

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

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



**CARACTERIZACIÓN Y SELECCIÓN DE CATORCE
COMPUESTOS VARIETALES DE ACHITA DE PANOJA BLANCA
DECUMBENTE (*Amaranthus caudatus* L.) CANAÁN
(2735 msnm) –AYACUCHO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

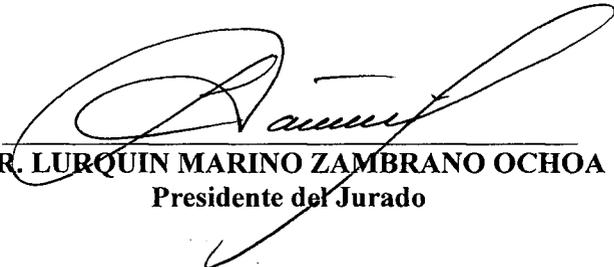
**PRESENTADA POR:
SONIA AYALA DÍAZ**

AYACUCHO - PERÚ

2011

**“CARACTERIZACIÓN Y SELECCIÓN DE CATORCE COMPUESTOS
VARIETALES DE ACHITA DE PANOJA BLANCA DECUMBENTE
(*Amaranthus caudatus* L.) CANAÁN (2735 msnm) – AYACUCHO”**

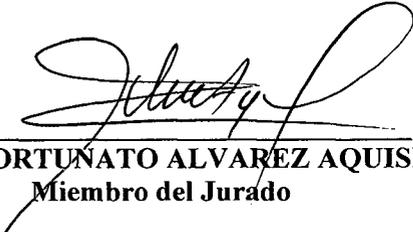
Recomendado : 12 de setiembre de 2011
Aprobado : 07 de octubre de 2011



DR. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado

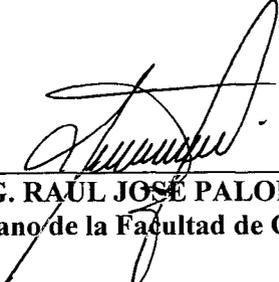


M.Sc. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



M.Sc. FORTUNATO ALVAREZ AQUISE
Miembro del Jurado

M.Sc. YURI GÁLVEZ GASTELÚ
Miembro del Jurado



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

DEDICATORIA

A Dios por ser el principal guía en el transitar de mi vida universitaria, en el desarrollo de esta tesis y lo seguirá siendo en el desconocido destino de mi existencia.

Con mucho cariño y afecto a mis padres Basilio y Celestina, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio han sido la fortaleza para lograr mis objetivos y aspiraciones.

A mis hermanos, Norma, Juana, Haydeé, Lidia, Maribel, David, Wilfredo, Néstor, y Edward por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

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

AGRADECIMIENTO

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

A la Facultad de Ciencias Agrarias de manera especial a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, a su plana de docentes por haber impartido sus conocimientos en mi formación profesional.

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

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

Así mismo expreso mi gratitud a todas aquellas personas que en algún momento me brindaron su apoyo y colaboración en la ejecución y desarrollo del presente trabajo de investigación.

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

INDICE

	PÁG.
INTRODUCCION	1

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	4
1.2 VALOR NUTRITIVO Y USOS DE LA ACHITA	6
1.3 TAXONOMIA	10
1.4 MORFOLOGIA DE LA ACHITA	11
1.4.1 Raíz	11
1.4.2 Tallo	11
1.4.3 Hoja	12
1.4.4 Inflorescencia	12
1.4.5 Fruto	14
1.4.6 Semilla	15
1.5 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	16
1.5.1 Altitud	16
1.5.2 Temperatura	16
1.5.3 Precipitación	18
1.5.4 Humedad	18
1.5.5 Fotoperiodo	19
1.5.6 Suelo	19

1.6 FENOLOGIA DEL CULTIVO	20
1.6.1 Emergencia	20
1.6.2 Dos hojas verdaderas	21
1.6.3 Seis hojas verdaderas	21
1.6.4 Ramificación	21
1.6.5 Inicio de panojamiento	21
1.6.6 Panojamiento	22
1.6.7 Inicio de floración	22
1.6.8 Floración	22
1.6.9 Grano lechoso	22
1.6.10 Grano pastoso	22
1.6.11 Madurez fisiológica	23
1.7 RENDIMIENTO	23
1.8 MEJORAMIENTO	24
1.8.1 Mejoramiento por selección	24
1.8.2 Mejoramiento por selección masal	25
1.8.3 Genética de la achita	28
1.9 ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO	30
1.9.1 Preparación del terreno	30
1.9.2 Siembra	30
1.9.3 Abonamiento	31
1.9.4 Desahije	31
1.9.5 Riego	32
1.9.6 Deshierbo	32

1.9.7 Aporque	33
1.9.8 Cosecha y trilla	33
1.10 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA ACHITA	34

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	36
2.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO	36
2.3 ANÁLISIS QUÍMICO Y FÍSICO DEL SUELO	37
2.4 CONDICIONES METEOROLÓGICAS	38
2.5 MATERIAL GENÉTICO	41
2.6 UNIDAD EXPERIMENTAL	42
2.7 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	42
2.8 TAMAÑO DE LA MUESTRA	43
2.9 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	44
2.9.1 Caracterización Morfológica	44
2.9.2 Caracteres de Precocidad	44
2.9.3 Caracteres de Productividad	46
2.10 ANALISIS GENÉTICO	47
2.10.1 Selección por caracteres	47
2.10.2 Cálculo de la Heredabilidad y Ganancia por selección	48
2.11 INSTALACION Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	49
2.11.1 Preparación de terreno	49
2.11.2 Delimitación del Campo Experimental	49

2.11.3	Desinfección de las Semillas	49
2.11.4	Abonamiento	49
2.11.5	Siembra	50
2.11.6	Desahije	50
2.11.7	Control de Malezas	50
2.11.8	Aporque	50
2.11.9	Riegos	51
2.11.11	Control Fitosanitario	51
2.11.12	Cosecha	52
2.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	52

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	53
3.2	CARACTERES DE PRECOCIDAD	70
3.2.1	Días a la Emergencia	71
3.2.2	Días a dos hojas verdaderas	71
3.2.3	Días a seis hojas verdaderas	71
3.2.4	Días a la Ramificación	71
3.2.5	Días al estado de Panojamiento	72
3.2.6	Días a la floración	72
3.2.7	Días al estado de grano lechoso	72
3.2.8	Días al estado de grano pastoso	73
3.2.9	Días a la madurez fisiológica	73

3.3 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD	74
3.3.1 Altura de planta	76
3.3.2 Longitud de panoja	78
3.3.3 Diámetro de panoja	80
3.3.4 Peso de panoja	82
3.3.5 Tamaño de grano	83
3.3.6 Peso de mil semillas	85
3.3.7 Rendimiento de grano	87
3.4 SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN	89
3.4.1 Selección por caracteres	89
3.4.2 Ganancia por selección	93
3.4.3 Respuesta a la selección	94

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	98
RESUMEN	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS	106

ÍNDICE CUADROS

CAPITULO	DENOMINACIÓN	PÁG.
Cuadro 3.1	Características morfológicas del Cultivar CKA-029 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	54
Cuadro 3.2	Características morfológicas del Cultivar CKA-090 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	55
Cuadro 3.3	Características morfológicas del Cultivar CKA-039 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	56
Cuadro 3.4	Características morfológicas del Cultivar CKA-038 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	57
Cuadro 3.5	Características morfológicas del Cultivar CKA-040 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	58
Cuadro 3.6	Características morfológicas del Cultivar CKA-071 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	59
Cuadro 3.7	Características morfológicas del Cultivar CKA-070 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	60
Cuadro 3.8	Características morfológicas del Cultivar CKA-078 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	61
Cuadro 3.9	Características morfológicas del Cultivar CKA-080 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	62
Cuadro 3.10	Características morfológicas del Cultivar CKA-081 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	63

