurez de cosecha	128 días
Peso de 1000 semillas	0.463 gr
Tamaño de grano	0.847 mm
Peso Panoja	14.88 gr
Rendimiento	2,727 kg/ha



Figura 3.21 Madurez fisiológica del cultivar CKA-088-3



Figura 3.22 Semilla y Panoja del cultivar CKA-088-3

3.1.5. CKA-089

Tabla 3.12: Características morfológicas de la selección **CKA-089-1**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 089
Familia	CKA - 089-1
Procedencia	Iguain – Iguain - huanta
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	114.9 cm
Longitud de panoja	31.0 cm
Diámetro de la panoja	7.4 cm
Longitud de la Hoja	11.7 cm
Ancho de la Hoja	7.1 cm
Forma de la inflorescencia apical	panoja con ramas pequeñas
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Negro brillante
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	120 días
Madurez de cosecha	130 días
Peso de 1000 semillas	0.404 gr
Tamaño de grano	0.900 mm
Peso Panoja	12.35 gr
Rendimiento	2,182 kg/ha



Figura 3.23 Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-1



Figura 3.24 Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-1

Tabla 3.13: Características morfológicas de la selección **CKA-089-2**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 089
Familia	CKA - 089-2
Procedencia	Iguain – Iguain - Huanta
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	109.3 cm
Longitud de panoja	28.6 cm
Diámetro de la panoja	7.5 cm
Longitud de la Hoja	11.1 cm
Ancho de la Hoja	7.0 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	Intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Negro brillante
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	120 días
Madurez de cosecha	130 días
Peso de 1000 semillas	0.436 gr
Tamaño de grano	0.841 mm
Peso Panoja	12.74 gr
Rendimiento	2,176 kg/ha



Figura 3.25 Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-2



Figura 3.26 Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-2

Tabla 3.14: Características morfológicas de la selección **CKA-089-3**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 089
Familia	CKA - 089-3
Procedencia	Iguain – Iguain - Huanta
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	114.3 cm
Longitud de panoja	28.6 cm
Diámetro de la panoja	7.3 cm
Longitud de la Hoja	11.7 cm
Ancho de la Hoja	6.8 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marron cafe
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	120 días
Madurez de cosecha	130 días
Peso de 1000 semillas	0.518 gr
Tamaño de grano	0.889 mm
Peso Panoja	14.16 gr
Rendimiento	2,576 kg/ha



Figura 3.27 Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-3



Figura 3.28 Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-3

Tabla 3.15: Características morfológicas de la selección **CKA-089-4**

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Población	CKA – 089
Familia	CKA - 089-4
Procedencia	Iguain – Iguain – Huanta
Habito de crecimiento	Erecto
Altura de Planta	116.4 cm
Longitud de panoja	28.2 cm
Diámetro de la panoja	9.0 cm
Longitud de la Hoja	12.1 cm
Ancho de la Hoja	6.8 cm
Forma de la inflorescencia apical	Densa
Posición de la inflorescencia apical	intermedia
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la Inflorescencia	Rosado
Color de la Semilla	Marron cafe
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la Semilla	Ovoide
Madurez fisiológica	120 días
Madurez de cosecha	130 días
Peso de 1000 semillas	0.419 gr
Tamaño de grano	0.869 mm
Peso Panoja	11.65 gr
Rendimiento	2,237 kg/ha



Figura 3.29 Madurez fisiológica del cultivar CKA-089-4



Figura 3.30 Semilla y Panoja del cultivar CKA-089-4

3.2. CARACTERÍSTICAS DE PRECOCIDAD

Tabla 3.16. Características de precocidad en días después de la siembra de 5 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) panoja rosada semi erecta. Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

Cultivar	Tratamiento	seleccion	dds emergencia	dds 2 hojas	dds 4 hojas	dds 6 hojas	dds Ramificacion	dds Panojamiento	dds Floracion	dds Grano lechoso	dds Grano pastoso	dds madurez fisiologica
CKA-084	T1	CKA-084-1	3	8	15	21	37	68	79	95	105	115
	T2	CKA-084-2	3	9	15	21	37	68	79	95	105	115
CKA-085	T3	CKA-085-1	2	7	14	21	37	68	79	95	105	115
	T4	CKA-085-2	2	7	14	21	37	68	79	95	105	115
	T5	CKA-085-3	2	8	15	20	37	68	79	95	105	115
	T6	CKA-085-4	2	8	15	20	37	68	79	95	105	115
CKA-087	T7	CKA-087-1	2	9	14	20	37	68	79	95	105	115
	T8	CKA-087-2	3	9	14	20	37	68	79	95	105	115
CKA-088	T9	CKA-088-1	2	7	14	21	37	68	79	95	105	115
	T10	CKA-088-2	2	7	14	21	37	68	79	95	105	115
	T11	CKA-088-3	3	7	14	21	37	68	79	95	105	115
CKA-089	T12	CKA-089-1	3	9	16	21	37	70	82	98	109	120
	T13	CKA-089-2	3	9	16	21	37	70	82	98	109	120
	T14	CKA-089-3	2	9	16	21	37	70	82	98	109	120
	T15	CKA-089-4	2	9	15	21	37	70	82	98	109	120

En la **tabla 3.16** se muestran los caracteres de precocidad de las 5 colecciones de achita donde se describe lo siguiente.

- En la etapa de emergencia, se desarrolló entre los 2 y 3 días después de la siembra (dds). Donde se describe que no hay diferencia significativa y que existe uniformidad en la fenología del cultivo.
- En la etapa de 02 hojas verdaderas se observaron que el CKA-089 y CKA-085, se desarrollaron a los 7 y 8 dds respectivamente y el CKA-084, CKA-087, CKA-089 se desarrollaron a los 8 y 9 dds respectivamente, etapas donde hay diferencias de 2 días de crecimiento fenológico.
- En la etapa de 04 hojas verdaderas se observaron que el CKA-088, CKA-087, CKA-085, se desarrollaron a los 14 dds, el CKA-084 se desarrolló a los 15 dds, el CKA-089 se desarrolló a los 16 días. Esta etapa esta diferenciado en 02 días de crecimiento fenológico.
- En la etapa de 06 hojas verdaderas se observaron que el CKA – 088, CKA-085, CKA-085, CKA-084, CKA-089, se desarrollaron a los 21 dds y el CKA-087 se desarrolló a los 20 dds. Esta etapa esta diferenciado en un día de crecimiento fenológico ya que son similares.
- En la etapa de ramificación los cultivares se desarrollaron a los 37 dds presentándose así la homogénea.
- En la etapa de panojamiento se observaron que el CKA – 088, CKA-085, CKA-085, CKA-084, CKA-087, se desarrollaron a los 68 dds y el CKA-089 se desarrolló a los 70 dds. Esta etapa esta diferenciado en 02 días de crecimiento fenológico.
- En la etapa de floración se observaron que el CKA – 088, CKA-085, CKA-085, CKA-084, CKA-087, se desarrollaron a los 79 dds y el CKA-089 se desarrolló a los 82 dds. Esta etapa esta diferenciado en 03 días de crecimiento fenológico de acuerdo a las características del cultivo y su rápido crecimiento. Al respecto **Avilés (1990)**, refiere que el periodo de plena floración comienza aproximadamente a los 3 meses después de la siembra.
- En la etapa de formación de grano lechoso se observaron que el CKA– 088, CKA-085, CKA-085, CKA-084, CKA-087, se desarrollaron a los 95 dds y el CKA-089 se desarrolló a los 98 dds. Esta etapa esta diferenciado en 03 días de crecimiento fenológico del cultivo y su rápido crecimiento.
- En la etapa de formación de grano pastoso se observaron que el CKA– 088, CKA-

085, CKA-085, CKA-084, CKA-087, se desarrollaron a los 105 dds y el CKA-089 se desarrolló a los 109 dds. Esta etapa esta diferenciado en 04 días de crecimiento fenológico del cultivo y su rápido crecimiento.

- En la etapa de madurez fisiológica se observaron que el CKA– 088, CKA-085, CKA-085, CKA-084, CKA-087, se desarrollaron a los 115 dds y el CKA-089 se desarrolló a los 120 dds. Esta etapa esta diferenciado en 05 días de crecimiento fenológico de acuerdo a las características del cultivo y su rápido crecimiento. **Tenorio (1996)** quien reportó que la colección blanca real es el más precoz al llegar a la madurez fisiología en 127 días y la achita rosada fue el más tardío con 145 días.

Mujica y Quillihuamán (1989) mencionan que la emergencia se presentó a los 8 a 15 días, dos hojas verdaderas (15-20 días), seis hojas verdaderas (30-45 días), ramificación (45-50 días), panojamiento (65-70 días), floración (95-105 días), grano lechoso (105-120 días), grano pastoso (120-140 días) y madurez fisiológica (140-170 días) dds. En comparación con el trabajo de investigación los estados fenológicos son de corto periodo vegetativo y favorable para el presente experimento.

De la cruz (2014) menciona en su trabajo de investigación que la madurez fisiológica alcanzo a los 112-114 días después de la siembra. Este se asemeja al presente trabajo de investigación. Esto debido a la cercanía de las colecciones de muestra para su estudio.

Cabrera (2012) menciona en su trabajo de investigación Los 10 cultivares llegaron de forma uniforme al estado de madurez fisiológica a los 125 después de la siembra, son similares al trabajo de investigación.

De la cruz (2015), En su trabajo de investigación la madurez fisiológica en sus 14 cultivares fueron de 127y 129 días después de la siembra. Las colecciones se realizaron en diferentes partes de la región de Ayacucho aun así estos resultados se asemejan al presente trabajo de investigación

3.3. CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

En la **tabla 3.17** nos permite analizar los caracteres de productividad; mediante los cuadrados medios para cada carácter evaluado. Si observamos los datos se observa que existe una diferencia significativa alta en los parámetros evaluados de; altura de planta,

diámetro de panoja, peso de panoja, peso de mil semillas, tamaño de grano y rendimiento experimental de grano, en dichas variables hay por lo menos un promedio de los tratamientos que se diferencia de los otros ; por lo que se realizó la prueba de contraste de Tukey (0.05) para establecer las diferencias o semejanzas entre los diferentes promedios de los caracteres evaluados de los cultivares en estudio y las selecciones.

Tabla 3.17. Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm- Ayacucho

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios						
		Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000 semillas	Tamaño de semilla	Rendimiento
Selección	14	627.96 **	26.58	8.97 **	893.66 **	0.0112 **	0.011 **	2.635 **
Cultivar	4	1883.49 **	30.57	20.57 **	2199.81 **	0.0056 **	0.0171 **	4.455 **
Error	120	118.41	29.26	2.42	389.04	0.0013	0.0003	1.024
Total	134							
CV(%)		9.21	17.97	19.3	36.72	8.12	2.06	31.01
Promedio		118.19	30.11	8.06	53.71	0.45	0.88	3.26

3.3.1. Altura de planta

En la **tabla 3.18** se observa los tratamientos de los cultivares T₁₀ (CKA-088-2), T₁₁ (CKA-088-3), T₉ (CKA-088-1), T₂ (CKA-084-2), T₃ (CKA-085-1) alcanzaron mayor altura con 131.6, 129.3, 126.3, 126.0, 124.1 cm. respectivamente, seguido de los cultivares T₁ (CKA-084-1), T₅ (CKA-085-3), T₆ (CKA-085-4), T₁₅ (CKA-089-4), T₄ (CKA-085-2), T₁₂ (CKA-089-1), T₁₄ (CKA-089-3), con alturas de 118.6, 118.6, 117.4, 116.4, 116.4, 115.4, 114.8, cm respectivamente; y los cultivares que presentaron menor altura fueron T₁₁(CKA-089-2), T₇(CKA-087-1), T₈(CKA-087-2), con 108.7, 108.2, 101.0 cm. respectivamente.

Al respecto **Tapia (1997)** menciona que la altura varía entre 0,80 m a 2,50 m .De los resultados obtenidos se encuentra en el rango establecido. Donde también **Martínez (2010)** en su trabajo de investigación presentó mayor altura de planta de 119.7cm a 108.9 cm, que se asemejan al trabajo de investigación.

De La Cruz (2014) menciona en su trabajo de investigación que la altura de planta tuvo un altura de 125-134 cm.. Este se asemeja al presente trabajo de investigación. Esto debido a la cercanía de las colecciones de muestra para su estudio.

Cabrera (2012) menciona en su trabajo de investigación Los 10 cultivares llegaron a alturas de planta de 273.2 cm y 214.9 cm, estos difieren al presente trabajo de investigación por presentar diferentes colecciones de achita.

De La Cruz (2015) En su trabajo de investigación la altura de planta en sus 14 cultivares fueron de 165-150 cm. después de la siembra. Estos difieren del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.18. Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Tratamientos	Selección	Altura de planta cm.	Tukey 0.05			
T ₁₀	CKA088-2	131.6	a			
T ₁₁	CKA088-3	129.3	a			
T ₉	CKA088-1	126.3	a	b		
T ₂	CKA084-2	126.0	a	b		
T ₃	CKA085-1	124.1	a	b	c	
T ₁	CKA084-1	118.6	a	b	c	d
T ₅	CKA085-3	118.6	a	b	c	d
T ₆	CKA085-4	117.4	a	b	c	d
T ₁₅	CKA089-4	116.4	a	b	c	d
T ₄	CKA085-2	116.4	a	b	c	d
T ₁₂	CKA089-1	115.4	a	b	c	d
T ₁₄	CKA089-3	114.8	a	b	c	d
T ₁₁	CKA089-2	108.7		b	c	d
T ₇	CKA087-1	108.2			c	d
T ₈	CKA087-2	101.0				d

3.3.2. Longitud de panoja

En la **tabla 3.19** se observa los tratamientos de los cultivares T₂ (CKA-084-2), T₁₁ (CKA-088-3), T₉ (CKA-088-1), T₆ (CKA-085-4), T₁₂ (CKA-089-1), T₅ (CKA-085-3), T₄ (CKA-085-2), T₁₀ (CKA-088-2), T₈ (CKA-087-2), T₁ (CKA-084-1), T₁₄ (CKA-089-3), T₁₃ (CKA-089-2), T₁₅ (CKA-089-4), T₇ (CKA-087-1), T₃ (CKA-085-1) tuvieron la longitud de panoja de 33.7, 32.5, 31.6, 31.2, 31.2, 30.7, 30.6, 29.6, 29.5, 29.5, 28.8,

28.5, 28.5, 28.4 y 27.4 cm. Respectivamente. De acuerdo a los descrito por **Sumar (1993)** que menciona, que la inflorescencia presenta un tamaño que varía entre 15 a 90 cm, donde están dentro de los valores obtenidos durante el trabajo de investigación. Mientras que **Tapia (1990)** menciona que la inflorescencia es generalmente de un gran tamaño que va desde 50cm. hasta 0.90 cm. lo cual este contexto es superior al presente trabajo, **De La Cruz (2014)**, menciona en su trabajo de investigación que la longitud de panoja fue 39-33 cm.. Este se asemeja al presente trabajo de investigación. Esto debido a la cercanía de las colecciones de muestra para su estudio.

Cabrera (2012), menciona en su trabajo de investigación Los 10 cultivares la longitud de panoja tuvo 77 – 60cm, estos difieren al presente trabajo de investigación por presentar diferentes colecciones de achita. **De la cruz (2015)**, En su trabajo de investigación de 14 cultivares la longitud de panoja fue de 44-33 cm. estos se asemejan al presente trabajo de investigación.

Tabla 3.19. Prueba de Tukey para los promedios de la longitud de panoja de 15 selecciones de Achita de panoja rosada (*Amaranthus caudatus* L.).

Tratamientos	Selección	Longitud de panoja cm	Tukey 0.05
T ₂	CKA084-2	33.7	a
T ₁₁	CKA088-3	32.5	a
T ₉	CKA088-1	31.6	a
T ₆	CKA085-4	31.2	a
T ₁₂	CKA089-1	31 .2	a
T ₅	CKA085-3	30.7	a
T ₄	CKA085-2	30.6	a
T ₁₀	CKA088-2	29.6	a
T ₈	CKA087-2	29.5	a
T ₁	CKA084-1	29.5	a
T ₁₄	CKA089-3	28.8	a
T ₁₃	CKA089-2	28.5	a
T ₁₅	CKA089-4	28.5	a
T ₇	CKA087-1	28.4	a
T ₃	CKA085-1	27.4	a

3.3.3 Diámetro de panoja

Tabla 3.20. Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de panoja de 15 selecciones de Achita de panoja rosada (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Tratamientos	Selección	Diámetro de panoja Cm	Tukey 0.05			
T ₁₁	CKA-088-3	9.8	a			
T ₁₀	CKA-088-2	9.6	a	b		
T ₁₅	CKA-089-4	9.2	a	b	c	
T ₉	CKA-088-1	8.9	a	b	c	d
T ₂	CKA-084-2	8.5	a	b	c	d
T ₃	CKA-085-1	8.5	a	b	c	d
T ₁₃	CKA-089-2	8.4	a	b	c	d
T ₁₄	CKA-089-3	7.7	a	b	c	d
T ₁₂	CKA-089-1	7.5	a	b	c	d
T ₄	CKA-085-2	7.5	a	b	c	d
T ₈	CKA-087-2	7.4	a	b	c	d
T ₅	CKA-085-3	7.3	a	b	c	d
T ₆	CKA-085-4	7.2		b	c	d
T ₁	CKA-084-1	7.0			c	d
T ₇	CKA-087-1	6.5				d

En la **tabla 3.20** se observa en los cultivares T₁₁ (CKA-088-3), T₁₀ (CKA-088-2), T₁₅ (CKA-089-4), alcanzaron mayor diámetro de panoja siendo 9.8, 9.6, 9.2 , cm.; seguido de los cultivares T₉ (CKA-088-1), T₂ (CKA-084-2), T₃ (CKA-085-1), T₁₃ (CKA-089-2), T₁₄ (CKA-089-3), T₁₂ (CKA-089-1), T₄ (CKA-085-2), T₈ (CKA-087-2), con 8.9, 8.5, 8.5, 8.4, 7.7, 7.5, 7.5, 7.4, cm. valores intermedios; mientras que los cultivares T₅ (CKA-085-3), T₆ (CKA-085-4), T₁ (CKA-084-1), T₇ (CKA-087-1), alcanzo un menor diámetro de panoja con 7.3, 7.2, 7.0, 6.5 cm. De menor diámetro.

Realizando las comparaciones con los resultados obtenidos por **Ayala (2011)** y **Pacheco (2009)** obtuvieron los promedios que van de 7.60 a 9.50 cm, donde los resultados se asemejan a lo obtenido en el trabajo de investigación.

De La Cruz (2014), menciona en su trabajo de investigación en su 07 cultivares el diámetro de panoja fue de 8.5- 6.5 cm. Este se asemeja al presente trabajo de investigación. Esto debido a la cercanía de las colecciones de muestra para su estudio.

Cabrera (2012) menciona en su trabajo de investigación los 10 cultivares el diámetro de panoja fue 11 cm y 9.5 cm, estos difieren al presente trabajo de investigación por presentar diferentes colecciones de achita.

De La Cruz (2015) En su trabajo de investigación el diámetro de panoja en sus 14 cultivares fueron de 7.5-6 cm. Estos se asemejan del presente trabajo de investigación.

3.3.4. Peso de panoja

En la **tabla 3.21** se observa que los cultivares T₁₀ (CKA-088-2), T₁(CKA-084-1), alcanzo mayor peso de panoja con 76.6, 68.8 gr. respectivamente, seguido de los cultivares T₉ (CKA-088-1), T₁₁ (CKA-088-3), T₂ (CKA-084-2), T₁₃ (CKA-089-2), T₃ (CKA-085-1), T₁₅ (CKA-089-4), T₄ (CKA-085-2), T₅ (CKA-085-3), T₁₄ (CKA-089-3), T₆ (CKA-085-4), T₈ (CKA-087-2), con 61.3, 59.0, 58.9, 53.5, 52.7, 51.6, 49.5, 49.3, 48.7, 48.1, 47.3 g. de pesos intermedios respectivamente; mientras que los cultivares T₇ (CKA-087-1), T₁₂ (CKA-089-1), alcanzaron menor peso de panoja con 43.3 y 37.2 g. respectivamente. Estos valores son similares: en cuanto **Ayala (2011)** reporta el peso de panoja de 44.27 a 153.07 g,

De La Cruz (2014) menciona en su trabajo de investigación en su 07 cultivares el peso de panoja fue de 76 – 45 gr.. Este se asemeja al presente trabajo de investigación. Esto debido a la cercanía de las colecciones de muestra para su estudio.