Cuadro 3.11	Características morfológicas del Cultivar CKA-073 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	64
Cuadro 3.12	Características morfológicas del Cultivar CKA-082 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	65
Cuadro 3.13	Características morfológicas del Cultivar CKA-091 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	66
Cuadro 3.14	Características morfológicas del Cultivar CKA-021 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.	67
Cuadro 3.15	Características de precocidad de 14 cultivares de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja blanca decumbente. Canaán 2735 msnm - Ayacucho.	70
Cuadro 3.16	Cuadros medios del análisis de variancia de caracteres de productividad de 14 cultivares de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) de panoja blanca. Canaán 2735 msnm - Ayacucho.	75
Cuadro 3.17	Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	76
Cuadro 3.18	Prueba de Tukey para los promedios de la longitud de panoja de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	78

Cuadro 3.19	Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de panoja de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	81
Cuadro 3.20	Prueba de Tukey para los promedios del peso de panoja de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	82
Cuadro 3.21	Prueba de Tukey para los promedios del tamaño de grano de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	84
Cuadro 3.22	Prueba de Tukey para los promedios de peso de mil semillas de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	85
Cuadro 3.23	Prueba de Tukey para los promedios del rendimiento de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (<i>Amaranthus caudatus</i> L.).Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	87
Cuadro 3.24	Análisis de variancia de la regresión múltiple con selección de variables por el Método <i>Stepwise</i> , de peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea, en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	89

Cuadro 3.25	Análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple de, peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por planta, en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	90
Cuadro 3.26	Resumen de la selección <i>Stepwise</i> con las dos variables incluidas en orden de mérito en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	90
Cuadro 3.27	Rendimiento potencial de grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por el incremento de peso de panoja (g) y tamaño de grano (mm) en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	91
Cuadro 3.28	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	93
Cuadro 3.29	Promedio del rendimiento de grano $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y ganancia por selección en 14 cultivares de achita de panoja blanca (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán a 2735 msnm, Ayacucho.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO	DENOMINACIÓN	PAG.
Figura 3.1	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-029	54
Figura 3.2	Semilla y panoja del cultivar CKA-029	54
Figura 3.3	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-090	55
Figura 3.4	Semilla y panoja del cultivar CKA-090	55
Figura 3.5	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-039	56
Figura 3.6	Semilla y panoja del cultivar CKA-039	56
Figura 3.7	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-038	57
Figura 3.8	Semilla y panoja del cultivar CKA-038	57
Figura 3.9	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-040	58
Figura 3.10	Semilla y panoja del cultivar CKA-040	58
Figura 3.11	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-071	59
Figura 3.12	Semilla y panoja del cultivar CKA-071	59
Figura 3.13	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-070	60
Figura 3.14	Semilla y panoja del cultivar CKA-070	60
Figura 3.15	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-078	61
Figura 3.16	Semilla y panoja del cultivar CKA-078	61
Figura 3.17	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-080	62
Figura 3.18	Semilla y panoja del cultivar CKA-080	62
Figura 3.19	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-081	63
Figura 3.20	Semilla y panoja del cultivar CKA-081	63
Figura 3.21	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-073	64
Figura 3.22	Semilla y panoja del cultivar CKA-073	64
Figura 3.23	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-082	65
Figura 3.24	Semilla y panoja del cultivar CKA-082	65
Figura 3.25	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-091	66
Figura 3.26	Semilla y panoja del cultivar CKA-091	66
Figura 3.27	Etapa de madurez fisiológica del cultivar CKA-021	67

Figura 3.28	Semilla y panoja del cultivar CKA-021	67
Figura 3.29	Dendrograma de 14 cultivares de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) según 7 caracteres morfológicos	68
Figura 3.30	Regresión del rendimiento potencial de grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) con peso de panoja (g) y tamaño de grano (mm) en achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	92
Figura 3.31	Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de achita (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	95

INTRODUCCION

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

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

Los niveles de desnutrición en niños menores de 5 años son alarmantes

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

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

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

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

En este sentido la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Estación Experimental Agraria Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, a través del Programa de Cultivos Andinos viene realizando la recolección de semillas de achita en las diferentes partes de

nuestra región para su estudio básico orientado a maximizar su potencial agronómico, del cual se tomó 14 colecciones de achita de panoja blanca decumbente con los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Caracterizar y seleccionar catorce compuestos varietales de achita panoja blanca decumbente, mediante evaluación y análisis genético de características de las plantas, con fines de mejoramiento genético.

Objetivos específicos:

1. Efectuar la caracterización morfológica de 14 colecciones de achita de panoja blanca decumbente, mediante el uso de descriptores morfológicos, con fines de mejoramiento genético.
2. Evaluar las características de precocidad de 14 colecciones de achita de panoja blanca decumbente, mediante la observación de los estados fenológicos, con fines de mejoramiento genético.
3. Evaluar características de productividad de 14 colecciones de achita de panoja blanca decumbente, mediante mediciones de caracteres de rendimiento, con fines de mejoramiento genético.
4. Evaluar la selección por caracteres y la respuesta a la selección de 14 colecciones de achita de panoja blanca decumbente mediante análisis genético del rendimiento, con fines de mejoramiento genético.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCION

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

León (1964), menciona 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

Chagaray (2005), reporta que el género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y solo 15 especies provienen de las provincias de Europa, Asia, África y Australia.

Sumar (1993), afirma 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 de la achita que se conoce.
- ❖ La diversidad de nombres vulgares, en idiomas nativos, con los que se conoce la achita.
- ❖ Los indicios arqueológicos reportados por Macera, Mathos y Ravines al excavar las cuevas de Junín, en (Pachachamay y Panauloca), encontraron restos de vegetales como la tuna y el amaranto que al ser sometidos a las pruebas del carbono 14 evidencian una antigüedad de 12000 años a.c.

Así mismo haciendo referencia a la obra de Vavilov (1931) "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.

Carrasco (1988), refiere lo siguiente:

***Amaranthus caudatus* L.** Crece en zonas de Bolivia, Perú y Argentina.

Su altura es generalmente de 1.50 a 2.0 m. pero a veces tienen una tonalidad oscura, las semillas son generalmente blancas o amarillas.

Amaranthus cruentus L. Es una especie cuyo cultivo se encuentra entre los más antiguos del continente americano. Según los hallazgos realizados en México, se ha venido cultivando desde hace más de 5000 años, crece también en otras zonas de América Central, como Guatemala. Las flores de la planta son generalmente verde amarillentas o rojas; alcanza una altura de 1.50 a 2.20 m.

Amaranthus hypochondriacus L. Es una especie más común y de mayores rendimientos entre los amaranthus originario de México y América Central. Su domesticación probablemente fue posterior a la de *A. cruentus*. En cuevas de Tehuacán (México) se ha encontrado semillas cuya antigüedad se estima en más de 1600 años.

Las flores pueden ser rojas, verdes o combinación de ambos colores; su altura varía entre 1.50 a 2.50 m. La semilla es generalmente blanca. En la actualidad esta especie se cultiva en Nepal e India.

1.2 VALOR NUTRITIVO Y USOS DE LA ACHITA

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

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

nutritiva.

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

Early (1987), menciona que la kiwicha es muy nutritiva y tiene uno de los mejores balances de aminoácidos que cualquier grano conocido: (100 se considera el balance óptimo) kiwicha 75, soya 68, leche de vaca 72, trigo 60, maíz 44 y quinua 74. Si comparamos la kiwicha con los granos más comunes en la dieta peruana, se observa que en proteínas, la kiwicha supera a la mayoría de ellos.