Cabrera (2012) menciona en su trabajo de investigación los 10 cultivares el peso de panoja de 209 - 160 gr, estos difieren al presente trabajo de investigación por presentar diferentes colecciones de achita.

De La Cruz (2015) en su trabajo de investigación el peso de panoja en sus 14 cultivares fueron de 97 – 48 gr. Estos se asemejan del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.21. Prueba de Tukey para los promedios del peso de panoja de 15 selecciones de achita panoja rosada (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Tratamientos	Selección	Peso de panoja g	Tukey 0.05	
T ₁₀	CKA-088-2	76.6	a	
T ₁	CKA-084-1	68.8	a	b
T ₉	CKA-088-1	61.3	a	b
T ₁₁	CKA-088-3	59.0	a	b
T ₂	CKA-084-2	58.9	a	b
T ₁₃	CKA-089-2	53.5	a	b
T ₃	CKA-085-1	52.7	a	b
T ₁₅	CKA-089-4	51.6	a	b
T ₄	CKA-085-2	49.5	a	b
T ₅	CKA-085-3	49.3	a	b
T ₁₄	CKA-089-3	48.7	a	b
T ₆	CKA-085-4	48.1	a	b
T ₈	CKA-087-2	47.3	a	b
T ₇	CKA-087-1	43.3		b
T ₁₂	CKA-089-1	37.2		b

3.3.5. Tamaño de semilla

En la **tabla 3.22** se observa que los cultivares que presentaron el mayor tamaño de grano fueron T₃ (CKA-085-1) con 0.961 mm respectivamente, seguido del cultivar T₄ (CKA-085-2), T₁₂ (CKA-089-1), T₅ (CKA-085-3), T₉ (CKA-088-1), T₇ (CKA-087-1), T₁₄ (CKA-089-3), T₁₅ (CKA-089-4), T₆ (CKA-085-4), T₁₀ (CKA-088-2), con 0.904, 0.901, 0.898, 0.893, 0.891, 0.890, 0.870, 0.869, 0.865. mm de valores intermedios respectivamente y con menores tamaños fueron T₁(CKA-084-1), T₁₁ (CKA-088-3), T₁₃ (CKA-089-2), T₈ (CKA-087-2), T₂ (CKA-084-2), con 0.853, 0.846, 0.841, 0.837, 0.821 mm respectivamente.

En comparación con **Sumar (1993)** y **Ayala (2011)** reportan el tamaño de grano 1.0 a 1.6 mm, y **Nieto (1990)** menciona que la semilla es muy pequeña, mide de 1 a 1,5 mm de acuerdo a estos contextos son superiores al presente trabajo de investigación.

De La Cruz (2014) menciona en su trabajo de investigación en su 07 cultivares el tamaño de semilla fue de 1.04 – 0.94 mm. Estos difieren al presente trabajo de investigación. **Cabrera (2012)** menciona en su trabajo de investigación los 10 cultivares el tamaño de semilla fue 1.3 – 1.2 mm, estos difieren al presente trabajo de investigación por presentar diferentes colecciones de achita. Ya que es un cultivar ya mejorada.

De La Cruz (2015) en su trabajo de investigación el tamaño de semilla en sus 14 cultivares fueron de 1.02 – 0.96 mm. Estos difieren al presente trabajo de investigación.

Tabla 3.22. Prueba de Tukey para los promedios del tamaño de semilla de 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Tratamientos	Selección	Tamaño de semilla mm	Tukey 0.05
T ₃	CKA085-1	0.961	a
T ₄	CKA085-2	0.904	b
T ₁₂	CKA089-1	0.901	b
T ₅	CKA085-3	0.898	b c
T ₉	CKA088-1	0.893	b c d
T ₇	CKA087-1	0.891	b c d
T ₁₄	CKA089-3	0.890	b c d
T ₁₅	CKA089-4	0.870	c d e
T ₆	CKA085-4	0.869	c d e
T ₁₀	CKA088-2	0.865	d e f
T ₁	CKA084-1	0.853	e f
T ₁₁	CKA088-3	0.846	e f g
T ₁₃	CKA089-2	0.841	e f g
T ₈	CKA087-2	0.837	f g
T ₂	CKA084-2	0.821	g

3.3.6. Peso de mil semillas

Tabla 3.23. Prueba de Tukey para los promedios del peso de 1000 semillas de 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Tratamientos	Selección	Peso de 1000 semillas g	Tukey 0.05
T ₁₄	CKA089-3	0.518	a
T ₃	CKA085-1	0.511	a b
T ₉	CKA088-1	0.488	a b c
T ₇	CKA087-1	0.468	a b c d
T ₅	CKA085-3	0.463	a b c d
T ₁₁	CKA088-3	0.460	a b c d e
T ₁₀	CKA088-2	0.452	b c d e
T ₂	CKA084-2	0.443	c d e
T ₄	CKA085-2	0.442	c d e
T ₁₃	CKA089-2	0.433	c d e
T ₈	CKA087-2	0.428	d e
T ₁₅	CKA089-4	0.418	d e
T ₆	CKA085-4	0.417	d e
T ₁	CKA084-1	0.409	d e
T ₁₂	CKA089-1	0.401	e

En la **tabla 3.23** se observa que los cultivares que presentaron el mayor peso de mil semillas que fueron el T₁₄ (CKA-089-3), T₃ (CKA-085-1), T₉ (CKA-088-1) con 0.518, 0.511, 0.488 g tuvieron mayor peso respectivamente; seguido de los cultivares T₇ (CKA-087-1), T₅ (CKA-085-3), T₁₁ (CKA-088-3), T₁₀ (CKA-088-2), T₂ (CKA-084-2), T₄ (CKA-085-2), con 0.468, 0.463, 0.460, 0.452, 0.443, 0.442 g. de peso intermedio y las selecciones de menor peso de mil semillas fueron T₁₃ (CKA-089-2), T₈ (CKA-087-2), T₁₅ (CKA-089-4), T₆ (CKA-085-4), T₁ (CKA-084-1), T₁₂ (CKA-089-1), con 0.433, 0.428, 0.418, 0.417, 0.409, 0.401 g. respectivamente. Al realizar la comparación con Calmet (1994), que obtuvo promedios de 0.46 g; se asemeja lo obtenido en el trabajo de investigación, ya que con Ayala (2011), reportan un rango de 0.82 a 0.984 g de acuerdo a estos contextos son superiores al presente trabajo de investigación.

De La Cruz (2014) menciona en su trabajo de investigación en su 07 cultivares el peso de mil semilla fue de 1.14 – 1.06 gr.

Cabrera (2012) menciona en su trabajo de investigación los 10 cultivares el peso de mil semillas fue 0.95 – 0.86 gr.

De La Cruz (2015) En su trabajo de investigación el peso de mil semillas en sus 14 cultivares fueron de 1.23 – 1.08 gr/1000 sem.

En los citados por **De La Cruz (2014)**, **De La Cruz (2015)**, **Cabrera (2012)**, estos difieren al presente trabajo de investigación.

3.3.7. Rendimiento de grano

En la **tabla 3.24** se observa que los cultivares que presentaron el mayor rendimiento que fueron el T₁₀ (CKA-088-2), T₃ (CKA-085-1), T₉ (CKA-088-1), T₂ (CKA-084-2), T₅ (CKA-085-3) con 3.438, 3.274, 3.238, 3.131, 3.030 tn.ha⁻¹ respectivamente; seguido de los cultivares T₁ (CKA-084-1), T₁₁ (CKA-088-3), T₄ (CKA-085-2), T₁₄ (CKA-089-3), T₁₅ (CKA-089-4) con 2.767, 2.727, 2.640, 2.576, 2.511 tn.ha⁻¹ . con peso intermedio y las selecciones de menor rendimiento fueron T₆ (CKA-085-4), T₁₂ (CKA-089-1), T₁₃ (CKA-089-2), T₈(CKA-087-2), T₇(CKA-087-1) con 2.237, 2.182, 2.176, 2.078, 1.974 tn.ha⁻¹. Al realizar la comparación con **Ayala (2011)**, reportó de 2425 a 4808 kg.ha⁻¹; donde se asemejan al trabajo experimental; según **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.estos difieren al trabajo de investigación.

De La Cruz (2014) menciona en su trabajo de investigación en su 07 cultivares el rendimiento de grano fue de 4.4 – 2.5 tn.ha⁻¹. **De La Cruz (2015)** En su trabajo de investigación el rendimiento de grano fue de 4.7 – 2.3 tn.ha⁻¹. Estos se asemejan al presente trabajo de investigación.