Cuadro 1.1 comparación de valor nutricional de kiwicha

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

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

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

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

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

Chagaray (2005), reporta que el amaranto tiene múltiples usos tanto en la alimentación humana y animal como en la industria, medicina y en la ornamentación. Para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en forma de harina, ya sea tostada, reventada o hervida. Las hojas tiernas reemplazan a las hortalizas de hoja, y las plántulas (hasta la fase fenológica de ramificación) se consume en forma de hortalizas, para lo cual se hace hervir como si fuera espinaca o acelga y luego se puede licuar y obtener puré. Las hojas esteras y mezcladas con papas pueden ser consumidas directamente teniendo un sabor y aroma muy característico, agradable y peculiar. También las hojas enteras son utilizadas directamente en las sopas.

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

Sumar (1983), manifiesta que el uso del amaranto en el Perú se remonta a muchos años atrás, pero su consumo se reduce a algunos campesinos que habitan en el Callejón de Huaylas (Ancash), Paruro (Cusco).

Las semillas se colocan en un recipiente de barro fuertemente calentado; estas revientan a manera de maíz; estos granos reventados pueden molerse, obteniéndose así una harina muy agradable.

Salís (1985), afirma que el grano de achita puede emplearse como cereal en el desayuno, también para papillas y dulces, ventada por calefacción equivale al “pop-corn” de maíz, y aplastado, se convierte en hojuelas que entran en la composición del desayuno como avena tipo quaker.

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

1.3 TAXONOMIA

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	:	<i>Amaranthus caudatus</i> L.

El mismo autor menciona los nombres vulgares: “achis” (Norte del Perú), “achita”, “coyos” (centro del Perú) “coimi” (Perú, Bolivia y Argentina); “millmi” (Bolivia); “chaquilla” (Argentina); “achita” (Perú, centro y sur); “trigo inca” (nor oeste de Argentina), “quinua” y “quinua del valle” (Argentina).

1.4 MORFOLOGIA DE LA ACHITA

1.4.1 Raíz

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

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

1.4.2 Tallo

Sumar (1993), describe que la achita posee tallo generalmente fibroso, con fibras elásticas y esponjosas, que le permiten ceder sin romperse a la presión de los vientos fuertes. El color varía de acuerdo al ecotipo, entre el verde claro y el encarnado. La altura de la planta se halla determinada por su eje principal. El tamaño total de la planta oscila entre los 60 y 280 cm.

En cuanto a la arquitectura de la planta se reconocen las siguientes tipos:

erectos, semierectos, decumbentes, con inflorescencia única y terminal, con ramas que nacen cerca de la base del tallo y con ramas que se ubican a lo largo del tallo.

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 púrpura; el peciolo es largo y también de variados colores.

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

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

1.4.4 Inflorescencia

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

La inflorescencia tiene formas y combinaciones de sí misma, como la

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

- 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:

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

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

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

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.

Reconoce tres variedades: Albiflores, semillas blancas, e inflorescencia verde; Sanguineus, de semillas blancas e inflorescencia de color rosado a púrpuras; Alepecuroides, de semillas negras al rojo oscuro e inflorescencia verdes, rojos y/o púrpuras.

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 óvulo y tres ramas estigmáticas de diferentes tamaños y formas.

1.4.5 Fruto

Sumar (1993), afirma que el fruto es un pixidio (una cápsula de

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

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

1.4.6 Semilla

Carrasco (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 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 1000 y 3000. Son de forma circular y de colores variados, así existen granos blancos, blanco amarillentos, dorados, rosados, rojos y negros. Todas las especies silvestres presentan granos negros y de cubiertas muy duras. Anatómicamente en el grano se distinguen tres partes principales: la

cubierta, que es una capa de células muy fina conocida como episperma, una segunda capa que está formada por los cotiledones y es la parte más rica en proteína y una capa interna, rica en almidones conocida como perisperma.

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.

1.5 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

1.5.1 Altitud

Montero (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*.

Sumar (1993), menciona que la kiwicha es un cultivo promisorio para las tierras secas (áreas con 500 a 700 milímetros de pluviosidad por año), desde las tierras ubicadas a nivel del mar hasta aproximadamente los 3000 metros de altura. Los mayores éxitos en el cultivo de la achita se han logrado en el valle interandino de Urubamba, en el departamento del Cusco, que se ubica entre los 2800 y 3000 msnm.

1.5.2 Temperatura

Sumar (1993), afirma que la temperatura del suelo, óptima para la germinación de la achita, es de alrededor de 18°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.

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

Montero (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.

Nieto (1990), menciona que a nivel experimental se ha observado que la germinación de semilla es óptima a 35°C la mayor eficiencia fotosintética se produce a los 40°C el límite inferior de temperatura para que el cultivo cese su crecimiento parece ser 8°C y para que sufra daños fisiológicos 4°C es decir, el cultivo no tolera las bajas temperaturas, peor las heladas. En general todas las especies prosperan muy bien en ambientes con alta luminosidad.

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

temperaturas que otros cultivos de grano pero no toleran heladas. Su temperatura óptima es de 21°C a los 28°C pero las máximas se encuentran entre los 35°C y los 40°C. La temperatura del suelo, óptima para la germinación de la achita es de alrededor de 18°C.

http://www.peruecologico.com.pe/flo_kiwichaamaranthuscaudatus_1.ht

1.5.3 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 origen (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.

1.5.4 Humedad

Nieto, (1989), señala que es un cultivo que requiere de humedad adecuada en el suelo durante la germinación de las semillas y el crecimiento inicial, pero luego de que las plántulas se han establecido prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada, de hecho prosperan muy bien en ambientes secos y calientes que en ambientes con exceso de humedad. Mientras muchas especies utilizadas como verdura dan abundante producción de biomasa en ambientes con hasta 3000 mm de precipitación por año, las especies productoras de grano dan

cosechas aceptables en ambientes con 300 o 400 mm. de precipitación anual. La condición ideal de humedad del suelo para la germinación de la achita está dada por el estado de control de capacidad del campo. La cantidad de agua durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm. Después de la maduración las humedades pueden producir algunos daños en el grano, cuya integridad depende de la cantidad de lluvia, humedad del aire y temperatura. Si por largos periodos el tiempo es húmedo, se desarrollaran hongos y algas que pueden deteriorar el grano. (<http://www.peruecologico.com.pe/f>).

1.5.5 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.

Hauptli (1980), menciona que los amarantos graníferos son en general de días cortos, aunque son poco sensibles a la duración de la luz, mostrando gran plasticidad en los diferentes ambientes pudiendo florecer con un fotoperiodo de 12 a 16 horas.

1.5.6 Suelo

Nieto (1990), afirma que el género *Amaranthus*, se adapta a una amplia gama de tipos de suelo, sin embargo, las especies productoras de grano, prosperan mejor en suelos bien drenados con pH neutro o alcalino (generalmente superior a 6), no así las especies cultivadas como verdura que prefieren suelos fértiles, con abundante materia orgánica y con pH

más bajo. En general se ha demostrado que muchas especies toleran muy bien ciertos niveles de salinidad en el suelo, sin embargo hay especies como *A. tricolor* que también prosperan en suelos con altos niveles de aluminio (suelos ácidos).

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

- ❖ Estructura adecuada para facilitar el drenaje.
- ❖ Presencia balanceada de macronutrientes y micronutrientes.
- ❖ Abastecimiento apropiado de agua.

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 FENOLOGIA DEL CULTIVO

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

1.6.1 Emergencia

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

cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm. de largo. Esta fase ocurre de los 8 a 15 días después de la siembra.

1.6.2 Dos hojas verdaderas

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

1.6.3 Seis hojas verdaderas

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

1.6.4 Ramificación

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

1.6.5 Inicio de panojamiento

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

1.6.6 Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas notándose la ramificación floral que la conforma, asimismo se observa en los racimos florales de la base, los botones individualizados; ello ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra.

1.6.7 Inicio de floración

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

1.6.8 Floración

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

1.6.9 Grano lechoso

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

1.6.10 Grano pastoso

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

1.6.11 Madurez fisiológica

Es cuando las plantas a una estimación visual, adquieren un cambio de color en panojas verdes a color oro y en panojas rojas a color café rojizo, observándose en un 50% de plantas referidas a una determinada población; ello ocurre de los 140 a 170 días después de la siembra, caso contrario ocurre deshincencia de la semilla; es el momento de efectuar la siega.

1.7 RENDIMIENTO

Aedo (1989), en un estudio sobre fenología y rendimiento de 14 cultivares de achita obtuvo un rango de 3762.22 a 6328.88 kg.ha⁻¹.

Avilés (1990), en su estudio de seis acciones de achita obtuvo rendimientos que oscilan entre 3122.91 y 1393.25 kg.ha⁻¹.

Salís (1985), manifiesta que los rendimientos de los ensayos efectuados oscilan entre 650 y 2900 kg.ha⁻¹ y que se puede lograr un promedio de 2000 kg.ha⁻¹ en suelos ricos en materia orgánica complementando con una buena preparación de terreno.

Pariona (1992), en sus estudios de 24 colecciones de achita en Guayacondo - Ayacucho, obtuvo rendimientos que oscilan entre 4183.33 a 2928.57 kg.ha⁻¹ para la colección de Oscar blanco un rendimiento de 3819.05 kg.ha⁻¹.

Cacñahuaray (1996), en su estudio de determinación de la época crítica de competencia de maleza en achita, halla rendimientos de 5.53 Tn.ha⁻¹ para un deshierbo continuo hasta la madurez fisiológica, seguido de 5.29 Tn.ha⁻¹, para un deshierbo hasta la cuarta semana y contrariamente un

rendimiento de 0.89 Tn.ha⁻¹ para un tratamiento sin deshierbo.

Palacios (1997), es un estudio preliminar sobre el efecto de la decapitación apical en el rendimiento de 38 entradas de achita, en Canaán – Ayacucho, obtiene en la variedad Oscar blanco: 5660.60 kg.ha⁻¹ (sin decapitación), 6963.90 kg.ha⁻¹ (primera decapitación) y 5958.90 kg.ha⁻¹(segunda decapitación), cuya densidad de plantas fue 1m entre surcos y 10 cm entre plantas.

Núñez (2006), obtuvo un rendimiento de 800-3600 kg.ha⁻¹ con el cultivar CCA – 013 (colección Canaán achita – 013) procedente del distrito de Vinchos.

Tenorio (1996), en condiciones de Canaán - Ayacucho, a 2750 msnm con siete colecciones de achita procedentes de la localidad de compañía obtuvo los siguientes rendimientos:

ORDEN DE MÉRITO	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

1.8 MEJORAMIENTO

1.8.1 Mejoramiento por selección

Larcher (1976), menciona que, este tipo de mejoramiento se debe a una continuidad de selección por varias generaciones, hasta agotar el diferencial de selección y partiendo siempre de la mezcla balanceada del

ciclo anterior. Se evalúan los ciclos en ensayos de rendimiento y las mezclas balanceadas de cada ciclo, incluyendo la variedad original y algunos híbridos como testigo, con el fin de determinar la ganancia debido a la selección.

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 donde 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.

1.8.2 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. La eficacia de la selección masal depende de la precisión con que el fenotipo refleja al genotipo. Esta selección ha sido eficaz a través de la separación y acumulación de genes para caracteres cuantitativos que podrían apreciarse a simple vista, o medirse con facilidad, y que, por lo tanto, podrían utilizarse como base de selección. En el maíz de polinización libre fue posible obtener variedades con diferente precocidad, altura de planta, tamaño de la mazorca, tipo de los granos, porcentaje de aceite, y características similares por medio de una continuada selección masal. Es desde luego necesario que para la selección masal sea eficaz, los genes para esas diferencias existan en la población mezclada. Dando por hecho que estén presentes las variaciones hereditarias necesarias, el grado de progreso dependerá en mayor o menor grado de la habilidad del fitogenetista para escoger plantas diferentes, tanto genotípicamente como fenotípicamente. La selección masal no ha sido especialmente eficaz para mejorar caracteres como el rendimiento que fluctúa ampliamente con las condiciones

ambientales, y por lo tanto no pueden ser identificados con precisión, por la simple observación del fenotipo. La ventaja principal del método de selección masal es su simplicidad y la facilidad con que se puede llevar a cabo. Además de usarse para la formación de nuevas variedades, la selección masal se puede usar para mantener la pureza de las variedades de las especies de polinización cruzada. La selección masal ha sido un método común para mantener fuentes de la semilla de variedades de maíz con polinización abierta. La selección masal es probablemente el sistema de selección más antigua que se conoce, pues consiste en tomar la semilla de los individuos seleccionados, mezclarla y sembrarla toda junta para formar con ella una nueva población, en la cual se vuelve a repetir el proceso. El efecto de la selección repetida sobre una población alógama es el de desviar la composición genética de la población y, consecuentemente, el resultado de la selección masal depende de lo eficiente que sea el sistema de selección para lograr desviar esta composición genética en el sentido deseado. Cuando la selección se lleva a cabo mediante la observación de caracteres que son poco afectados por los medios ecológicos y fácilmente visibles, la selección masal puede ser sumamente eficaz, aunque definitivamente será más o menos tardado, según que el carácter este determinado por varios factores tenga una tendencia a dominancia o recesividad.

1.8.3 Genética de la achita

Allard (1980), menciona que la achita presenta amplia variación genética y diversidad de formas de la planta, desde erecta hasta completamente

decumbente. Muestra gran variación en el color del grano, precocidad, contenido de proteína, tipos de panícula, adaptación a suelos, climas, precipitación, temperaturas, resistencia a enfermedades y contenido en colorantes. La mayor variación genética se observa en los Andes (Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina). El porcentaje de alogamia varía entre el 10 y el 50 por ciento, incluso entre individuos de una misma población. El cruzamiento depende del viento, número de insectos polinizadores, producción de polen. El género *Amaranto* es un cultivo predominantemente de autopolinización con cantidades variables de alogamia. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas en ambiente aislado controlando la cantidad de polinización cruzada. Se han desarrollado líneas uniformes en solo unas generaciones de autopolinización y selección. Algunas de estas líneas están disponibles en programas de mejoramiento en las que pueden combinarse los caracteres útiles seleccionando del germoplasma reunido. Se han documentado las técnicas básicas para la emasculación y polinización.

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

de cada glomérulo es estaminada y el resto son pistiladas. La mayoría de los *Amaranthus* son polinizadas por el viento.

1.9 ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO

1.9.1 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 permite que las semillas germinen y emerjan sin dificultad.

1.9.2 Siembra

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

Montero (1994), afirma que cuando la época es muy lluviosa, es preferible colocarlas semillas a un costado del surco para evitar el arrastre.

También se puede hacer siembras mecánicas, utilizando las sembradoras de hortalizas o de pastos como alfalfa o trébol. La

densidad de siembra varía entre 2 a 6 kg.ha⁻¹, cuando la siembra es mecanizada y hasta 10 kg.ha⁻¹ cuando es manual.

1.9.3 Abonamiento

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

1.9.4 Desahije

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.