Cabrera (2012) menciona en su trabajo de investigación los 10 cultivares el rendimiento de grano fue 11.0 – 8.8 tn.ha⁻¹, esto difiere del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.24. Prueba de Tukey para los promedios del rendimiento de grano de 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Tratamientos	Selección	Rendimiento tn.ha ⁻¹	Tukey 0.05	
T ₁₀	CKA-088-2	3.438	a	
T ₃	CKA-085-1	3.274	a	
T ₉	CKA-088-1	3.238	a	b
T ₂	CKA-084-2	3.131	a	b
T ₅	CKA-085-3	3.030	a	b
T ₁	CKA-084-1	2.767	a	b
T ₁₁	CKA-088-3	2.727	a	b
T ₄	CKA-085-2	2.640	a	b
T ₁₄	CKA-089-3	2.576	a	b
T ₁₅	CKA-089-4	2.511	a	b
T ₆	CKA-085-4	2.237	a	b
T ₁₂	CKA-089-1	2.182	a	b
T ₁₃	CKA-089-2	2.176	a	b
T ₈	CKA-087-2	2.078	a	b
T ₇	CKA-087-1	1.974		b

3.4. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

3.4.1. Selección por caracteres

Tabla 3.25. Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple con selección de variables por el método Stepwise, del peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento en achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	
Regresión	2	77.78	38.89	62.56	**
Error	132	82.05	0.62		
Total	134	159.83			

En la **tabla 3.25** se muestra el Análisis de variancia de la regresión lineal múltiple donde el promedio de la variable, (peso de panoja y tamaño de grano) es más importante para la producción, se diferencian con alta significación estadística

Tabla 3.26. Análisis de variancia de los coeficientes de regresión lineal múltiple de peso de panoja y tamaño de grano, sobre el rendimiento de grano por hectárea en achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable	Coeficiente de regresión	Error estándar	Cuadrados medios	F calculado	
Termino independiente	-2.949	1.6437	2.00	3.22	
Peso de panoja	0.037	0.0033	77.58	124.80	**
Tamaño de semilla	4.832	1.8261	4.35	7.00	**

En la **tabla 3.26** se puede observar de los coeficientes de regresión para los caracteres del peso de panoja y tamaño de grano están relacionados en el aumento del rendimiento y se puede mencionar que tiene una alta significación estadística.

Tabla 3.27. Resumen de selección de Stepwise con la variables tamaño de grano y peso de panoja incluidas en achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Variable seleccionada	Variable incluida	R ² parcial	R ² modelo	F calculado	
Peso de panoja	1	0.459	0.459	113.02	**
Tamaño de semilla	2	0.027	0.487	7.00	**

La **tabla 3.27** se puede observar que el coeficiente de determinación R² más alto es obtenido por la variable peso panoja; lo que significa que es la que determina el rendimiento en un 45.9 %, cuando se incluye la variable tamaño de semilla se incrementa en 2.7%, estadísticamente son altamente significativos

Tabla 3.28. Rendimiento estimado de achita (*Amaranthus caudatus* L.) para valores diferentes de tamaño de semilla y peso de panoja. Canaán 2735 msnm, Ayacucho

		Tamaño de semilla(mm)				
		0.815	0.867	0.919	0.971	1.023
Peso de panoja (g)	25	1.914	2.165	2.417	2.668	2.919
	55	3.024	3.275	3.527	3.778	4.029
	85	4.134	4.385	4.637	4.888	5.139
	115	5.244	5.495	5.747	5.998	6.249
	145	6.354	6.605	6.857	7.108	7.359 tn.ha⁻¹

Se puede observar que el rendimiento está influenciado directamente con el peso de panoja, de acuerdo a la **tabla 3.28** que a mayor peso de panoja el rendimiento potencial aumenta, se realiza una comparación de (145 g, a 6.354 tn.ha⁻¹) por lo que una característica a tener en cuenta para seleccionar cultivares con mayor rendimiento depende del peso de panoja y el mayor tamaño de semilla tal como se describe en la **figura 3.31**.

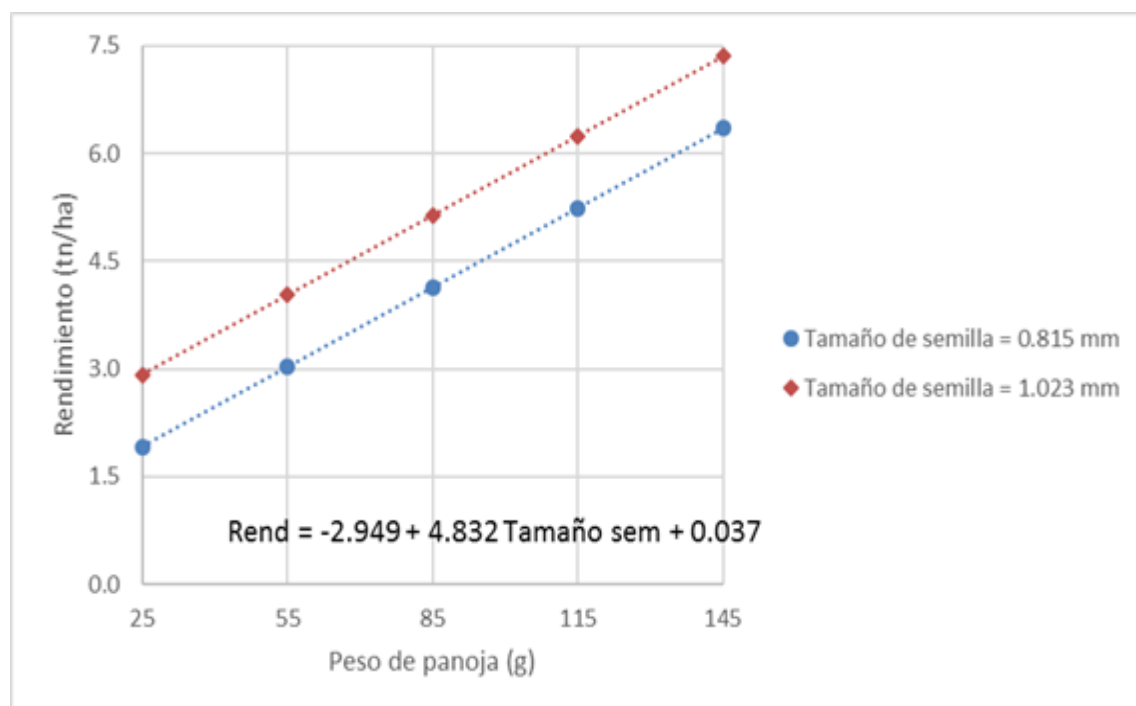


Figura 3.31. Regresión lineal múltiple del tamaño de grano (mm) y peso de panoja (g) sobre el rendimiento de grano (tn.ha⁻¹) en achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho

3.4.2. Respuesta a la selección

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

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Selección	14	36.89	2.64	2.57 **
Error	120	122.94	1.02	
Total	134	159.83		

Variancia ambiental	= 0.11
Variancia genética	= 0.18
Variancia fenotípica	= 0.29
Heredabilidad	= 0.61

En la **tabla 3.29** se muestra el análisis de variancia del rendimiento, componentes de varianza genética y heredabilidad, se puede observar que la determinación de componentes de varianza genética y heredabilidad, en dos caracteres de interés (peso de panoja, tamaño de grano) sobre el rendimiento de grano de achita; se estimó que tienen alta heredabilidad de 61 % por lo que se recomienda su mejoramiento.

La variancia fenotípica se atribuye a la influencia del genotipo y a la influencia del medio ambiente. La varianza genotípica es la varianza de los valores genotípicos y la varianza ambiental es la varianza de las desviaciones ambientales.

Tabla 3.30. Promedio del rendimiento de grano (kg/ha) y ganancia por selección en 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Tratamiento	Cultivar	Promedio de selecciones	Promedio poblacional	Ganancia por selección	Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
T ₁₀	CKA-088-2	4702	3438	386	3824	11
T ₃	CKA-085-1	4350	3274	328	3602	10
T₉	CKA-088-1	4876	3238	500	3737	15
T ₂	CKA-084-2	4224	3131	333	3464	11
T ₅	CKA-085-3	4285	3030	383	3413	13
T₁	CKA-084-1	4303	2767	468	3236	17
T ₁₁	CKA-088-3	3695	2727	295	3022	11
T ₄	CKA-085-2	3623	2640	300	2940	11
T₁₄	CKA-089-3	3861	2576	392	2968	15
T ₁₅	CKA-089-4	3325	2511	248	2759	10
T ₆	CKA-085-4	2684	2237	136	2373	6
T ₁₂	CKA-089-1	2522	2182	104	2286	5
T ₁₃	CKA-089-2	2919	2176	227	2403	10
T₈	CKA-087-2	3577	2078	457	2535	22
T ₇	CKA-087-1	2739	1974	233	2207	12

De la **tabla 3.30 y figura 3.2** se observan que los cultivares que presentan una mayor ganancia por selección son T_8 (CKA-087-2), T_1 (CKA-084-1), T_9 (CKA-088-1), T_{14} (CKA-089-3), con 457, 468, 500, 392 kg.ha⁻¹, respectivamente, el cual representa un 22, 17, 15 y 15 % de mejora respecto al promedio población obtenido en la presente campaña de cultivo, por lo que se recomienda seguir trabajando con los cultivares que presentan los mayores porcentajes de mejora poblacional.

En comparación a los trabajos de investigación mencionan que tuvieron un porcentaje de mejora , **De La Cruz (2014)** de 9-11%, **Cabrera (2012)** de 8- 10% difieren del trabajo de investigación y **De La Cruz (2015)** de 20-19% se asemeja en cuanto a la mejora genética.bajo las condiciones de Canaan –INIIA Ayacucho.

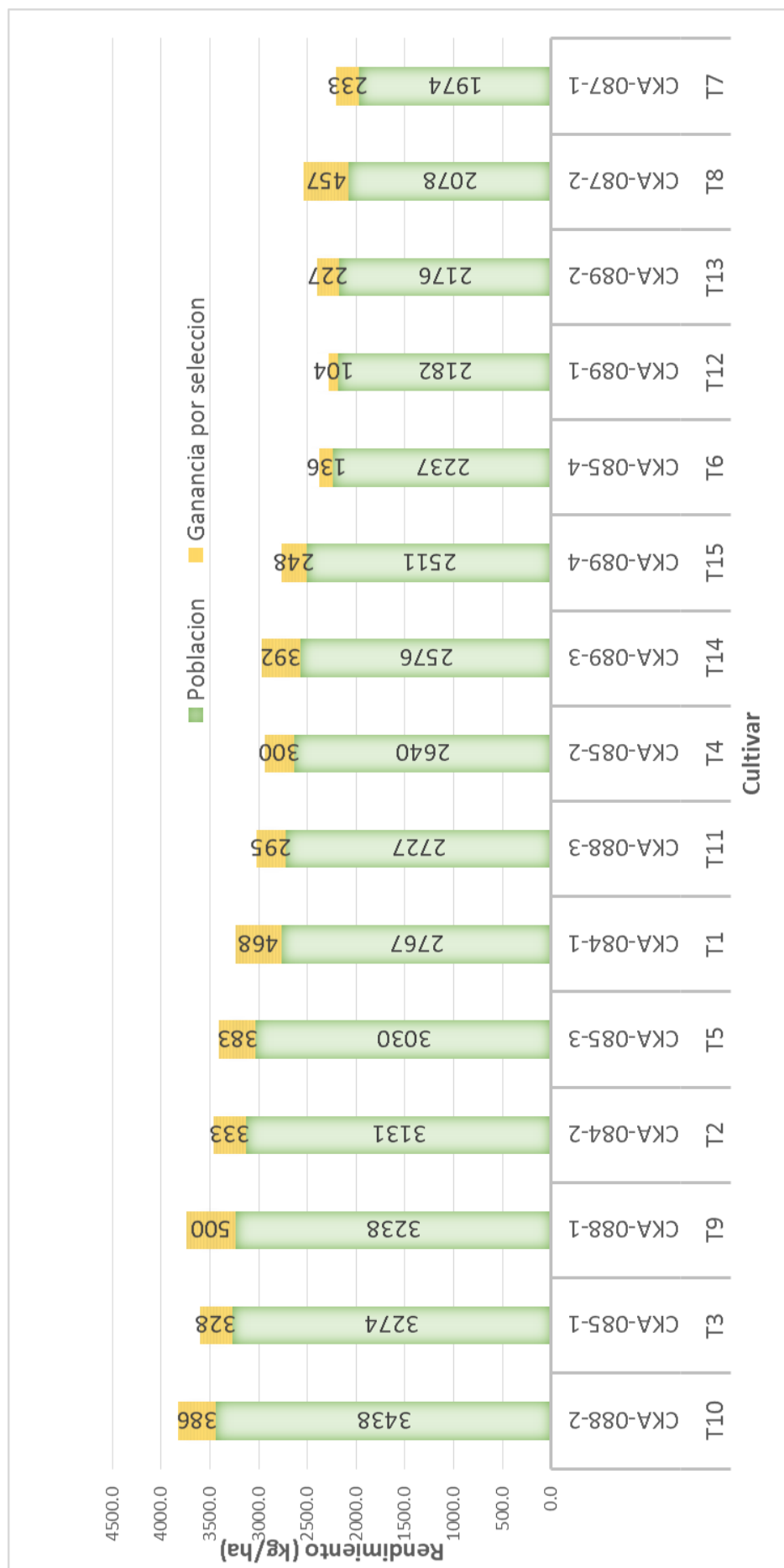


Figura 3.32. Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en 15 selecciones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en la que se realizó el presente experimento, se concluye:

1. Los cultivares de achita presentaron 15 características morfológicas homogéneas (tipo de crecimiento, índice de ramificación, pubescencia del tallo, pigmentación del tallo, pubescencia de la hoja, pigmentación de la hoja, forma de la hoja, margen de la hoja, prominencia de las nervaduras de la hoja, pigmentación del peciolo, tipo de raíz, etc.); estas obedecen a las características generales de la especie; y, 5 características variables (índice de densidad de inflorescencia, longitud de la hoja, ancho de la hoja, longitud del tallo de la inflorescencia apical, longitud del tallo de la inflorescencia laterales apicales) que distinguen entre los cultivares. Anexos 01 y 02.
2. Las características de precocidad fenológica de los 05 cultivares se encontraron lo siguiente, en la emergencia de 2 a 3 días después de la siembra (dds), la presencia de dos, cuatro y seis hojas, fue en los rangos de 7 a 9 (dds), 14 a 16 (dds) y 20 a 21 dds (días después de la siembra) respectivamente; la ramificación se presentó a los 37 (dds), el panojamiento fue 68 (dds), la floración entre los 79 a 82 (dds), el grano lechoso fue a los 95 a 98 (dds), el grano pastoso se presentó a los 105 a 109 (dds); y, a la madurez fisiológica de los cultivares CKA-084, CKA- 086, CKA-087, y CKA-088, se presentó a los 115 (dds); y el cultivar CKA – 089 fue de 120 días después de la siembra. Lo que se determina que es una planta con periodo vegetativo corto.
3. El cultivar T₁₀ (CKA-088-2) T₃ (CKA-085-1), T₉ (CKA-088-1), 3438, 3274, 3238 kg /ha obtuvieron mayores rendimientos respectivamente.
4. La selección de caracteres y respuestas a la selección son:
 - a) El cultivar T₈ (CKA-087-2), T₁ (CKA-084-1), T₉ (CKA-088-1), T₁₄ (CKA-089-3), con 457, 468, 500, 392 kg.ha⁻¹, presentaron la mayor ganancia de peso por

selección con un 22, 17, 15 y 15 % de mejora respecto al promedio población en cuanto al rendimiento.

- b) El cultivar que presento la mayor altura de planta fue el T₁₀ (CKA-088-2), T₁₁ (CKA-088-3), T₉ (CKA-088-1), alcanzaron mayor altura con 131.6, 129.3, 126.3, cm. respectivamente, de un promedio de altura, que van entre 131.6 a 101.0 cm. Se asemeja a los diferentes trabajos de investigación descritos por otros autores y acordes al lugar de la instalación.
- c) El cultivar que presento mayor longitud de panoja a la cosecha fue de T₂ (CKA-084-2) con 33.7 cm y la mínima de T₃ (CKA-085-1) de 27.4 cm.
- d) El cultivar que presento mayor diámetro de panoja a la cosecha fue de T₁₁ (CKA-088-3) con 9.8 cm y la mínima de T₇ (CKA-087-1) de 6.5 cm.
- e) El cultivar que presento mayor peso de panoja a la cosecha fue de T₁₀ (CKA-088-2) con 76.6 gr y la mínima de T₁₂ (CKA-089-1) de 37.2 gr.
- f) El cultivar que presento mayor tamaño de semilla fue de T₃ (CKA-085-1) con 0.961 mm y la mínima de T₂ (CKA-084-2) de 0.821 mm.
- g) El cultivar que presento mayor peso de 1000 semillas fue de T₁₄ (CKA-089-3) con 0.518 gr y la mínima de T₁₂ (CKA-089-1) de 0.401 gr.
- h) De acuerdo al análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple sobre el rendimiento, se determinó que las variables peso de panoja y el tamaño de semilla son las que interviene de manera directa sobre el rendimiento.
- i) De acuerdo al coeficiente de determinación de la tabla 3.27 la variable peso de panoja determina el rendimiento en un 45.9% y cuando se incluye la variable tamaño de semilla en un 2.7 %. Lo que determina que es fundamental el peso de panoja en el rendimiento una producción.
- j) El peso de panoja y tamaño de semilla están relacionados directamente con el rendimiento, es decir a mayor peso de panoja y tamaño de semilla el rendimiento se incrementa.
- k) Se determinó que existe una alta heredabilidad de 61 % (tabla 3.29) con relación a peso de panoja y tamaño de semilla, donde la varianza ambiental, genética y fenotípica influenciaron en el rendimiento de los cultivares.
- l) El T₈ (CKA-087-2), T₁ (CKA-084-1), T₉ (CKA-088-1), T₁₄ (CKA-089-3), tiene un porcentaje de mejora en un 22, 17, 15 y 15 % con un incremento de 457, 468, 500, 392 kg.ha⁻¹ respectivamente en esta campaña agrícola.

RECOMENDACIONES

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantearon las siguientes recomendaciones:

1. Seguir estudiando las características que tienen mayor rendimiento como primera segregación del CKA-088-2 y CKA-085-1 para su mejoramiento teniendo en cuanto a su mejora en la selección.
2. Formar compuestos con las mejores características del CKA-088-2 y CKA-085-1 en cuanto a los rendimientos de producción obtenidos en la investigación
3. Los resultados obtenidos en el presente trabajo deben ser considerados ya que existe un porcentaje de 61 % de heredabilidad favorable para su mejoramiento
4. Realizar pruebas en campo de agricultores enfatizando en las selecciones que obtuvieron los más altos rendimientos del CKA-088-2 y CKA-085-1 y los que presentan un mayor porcentaje de mejora en el rendimiento como el T₈ (CKA-087-2), T₁ (CKA-084-1), T₉ (CKA-088-1), T₁₄ (CKA-089-3)
5. Finalmente, los resultados obtenidos en este trabajo, no deberán ser considerados como definitivos, puesto que es un estudio preliminar.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. **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.
2. **ALLARD. R. W. (1980).** “Principios de la Mejora Genética”, 2da Edit. OMEGA S.A, Barcelona – España.
3. **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.
4. **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.
5. **CALMET, A. (1994).** Producción de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L) como hortaliza de hoja y caracterización morfológica de diversas especies del género *Amaranthus* tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo, UNALM, Lima-Perú
6. **ESPINOZA MONTESINOS, Edgar Amador** “Cultivos Andinos”. Lima Perú
7. **ESPITIA (1991),** Primera Variedad Mejorada de Amaranto para la Sierra Ecuatoriana”. Boletín divulgativo N° 246. Pp.24
8. **FAO (1997),** “El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus* sp.) Producción y Mejoramiento Genético y Utilización” Roma, Italia, 175p
9. **IBÁÑEZ, R., G. AGUIRRE, (1983).** “Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos”. UNSCH. Ayacucho-Perú.
10. **INIA (2012), PROYECTO** “Desarrollo de cultivos de granos andinos para asegurar la nutrición popular y el alivio a la población” AYACUCHO
11. **KAUFFMAN, C. (1983).**” Amaranto de Grano una Reunión de Métodos de Producción e Investigación” s. e sl.
12. **KULAKOW Y JAIN (2011).** “El cultivo y Usos del *Amaranthus* (Kiwicha) en Dos Centros de Domesticación”. Congreso Internacional Sobre Agricultura Andina. Puno-Perú.
13. **LARCHER, W. (1976).**”Ecofisiología Vegetal” Ediciones Omega S.A. Barcelona – España.
14. **LEON, J. (1964).**”Plantas Alimenticias Andinas”. Boletín Técnico N° 6. IICA-Zona Andina. Lima-Perú.