Montero (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 cuando el cultivo es para cosechar su grano y hasta 80 o 100 plantas cuando es para verdura. Sin embargo, también se puede prescindir el raleo, lo que da lugar a cultivos densos cuyas plantas crecen poco y producen menos, pero el rendimiento es compensado por el número de panojas.

1.9.5 Riego

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

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

1.9.6 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.

Nieto (1989), afirma que el cultivo presenta un crecimiento lento al comienzo del ciclo, por lo que es necesario realizar el deshierbo, sobre todo en sitios con abundantes malezas para evitar la competencia. Luego

del primer mes de cultivo crecerá rápidamente y cubre el suelo, impidiendo el desarrollo de malezas; sin embargo también es aconsejable una labor de aporque, la misma que servirá de segunda deshierba.

1.9.7 Aporque

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

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

1.9.8 Cosecha y trilla

Barros (1997), menciona que la planta presenta signos de madurez, cuando las hojas están secas en la base y amarillentas hacia el ápice de la planta y granos secos en la panoja, con cierta dehiscencia en la base de la misma. Se puede realizar la siega con hoz y formar gavillas para luego trillar, esta labor se puede realizar manualmente, golpeando las panojas o con la ayuda de una trilladora estacionaria. Se han reportado cosechas exitosas, utilizando las cosechas combinadas, las que realizan el corte en el campo al mismo tiempo; sobre todo cuando el cultivo presenta cierta uniformidad y las plantas no presentan panojas

decumbentes.

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

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

1.10 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA ACHITA

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

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

la raíz durante el periodo de crecimiento; los micoplasmas provocan filodia en las flores, los hongos se controlan a través de fungicidas dirigiendo la aplicación al cuello de la planta.

Reporta las siguientes enfermedades en el cultivo de la kiwicha:

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

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

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

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

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°10' 09" Latitud Sur y 74°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 ANTECEDENTES DEL TERRENO

Durante la campaña anterior se instaló el cultivo de trigo destinada a la producción de granos. De acuerdo a la fisiografía se observa que los terrenos de la Estación Experimental Canaán son de una profundidad casi superficial cuyo relieve es ligeramente mediano lo que favorece para la aplicación de riegos superficiales.

2.3 ANÁLISIS QUÍMICO Y FÍSICO DEL SUELO

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

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

Cuadro 2.1: Análisis Físico Químico del suelo de Canaán 2009

	COMPONENTES	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICOS	Materia orgánica (%)	1.27	Pobre
	N total (%)	0.07	Pobre
	P disponible (ppm)	25.55	Alto
	K disponible (ppm)	122.55	Alto
	PH	7.50	Alcalino
FÍSICOS	Arena (%)	35.28	
	Limo (%)	16.85	
	Arcilla (%)	45.4	
	Clase textural	Franco arcilloso	

Fuente: Laboratorio de Suelos Pastos y Ganadería (UNSCH)

De acuerdo a la interpretación de Ibáñez y Aguirre (1983) el contenido de nitrógeno es bajo, siendo el fósforo y potasio alto; con respecto a la clase textural, esta corresponde al tipo franco arcilloso.

A partir de este análisis de suelo, sumado a las recomendaciones del INIA se eligió la fórmula de abonamiento de 80-60-40 de NPK, que corresponde a 130 kg. de Fosfato Diamónico (46% P_2O_5 y 18% N), 127 kg. de Urea (45% N) y 67 kg. de Cloruro de Potasio (60% K_2O); cálculo realizado en base a una hectárea.

2.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

Los datos climáticos fueron tomadas de la Estación Meteorológica de Canaán (SENAMI), ubicada a una altitud de 2735 msnm; donde se registraron precipitaciones y temperaturas máxima media y mínimas mensuales. En base a estos datos se procedió a calcular el balance hídrico siguiendo la metodología recomendada por la **ONERN (1976)**, el que se presenta en el cuadro 2.2 y figura 2.1. Durante la ejecución del presente trabajo de investigación, se manifestaron comportamientos meteorológicos diferentes que fueron como la precipitación alta en los meses de febrero (58 mm.) y marzo (57 mm.), superando la evapotranspiración lo cual nos indica que hubo exceso de humedad en el suelo y en los meses (abril, mayo, junio), hubo déficit de humedad en el suelo por lo que fue necesario la aplicación de riegos para que el cultivo no sufra estrés.

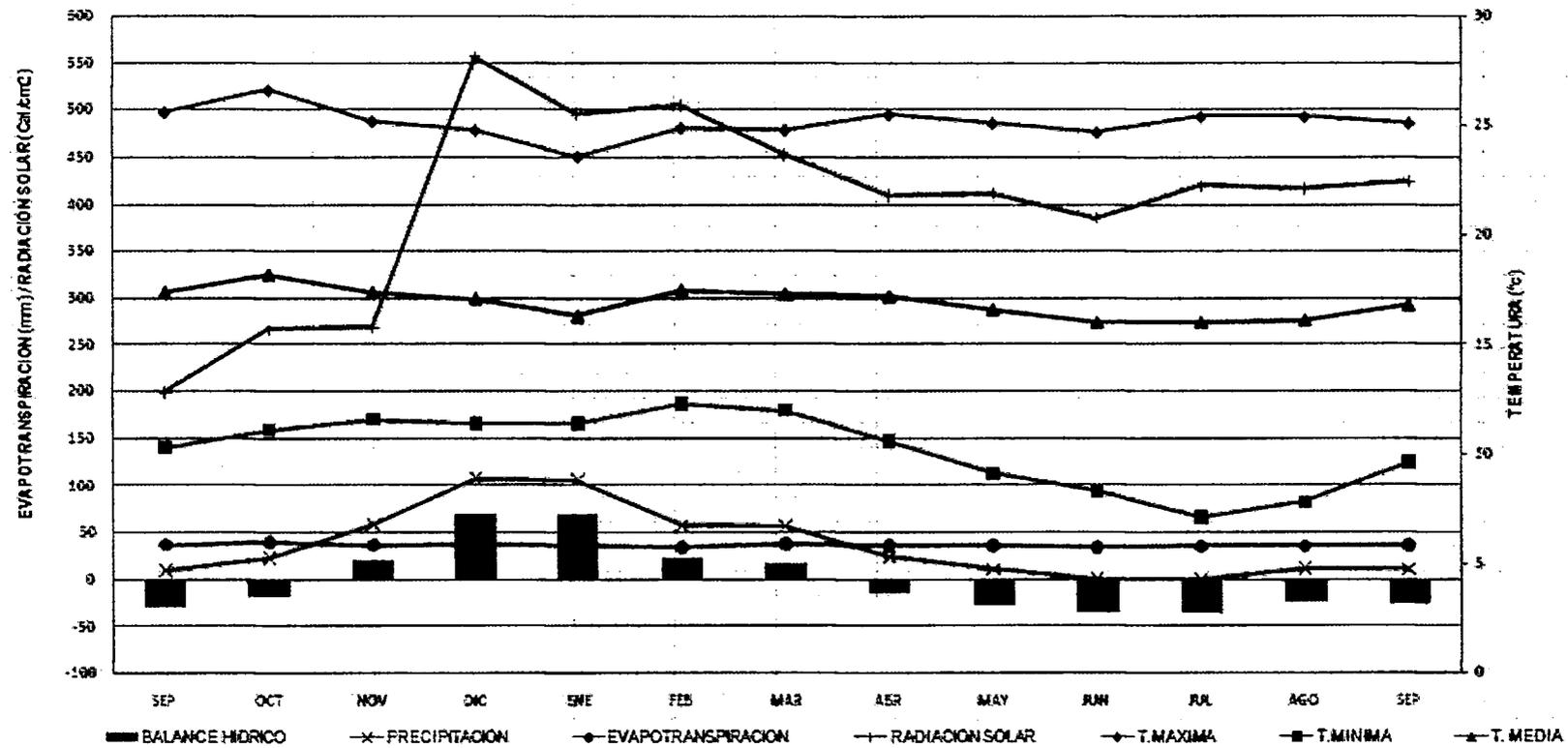


Figura 2.1: Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009-2010, de la Estación Meteorológica de Canaán (senami)-Ayacucho.

2.5 MATERIAL GENETICO

El material genético está compuesto de 14 colecciones de achita de panoja blanca decumbente procedentes de las distintas partes de nuestra región, las mismas que fueron seleccionadas por la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, mediante su Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos, adicionalmente se incluyo un compuesto formado por la mezcla balanceada de los 14 colecciones de base, los cuales se detallan en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3: Materiales del experimento 14 cultivares

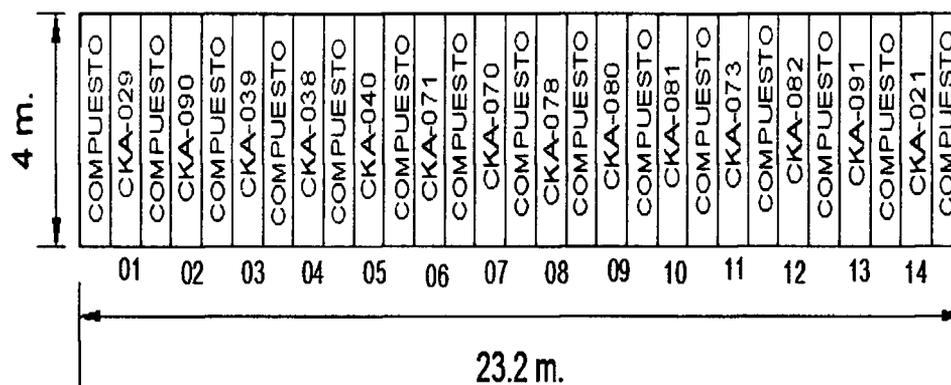
CULTIVAR	PROCEDENCIA		
	Localidad	Distrito	Provincia
CKA-029	CHILINGA	SAN MIGUEL	LA MAR
CKA-090	CHILCACCASA	ACOS VINCHOS	HUAMANGA
CKA-039	SUSO	QUINUA	HUAMANGA
CKA-038	SUSO	QUINUA	HUAMANGA
CKA-040	CHILCACCASA	ACOS VINCHOS	HUAMANGA
CKA-071	SUSO	QUINUA	HUAMANGA
CKA-070	SUSO	QUINUA	HUAMANGA
CKA-078	IGUAIN	HUANTA	HUANTA
CKA-080	ACOS VINCHOS	ACOS VINCHOS	HUAMANGA
CKA-081	ACOS VINCHOS	ACOS VINCHOS	HUAMANGA
CKA-073	SUSO	QUINUA	HUAMANGA
CKA-082	CHIHUAMPAMPA	QUINUA	HUAMANGA
CKA-091	CCOCHANI	HUAMANGUILLA	HUANTA
CKA-021	SUSO	QUINUA	HUAMANGA

2.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformada de una planta de achita, para tal propósito se instalaron plantas sembradas en 1 surco de 4 m. de largo, 0.80 m. de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 6 kg. ha^{-1} , en el desahije se dejaron aproximadamente 15 a 20 plantas por metro lineal.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Las características del campo experimental se detallan a continuación:



Características del campo experimental:

Longitud del campo	: 23.2 m.
Ancho del campo	: 4.0 m.
Distancia entre surcos	: 0.80 m.
Número de surcos	: 29
Área total del experimento	: 92.8 m^2

Compuesto varietal : mezcla proporcionada de 14 colecciones de achita panoja blanca decumbente.

2.8 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Cada población base estuvo formada como mínimo de 64 plantas, excepto el compuesto que estuvo formada de 960 plantas. El tamaño de muestra estuvo basado en las correspondientes fórmulas de tamaño de muestra.

Tamaño de muestra para caracteres cualitativos:

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

Donde:

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

Tamaño de muestra para caracteres cuantitativos:

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)\left(\frac{B}{Z}\right)^2 + \sigma^2} = \frac{64*144}{(64-1)\left(\frac{5}{1.96}\right)^2 + 144} = 16$$

- ❖ N= Tamaño de la población
- ❖ σ^2 =Variancia de la población
- ❖ Z= 1.96 valor de Z para 95% de confianza
- ❖ B= Error absoluto

En resumen, para caracteres cualitativos se tomará una muestra de 10 plantas, mientras que para caracteres cuantitativos se tomarán 16 plantas.

2.9 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

2.9.1 Caracterización Morfológica

Con la finalidad de registrar las características de alta heredabilidad que puedan observarse fácilmente y sean capaces de expresarse en cualquier medio ambiente se hizo uso de descriptores proporcionados por el IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos) de caracterización para la achita, elaborado por el Dr. S.K. Jain Range of Science Department, University of California, USA-2003.

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

2.9.2 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 teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% + 1 de las plántulas presentaron las dos hojas verdaderas.
- ❖ **Días al estado de seis hojas verdaderas.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% + 1 de las plántulas presentaron las seis hojas verdaderas.

- ❖ **Días a la ramificación.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que en el 50 % + 1 de las plántulas se observaron ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo.
- ❖ **Días al panojamiento.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron la inflorescencia que sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman.
- ❖ **Días a la floración.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron flores.
- ❖ **Días al estado de grano lechoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja y que al ser presionados explotaron dejando salir un líquido lechoso.
- ❖ **Días al estado de grano pastoso.** Se determinó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron las semillas que al ser presionados presentaron una consistencia pastosa de color blanquecino.
- ❖ **Días a la Madurez fisiológica.** Se registró los días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta que el 50 % + 1 de las plantas presentaron

madurez fisiológica, el cambio de color de la panoja fue el indicador utilizado. En panojas blancas, cambiaron de color blanco a amarillo pálido.

2.9.3 Caracteres de Productividad

Las siguientes observaciones se realizaron en 16 plantas igualmente competitivas, que fueron tomadas al azar de los surcos centrales.

- ❖ **Altura de planta (cm).** Este parámetro se evaluó en la madurez fisiológica, desde cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja.
- ❖ **Longitud de la panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica desde la base al ápice de la panoja hasta el ápice de la panoja central.
- ❖ **Diámetro de panoja (cm).** Se evaluó en la madurez fisiológica, la parte más ancha de la panoja.
- ❖ **Peso de panoja (g).** se evaluó en la cosecha a las panojas seleccionadas con la ayuda de una balanza analítica de precisión.
- ❖ **Tamaño de grano (mm).** Se procedió a medir el tamaño de los granos con la ayuda de un vernier.
- ❖ **Peso de 1000 semillas (g).** Se procedió a contar mil semillas para luego pesar en la balanza analítica de precisión.
- ❖ **Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).** En este caso se determinó el peso total de grano limpio mediante el peso total de granos, libres de impurezas de cada una de los surcos, y se calculó el rendimiento por hectárea con regla de tres simple.