15. **MONTERO, C. INIAP – ALEGRIA;** “Primera Variedad Mejorada de Amaranto para la Sierra Ecuatoriana”. Boletín divulgativo N° 246. Pp.24
16. **MUJICA, S. A y A. QUILLIHUAMAN (1989).** “Fenología de Cultivo de Kiwicha”. En curso taller de cultivos andinos.
17. **MUJICA, A (1994).** “El Cultivo de Amaranto (*Amaranthus sp.*): producción, mejoramiento genético y utilización. Departamento de Agricultura, División de Producción y Protección Vegetal”, Roma – Italia. Pp.97.
18. **NATIONAL ACADEMY PRESS. (1990).** “Lost Crops of the Incas, Little – Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation” Washington. D.C. 1989.
19. **NIETO, C. 1990** “El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus sp.*) Una alternativa Agronómica para Ecuador”. Programa de Cultivos Andinos EESC. Quito, Ecuador. Pp.24.
20. **PACHECO F. R. (2009).** Selección masal estratificada en dos variedades de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis, UNSCH. Ayacucho-Perú.
21. **POEHLMAN y ALLEN (2005).** “Mejoramiento Genético de las Cosechas”. Editorial Limusa. D.F México- México 511p.
22. **REPO CARRASCO, R (1988).** Cultivos andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de Procesamiento. Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé De Las Casas Cuzco - Perú.
23. **SUMAR, L. (1993).** *Amaranthus caudatus*, el pequeño gigante. Programa de Investigación Amarantos. Boletín N°03; Setiembre Cusco-Perú.
24. **TAPIA, M. (1982).** Quinua y qañihua, cultivos andinos. Bogotá. IICA:
25. **TAPIA, M. (1990).** Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago. FAO.
26. **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.

BOLETINES

- **INIA – EEA Andenes Cusco (2011)**, publicación informativa de la kiwicha – cusco.
- **Estrada, R. 2010**. Folleto Kiwicha, alimento nuestro para el Mundo. CuscoPerú.
- **FAO - INIA, 1993**; Los Cultivos Nativos en las comunidades del Perú – Proyecto Conservación In situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres.
- **DRA (2016)**, Dirección de Información Agraria y Estudios Económicos - DRA Ayacucho Elaboración: Sub Dirección de Informática y Sistemas – 2016.

TRABAJOS DE INVESTIGACION

- **DE LA CRUZ ROCA, Tony E. (2014)**, Estudio de investigación “Evaluación y selección de Compuestos Varietales de Achita Panoja Rosada Erecta (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm – INIA – Ayacucho”
- **CABRERA LLANTOY, Indalicio (2012)**, estudio de investigación “Evaluación y Selección de Compuestos Varietales de Achita (*amaranthus caudatus* l.) de Panoja Blanca Decumbente Canaán 2735 msnm – INIA – ayacucho”
- **DE LA CRUZ HUAYTALLA, Esau (2015)**, Estudio de investigación “Tercer Ciclo de Evaluación y Selección de Cultivares de Achita Panoja Guinda Erecta (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2735 msnm – INIA – Ayacucho”

PÁGINAS WEBS CONSULTADAS

- <http://www.conabio.gob.mx/institución/conabio>).
- <http://www.minag.gob.pe>
- http://www.peruecologico.com.pe/flo_kiwichaamaranthuscaudatus_1.ht)
- <http://kiwichaperu.galeon.com/>
- http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodali/pr odveg/cdrom/contenido/libro01/PagePrinc.htm

ANEXOS

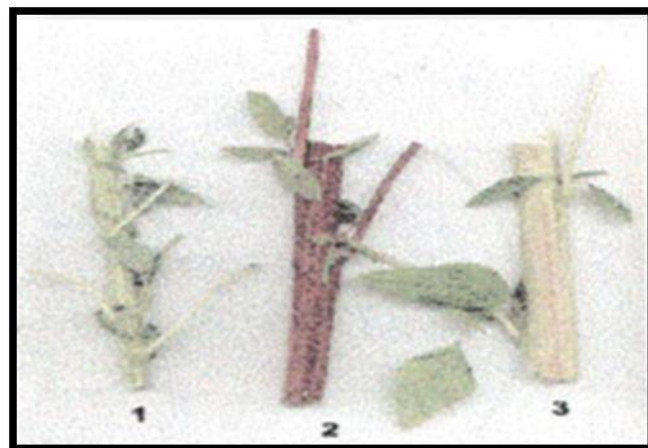
Anexo 1.
Caracterización morfológica

PLANTA

- HABITO DE CRECIMIENTO
 - 1 Erecto
 - 2 Postrado

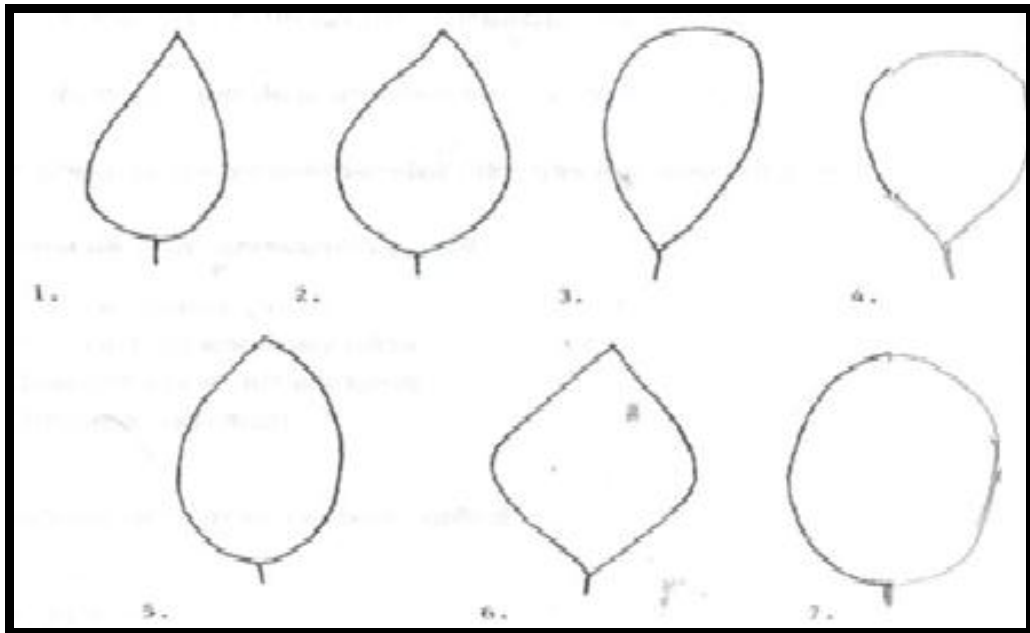
TALLO

- ÍNDICE DE RAMIFICACIÓN
 - 1 No ramificado
 - 2 Poco ramificado
 - 3 Muchas ramas cerca de la base del tallo
 - 4 Ramas a lo largo del tallo
- 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



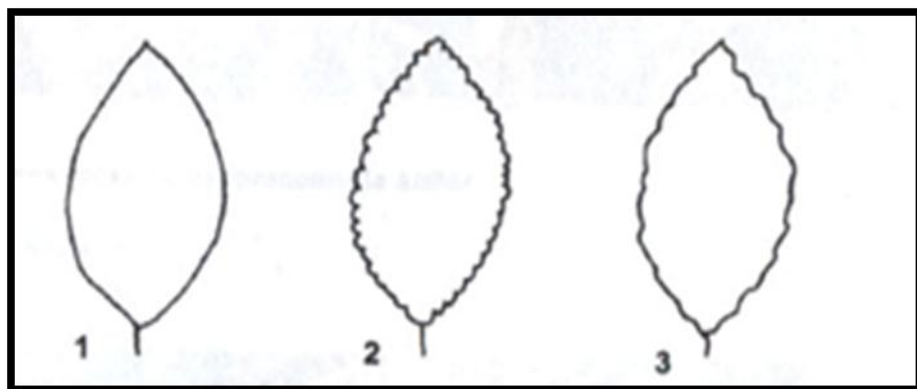
HOJA

- LONGITUD DE LA HOJA, EN (cm).
- ANCHO DE LA HOJA, EN (cm).
- 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 Ovatina
 - 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 envez verde)

RAIZ

- TIPO DE RAIZ

- 1 Ramificado
- 2 Compacto

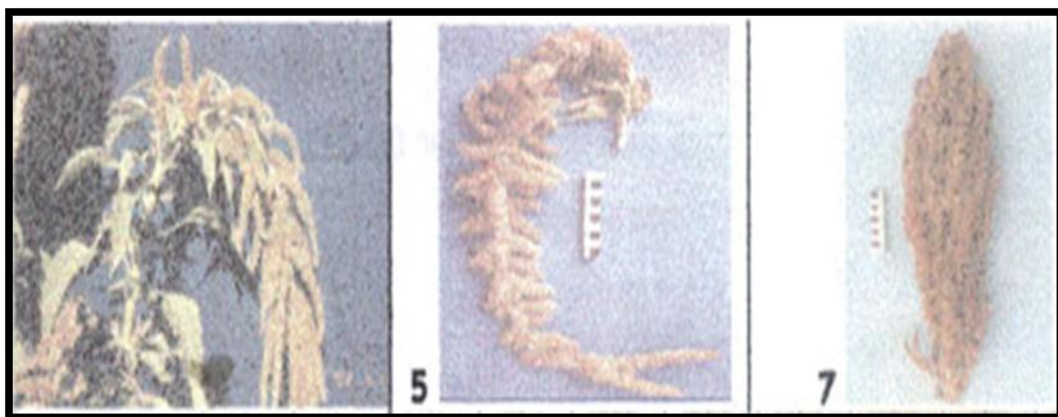
➤ INFLORESCENCIA O PANOJA

- LONGITUD DEL TALLO DE LA INFLORESCENCIA APICAL, (cm).
- LONGITUD DE LAS INFLORESCENCIAS LATERALES APICALES, EN (cm)
- 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



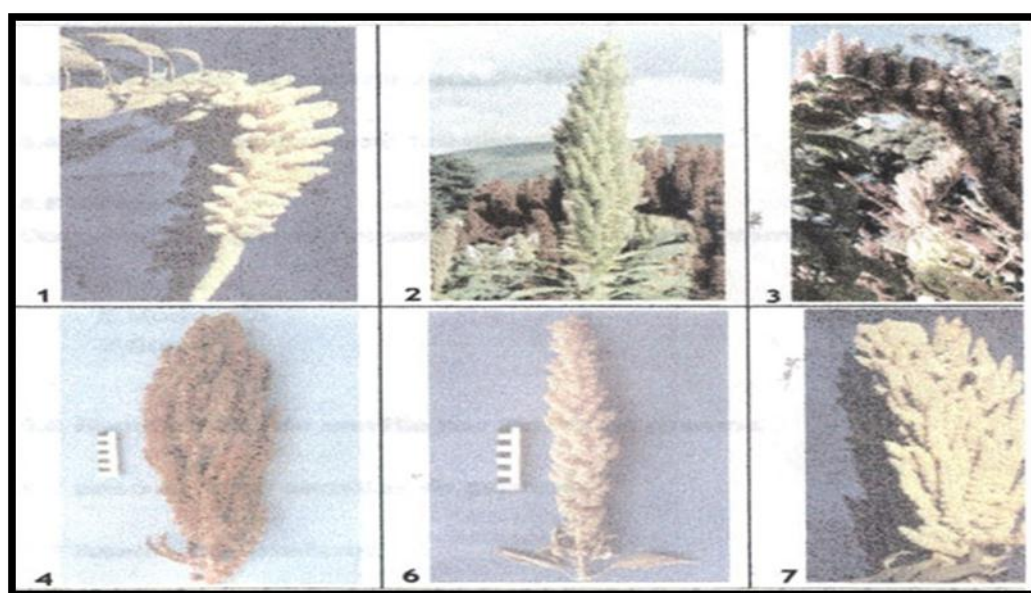
- ÍNDICE DE DENSIDAD DE LA INFLORESCENCIA

- 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 Translucida
 - 2 Opaca

- **FORMA DE LA SEMILLA**
 - 1 Redonda
 - 2 Elipsoide u ovoide.

Anexo 2.

Caracterización de 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	N° PARCELA	CÓDIGO y/o FAMILIA	PLANTA		TALLO		HOJA							RAIZ
			Habito crecimiento	Ind Ram	Pubescencia	Pigmentacion	Espinas Axila	Pubescencia Hj	Pigmentacion Hj	Forma Hj	Margen Hj	Prominencia Nervaduras	Picmentacion peciolo	tipo de Raiz
CKA-084	T1	CKA-084-1	erecto	no ramificado	escasa	verde con manchas moradas	ausente	ninguna	una franja verde claro	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
	T2	CKA-084-2	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	una franja verde claro	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
CKA-085	T3	CKA-085-1	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	eliptica	entero	rugosa	verde	ramificado
	T4	CKA-085-2	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
	T5	CKA-085-3	erecto	no ramificado	escasa	verde con manchas moradas	ausente	ninguna	una franja verde claro	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
	T6	CKA-085-4	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
CKA-087	T7	CKA-087-1	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	una franja verde claro	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
	T8	CKA-087-2	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	una franja verde claro	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
CKA-088	T9	CKA-088-1	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	eliptica	entero	suave	verde	ramificado
	T10	CKA-088-2	erecto	no ramificado	escasa	verde con manchas moradas	ausente	ninguna	una franja verde claro	eliptica	entero	rugosa	verde	ramificado
	T11	CKA-088-3	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	eliptica	entero	rugosa	verde	ramificado
CKA-089	T12	CKA-089-1	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	lanceolada	entero	rugosa	verde	ramificado
	T13	CKA-089-2	erecto	no ramificado	escasa	verde con manchas moradas	ausente	ninguna	verde comun	eliptica	entero	rugosa	verde	ramificado
	T14	CKA-089-3	erecto	no ramificado	escasa	verde con manchas moradas	ausente	ninguna	verde comun	eliptica	entero	rugosa	verde	ramificado
	T15	CKA-089-4	erecto	no ramificado	escasa	verde	ausente	ninguna	verde comun	eliptica	entero	rugosa	verde	ramificado

CULTIVAR	N° PARCELA	CÓDIGO y/o FAMILIA	INFLORESCENCIA					SEMILLA			EVALUACION		PLAGAS		ENFERMEDADES	EVALUACION	
			Forma Inf. Api.	Posic. Inflo. Api.	Prese. Inf. axilar	Ind. Dens. Inflo.	Color Inflo.	Color Sem.	Tipo Cubierta	Forma Semilla	Tasa Germi.	Derra. Sem. Camp.	Diabrotica	Pulgones	Rizoctonia	Reacción sequía	Reacción a la bajas temperaturas
CKA-084	T1	CKA-084-1	panoja con ramas	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	lenta	bajo	resistente	resistente	resistente	resistente	resistente
	T2	CKA-084-2	panoja con ramas	intermedia	ausente	intermedia	rosado crema	marron café	opaca	ovoide	lenta	bajo	resistente	resistente	resistente	resistente	intermedio
CKA-085	T3	CKA-085-1	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	rapida	bajo	resistente	resistente	resistente	resistente	resistente
	T4	CKA-085-2	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	negro brillante	opaca	ovoide	rapida	bajo	resistente	resistente	resistente	resistente	resistente
	T5	CKA-085-3	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado crema	negro opaco	opaca	ovoide	rapida	bajo	resistente	resistente	resistente	resistente	resistente
	T6	CKA-085-4	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado crema	negro brillante	opaca	ovoide	rapida	bajo	resistente	resistente	resistente	resistente	resistente
CKA-087	T7	CKA-087-1	panoja con ramas	intermedia	ausente	intermedia	rosado	negro opaco	opaca	ovoide	rapida	intermedio	resistente	resistente	resistente	resistente	susceptible
	T8	CKA-087-2	panoja con ramas	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	lenta	intermedio	resistente	resistente	resistente	susceptible	resistente
CKA-088	T9	CKA-088-1	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	rapida	intermedio	resistente	resistente	resistente	muy resistente	muy resistente
	T10	CKA-088-2	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	rapida	bajo	resistente	resistente	resistente	muy resistente	muy resistente
	T11	CKA-088-3	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	negro opaco	opaca	ovoide	lenta	bajo	resistente	resistente	resistente	muy resistente	muy resistente
CKA-089	T12	CKA-089-1	panoja con ramas	intermedia	ausente	intermedia	rosado crema	negro brillante	opaca	ovoide	lenta	intermedio	resistente	resistente	resistente	intermedio	resistente
	T13	CKA-089-2	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	negro brillante	opaca	ovoide	lenta	bajo	resistente	resistente	resistente	intermedio	resistente
	T14	CKA-089-3	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	rapida	bajo	resistente	intermedio	resistente	resistente	muy resistente
	T15	CKA-089-4	densa	intermedia	ausente	intermedia	rosado	marron café	opaca	ovoide	rapida	bajo	intermedio	intermedio	resistente	resistente	muy resistente

Anexo 3.

Caracterización de rendimiento de las 15 selecciones de achita de panoja rosada semi erecta (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Poblacion	Selección	Planta	Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000 semillas	Diámetro de semilla	Rendimiento
Tratamiento			cm	cm	cm	g	g	mm	Kg/ha
T	C	R	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
T1 CKA-084	CKA0841	1	118	33.5	7.2	87.2	0.480	0.845	2,834
	CKA0841	2	128	33.0	7.2	51.0	0.370	0.848	2,508
	CKA0841	3	110	34.0	5.5	35.0	0.390	0.852	2,182
	CKA0841	4	120	27.5	7.5	63.2	0.450	0.858	3,650
	CKA0841	5	128	27.5	7.8	54.0	0.370	0.845	2,198
	CKA0841	6	130	37.2	6.8	87.2	0.410	0.854	1,514
	CKA0841	7	110	25.2	6.5	47.2	0.400	0.862	908
	CKA0841	8	120	27.5	8.5	51.7	0.400	0.858	2,688
	CKA0841	9	103	20.0	6.2	143.0	0.410	0.855	6,424
T2 CKA-084	CKA0842	1	131	33.3	8.2	38.6	0.410	0.815	2,136
	CKA0842	2	129	33.0	9.8	52.0	0.440	0.819	2,896
	CKA0842	3	119	33.5	8.8	50.2	0.480	0.820	2,266
	CKA0842	4	127	36.8	8.8	85.2	0.460	0.818	3,880
	CKA0842	5	125	30.8	7.5	39.2	0.450	0.818	2,948
	CKA0842	6	110	35.0	7.5	75.9	0.440	0.822	1,986
	CKA0842	7	137	37.5	8.5	44.6	0.450	0.825	3,276
	CKA0842	8	113	30.0	6.2	65.4	0.450	0.832	3,904
	CKA0842	9	143	33.0	11.0	78.6	0.410	0.824	4,888
T3 CKA-085	CKA0851	1	120	30.1	8.1	36.0	0.480	0.961	2,312
	CKA0851	2	115	26.0	7.5	32.0	0.560	0.965	2,412
	CKA0851	3	124	30.0	11.0	52.0	0.500	0.962	3,746
	CKA0851	4	123	20.5	7.5	59.0	0.540	0.962	2,852
	CKA0851	5	134	26.2	7.5	75.0	0.510	0.963	4,706
	CKA0851	6	120	32.5	7.5	45.0	0.520	0.954	2,190
	CKA0851	7	127	18.0	9.2	64.0	0.550	0.948	4,598
	CKA0851	8	120	38.1	9.5	45.0	0.420	0.965	3,034
	CKA0851	9	134	25.3	8.5	66.0	0.520	0.965	3,612
T4 CKA-085	CKA0852	1	129	26.5	7.2	54.0	0.380	0.908	3,982
	CKA0852	2	127	38.0	6.2	53.0	0.510	0.904	2,224
	CKA0852	3	99	28.0	7.2	32.0	0.490	0.909	2,042
	CKA0852	4	120	23.0	8.5	31.5	0.420	0.922	1,876
	CKA0852	5	104	28.2	6.5	59.2	0.410	0.892	3,230
	CKA0852	6	120	33.0	7.3	29.1	0.530	0.890	1,436
	CKA0852	7	102	30.5	10.0	39.2	0.400	0.912	2,086
	CKA0852	8	132	38.4	8.0	73.2	0.460	0.895	3,242
	CKA0852	9	115	29.5	6.5	74.2	0.380	0.905	3,646
T5 CKA-085	CKA0853	1	117	29.5	5.2	82.5	0.450	0.892	5,648
	CKA0853	2	120	27.0	6.5	29.0	0.440	0.898	2,090
	CKA0853	3	127	35.0	9.5	55.0	0.450	0.905	3,304
	CKA0853	4	130	36.0	11.0	46.7	0.470	0.892	2,084
	CKA0853	5	102	20.5	6.2	54.8	0.490	0.898	3,108
	CKA0853	6	124	35.2	9.2	52.2	0.500	0.898	3,342
	CKA0853	7	118	17.2	6.5	67.5	0.480	0.886	3,866
	CKA0853	8	125	35.5	5.5	34.1	0.450	0.905	1,796
	CKA0853	9	104	40.5	6.0	21.5	0.440	0.912	2,034