2.10 ANALISIS GENETICO

2.10.2 Selección por caracteres

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

El procedimiento general consiste en los siguientes pasos:

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

2.10.2 Cálculo de la heredabilidad y ganancia por selección

Esquema del análisis de la variancia

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
cultivar	10	CMc
Error	99	CMe
Total	109	

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

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

Variancia fenotípica= Variancia ambiental + variancia genética

Calculo de la heredabilidad:

$$\text{Donde: } h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_E^2}$$

- ❖ h^2 =Heredabilidad
- ❖ σ_g^2 =Variancia genética
- ❖ σ_E^2 =Variancia ambiental
- ❖ r =Número de repeticiones

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

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

- ❖ $\bar{X}S$ =Promedio del rendimiento de la selección
- ❖ $\bar{X}P$ =Promedio del rendimiento poblacional
- ❖ h^2 = heredabilidad

2.11 INSTALACION Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

2.11.2 Preparación de Terreno

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

2.11.3 Delimitación del Campo Experimental

Se delimitó mediante el estacado y marcado el 20 de febrero del 2010, de acuerdo al croquis del campo experimental. Los materiales empleados fueron la cinta métrica, estaca, yeso y cordel; con los cuales se procedieron a dividir las parcelas, los surcos estuvieron distanciados a 80 cm.

2.11.3 Desinfección de las Semillas

Esta labor fue realizada el 21 de febrero del 2010 en la cual las semillas fueron desinfectadas con el producto VITAVAX (parachupadera) con una dosis de 5 gr.kg^{-1} , con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso, para tal efecto se utilizó un recipiente pequeño de plástico con agua en donde se procedió a humedecer las semillas para luego espolvorear el producto removiendo constantemente hasta lograr que el producto cubra las semillas por completo, para finalmente llevar a orear al sol durante dos a tres minutos.

2.11.4 Abonamiento

El abonamiento se realizó el mismo día de la siembra (22 de febrero del 2010) empleando la fórmula de abonamiento de 80-60-40 de N-P-K. Los fertilizantes requeridos fueron 127 kg. de urea (45 % N), 130 kg. de fosfato di

amónico (46% P₂O₅ y 18 %N), 67 kg. de cloruro de potasio (60% K₂O), cálculo realizado en base a una hectárea. La mezcla se aplicó a chorro continuo en el fondo de los surcos procediéndose luego a cubrir con una delgada capa de tierra. El N se aplicó en 2 partes (en la siembra y en el aporque). El fósforo se aplicó todo a la siembra, lo mismo que el potasio.

2.11.5 Siembra

La siembra se llevó a cabo el 22 de febrero de 2010 en forma manual, a chorro continuo en los surcos de las unidades experimentales a una densidad de 6 kg. de semilla por hectárea. Luego se procedió a cubrir con una ligera capa de tierra.

2.11.6 Desahije

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

2.11.7 Control de Malezas

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

2.11.8 Aporque

El aporque se realizó en forma manual el 24 de marzo de 2010, a los 30 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron una altura de 30

cm. Esta actividad se aprovechó para la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno; procediéndose a cubrir la base de las plantas con cantidad suficiente de suelo, para un mayor sostenimiento y anclaje de las plantas.

2.11.9 Riegos

La aplicación de los riegos adicionales en el presente trabajo de investigación, se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo las que se determinaron mediante observaciones directas en el campo, la frecuencia de riegos adicionales se efectuaron por gravedad a los 49, 64 y 79 días después de la siembra.

2.11.10 Control Fitosanitario

a) Plagas

Durante los primeros dos meses se tuvo problema de insectos coleópteros (*diabrotica sp*), lo cual se procedió a controlar en tres oportunidades con el producto CYPERKLIN 25 CE (*cipermetrina*) con una dosis de 15 ml. y un adherente de 5 ml. para una mochila de 15 litros. Siendo las fechas de aplicación el 08 de marzo (14 días después de la siembra), 22 de marzo (28 días después de la siembra) y 5 de abril (42 días después de la siembra) del 2010.

b) Enfermedades

Durante los primeras etapas del cultivo se tuvo problema de enfermedades fungosas lo cual se procedió a controlar con el producto RIDOMIL® GOLD MZ 68 WG (*Metaxyl-M*), con una dosis de 36 gramos y un adherente de 5

cc para una mochila de 15 litros. Se realizó el control al momento de la germinación, en el desahije y en el momento del aporque.

2.11.11 Cosecha

La cosecha se realizó el 30 de junio (127 días después de la siembra) del 2010. Se procedió a cortar las panojas seleccionadas guardando las panojas en costales con su respectiva etiqueta de identificación. El secado se hizo al sol sobre mantones, posteriormente se procedió a la trilla en forma manual, luego de ventear se procedió a pesar las muestras en una balanza analítica.

2.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

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

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 CARACTERIZACION MORFOLÓGICA

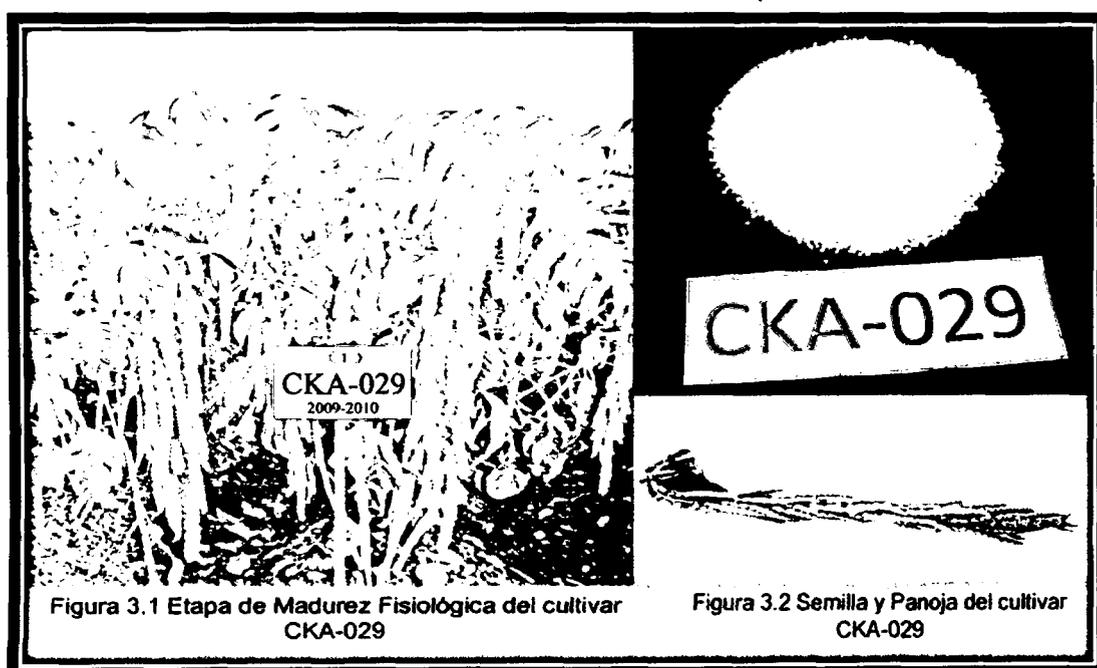
Las principales características de cada uno de los cultivares de achita evaluados en el presente trabajo se detallan a continuación (cuadros 3.1 al 3.14). La caracterización general de cada uno de los cultivares se presenta en los cuadros 1 y 2 del anexo.