Poblacion	Selección	Planta	Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000 semillas	Diámetro de semilla	Rendimiento
Tratamiento			cm	cm	cm	g	g	mm	Kg/ha
T	C	R	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
T6 CKA-085	CKA0854	1	110	28.5	7.1	46.0	0.380	0.865	1,906
	CKA0854	2	126	26.5	7.7	44.0	0.450	0.864	2,500
	CKA0854	3	118	28.2	5.5	51.0	0.390	0.869	2,580
	CKA0854	4	117	27.5	8.5	29.1	0.350	0.872	1,676
	CKA0854	5	125	39.5	5.2	54.4	0.440	0.865	2,070
	CKA0854	6	110	30.0	7.2	63.4	0.400	0.868	2,696
	CKA0854	7	110	35.2	5.2	36.3	0.470	0.872	1,842
	CKA0854	8	124	35.5	8.5	51.2	0.480	0.880	2,086
	CKA0854	9	117	30.0	10.0	57.7	0.390	0.870	2,776
T7 CKA-087	CKA0871	1	100	30.0	7.0	39.0	0.490	0.903	1,926
	CKA0871	2	109	34.0	8.0	36.0	0.460	0.886	1,882
	CKA0871	3	105	28.0	5.2	71.8	0.440	0.901	3,022
	CKA0871	4	98	22.5	5.5	47.2	0.470	0.905	1,164
	CKA0871	5	100	29.5	6.2	22.8	0.520	0.885	1,220
	CKA0871	6	107	24.5	6.5	66.4	0.460	0.888	2,910
	CKA0871	7	120	25.0	6.4	33.2	0.450	0.885	1,894
	CKA0871	8	115	26.5	6.6	37.2	0.480	0.890	1,460
	CKA0871	9	120	35.8	7.5	35.8	0.440	0.880	2,284
T8 CKA-087	CKA0872	1	130	40.0	10.0	68.8	0.380	0.827	1,188
	CKA0872	2	100	29.0	6.0	27.0	0.450	0.835	1,612
	CKA0872	3	82	29.0	6.0	43.0	0.410	0.842	1,970
	CKA0872	4	115	30.0	9.5	53.0	0.420	0.832	3,274
	CKA0872	5	89	30.0	7.5	30.9	0.450	0.845	856
	CKA0872	6	125	27.5	8.4	40.8	0.410	0.832	760
	CKA0872	7	73	26.5	6.4	71.9	0.440	0.838	4,680
	CKA0872	8	88	25.1	4.6	60.8	0.390	0.842	2,778
	CKA0872	9	107	28.4	7.9	29.4	0.500	0.838	1,582
T9 CKA-088	CKA0881	1	130	43.3	15.4	86.5	0.460	0.850	3,484
	CKA0881	2	134	24.0	8.0	38.0	0.510	0.983	1,672
	CKA0881	3	118	50.0	10.0	73.0	0.480	0.850	4,778
	CKA0881	4	120	33.6	8.1	91.0	0.520	0.890	2,910
	CKA0881	5	130	28.1	8.1	62.8	0.460	0.872	3,966
	CKA0881	6	127	30.5	7.2	94.0	0.450	0.870	5,884
	CKA0881	7	126	22.5	8.5	36.7	0.560	0.850	2,034
	CKA0881	8	120	24.5	8.5	36.0	0.520	1.023	2,356
	CKA0881	9	132	27.5	6.2	34.1	0.430	0.850	2,054
T10 CKA-088	CKA0882	1	127	30.2	9.6	40.3	0.510	0.848	2,282
	CKA0882	2	140	33.0	14.0	100.0	0.420	0.866	4,364
	CKA0882	3	130	37.0	8.2	110.0	0.400	0.868	3,250
	CKA0882	4	132	28.1	7.2	92.0	0.560	0.852	5,468
	CKA0882	5	138	25.4	9.5	66.0	0.460	0.860	4,018
	CKA0882	6	145	38.2	12.0	76.3	0.460	0.869	1,820
	CKA0882	7	117	26.5	8.2	44.0	0.430	0.869	2,776
	CKA0882	8	130	24.5	9.5	47.0	0.450	0.883	2,690
	CKA0882	9	125	23.3	8.3	114.0	0.380	0.872	4,274

Poblacion	Selección	Planta	Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Peso de 1000 semillas	Diámetro de semilla	Rendimiento
Tratamiento			cm	cm	cm	g	g	mm	Kg/ha
T	C	R	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
T11 CKA-088	CKA0883	1	100	35.4	8.2	67.0	0.420	0.841	2,112
	CKA0883	2	137	29.0	11.0	45.0	0.480	0.852	1,740
	CKA0883	3	140	36.0	8.0	46.0	0.460	0.845	2,218
	CKA0883	4	130	37.5	9.5	47.0	0.390	0.839	2,540
	CKA0883	5	147	28.5	10.0	62.0	0.520	0.850	4,026
	CKA0883	6	120	25.1	11.0	75.0	0.480	0.849	3,942
	CKA0883	7	115	33.6	10.0	74.0	0.450	0.845	3,118
	CKA0883	8	140	30.2	11.0	53.0	0.460	0.848	2,406
	CKA0883	9	135	37.2	9.5	62.0	0.480	0.845	2,438
T12 CKA-089	CKA0891	1	123	33.5	8.8	45.4	0.400	0.905	2,826
	CKA0891	2	130	30.0	8.0	37.0	0.440	0.902	2,390
	CKA0891	3	110	30.0	7.0	31.0	0.410	0.905	2,350
	CKA0891	4	110	33.0	6.6	28.4	0.370	0.908	2,076
	CKA0891	5	120	29.8	7.5	39.9	0.390	0.900	1,948
	CKA0891	6	118	35.8	7.5	30.3	0.390	0.895	2,004
	CKA0891	7	123	30.5	7.0	38.8	0.420	0.895	2,080
	CKA0891	8	110	32.2	8.5	35.2	0.380	0.898	1,668
	CKA0891	9	95	25.9	6.5	48.6	0.410	0.898	2,298
T13 CKA-089	CKA0892	1	80	39.5	8.5	69.2	0.430	0.835	1,218
	CKA0892	2	112	29.0	10.0	71.0	0.430	0.845	3,198
	CKA0892	3	114	35.5	8.2	33.0	0.430	0.840	1,984
	CKA0892	4	114	22.0	7.5	112.0	0.440	0.843	2,998
	CKA0892	5	111	27.5	7.5	37.0	0.420	0.840	2,338
	CKA0892	6	104	27.5	9.5	41.2	0.440	0.845	1,388
	CKA0892	7	116	22.5	8.3	38.0	0.440	0.835	1,532
	CKA0892	8	110	23.3	8.3	38.0	0.420	0.852	2,560
	CKA0892	9	117	30.0	7.5	42.0	0.450	0.838	2,368
T14 CKA-089	CKA0893	1	103	22.5	5.5	42.0	0.510	0.895	2,800
	CKA0893	2	133	34.0	10.0	84.0	0.530	0.882	4,436
	CKA0893	3	109	32.5	7.6	41.0	0.550	0.892	1,358
	CKA0893	4	110	35.5	6.4	60.0	0.490	0.886	2,134
	CKA0893	5	106	20.5	7.5	52.0	0.550	0.902	3,468
	CKA0893	6	107	33.0	7.2	28.0	0.560	0.880	1,688
	CKA0893	7	125	25.5	7.5	43.0	0.520	0.897	3,680
	CKA0893	8	120	25.5	7.7	36.0	0.440	0.883	2,006
	CKA0893	9	120	30.0	9.5	52.0	0.510	0.895	1,616
T15 CKA-089	CKA0894	1	102	33.5	10.1	52.0	0.410	0.869	1,746
	CKA0894	2	108	25.0	8.0	55.0	0.430	0.865	2,836
	CKA0894	3	128	34.0	12.0	69.0	0.410	0.878	3,104
	CKA0894	4	100	30.0	9.5	33.0	0.380	0.862	1,748
	CKA0894	5	120	26.8	8.5	35.0	0.430	0.858	2,070
	CKA0894	6	128	27.9	8.2	63.0	0.390	0.885	4,028
	CKA0894	7	118	23.0	8.5	74.0	0.420	0.868	2,812
	CKA0894	8	124	26.8	6.4	27.0	0.450	0.875	1,412
	CKA0894	9	120	29.5	12.0	56.0	0.440	0.872	2,844

Anexo 4.
Panel Fotográfico
Labores culturales realizadas



Foto 1. Preparación del terreno



Foto 2. Germinación



Foto 3. Germinación de la plántula



Foto 4. Abonamiento



Foto 5. Primero aporque



Foto 6. Aplicación de fungicida e insecticida



Foto 7. Desahije de las plantulas



Foto 8. Observación de las enfermedades



Foto 9. Segundo aporque



Foto 10. Evaluación y control



Foto 11. Aplicación de fungicidas e insecticidas



Foto 12. Campo experimental



Foto 13. Evaluación del panojamiento



Foto 14. Cosecha



Foto 15. Cartel en el campo experimental