3.1.1 CKA-029

Las características del cultivar CKA-029, procedente de la Localidad de Chilinga– La Mar (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.1

Cuadro 3.1: Características morfológicas del Cultivar CKA-029 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.65
Ancho de hoja (cm.)	7.55
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales (cm.)	18.1
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia principal	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	Blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	Elipsoide u ovoide

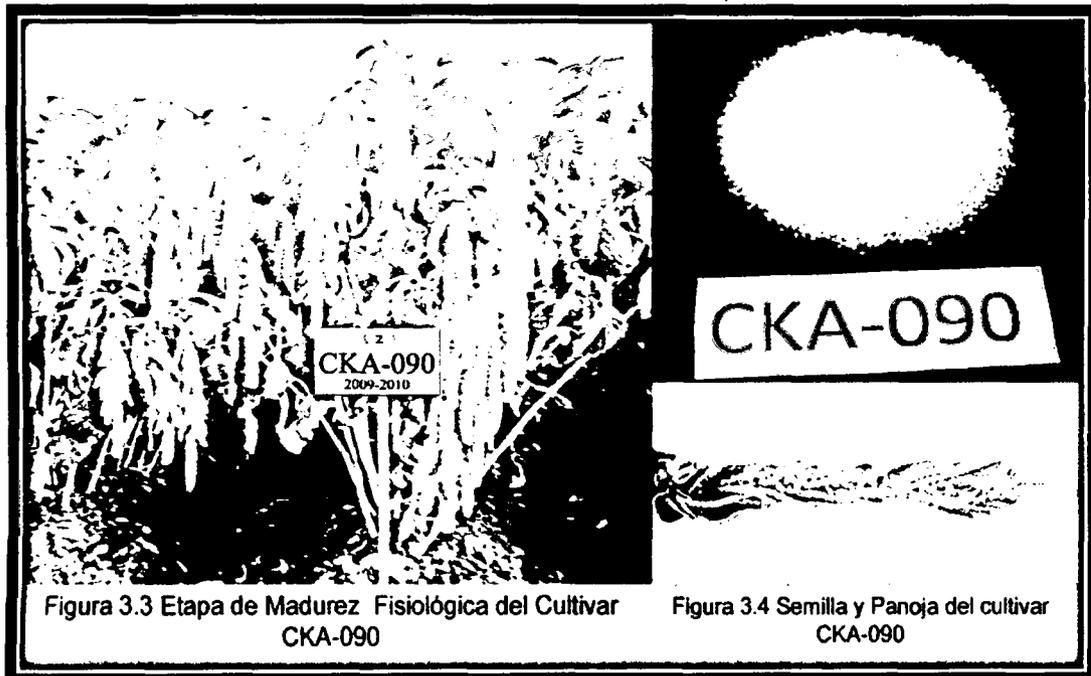


3.1.2 CKA-090

Las características del cultivar CKA-090, procedente de la Localidad de Chilcaccasa– Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.2

Cuadro 3.2: Características morfológicas del Cultivar CKA-090 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	13.97
Ancho de hoja (cm.)	8.92
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	21.4
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia principal	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

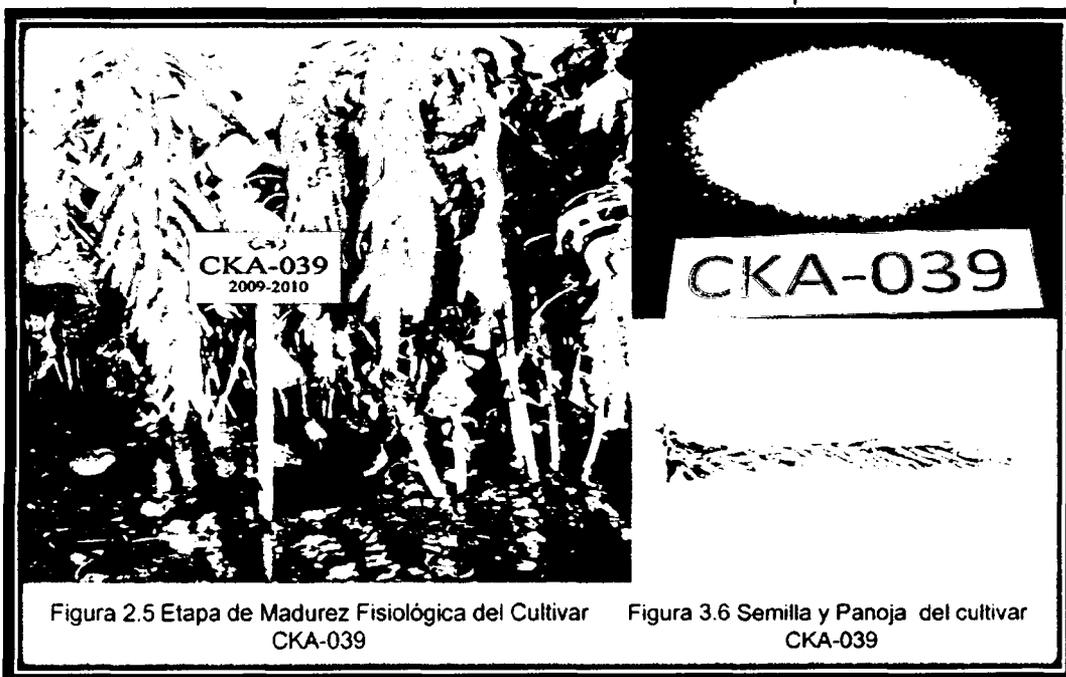


3.1.3 CKA-039

Las características del cultivar CKA-039, procedente de la Localidad de Suso– Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.3

Cuadro 3.3: Características morfológicas del Cultivar CKA-039 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	13.84
Ancho de hoja (cm.)	8.46
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	17.6
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	intermedia
Color de la inflorescencia	blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

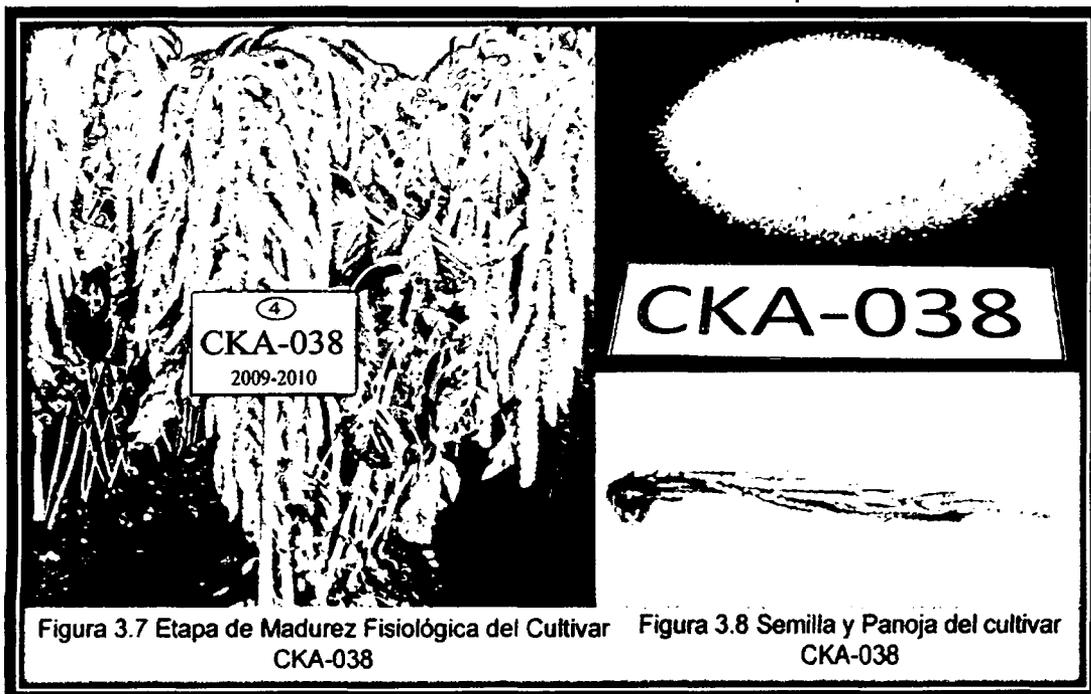


3.1.4 CKA-038

Las características del cultivar CKA-038, procedente de la Localidad de Suso – Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.4

Cuadro 3.4: Características morfológicas del Cultivar CKA-038 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.03
Ancho de hoja (cm.)	7.98
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	17
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

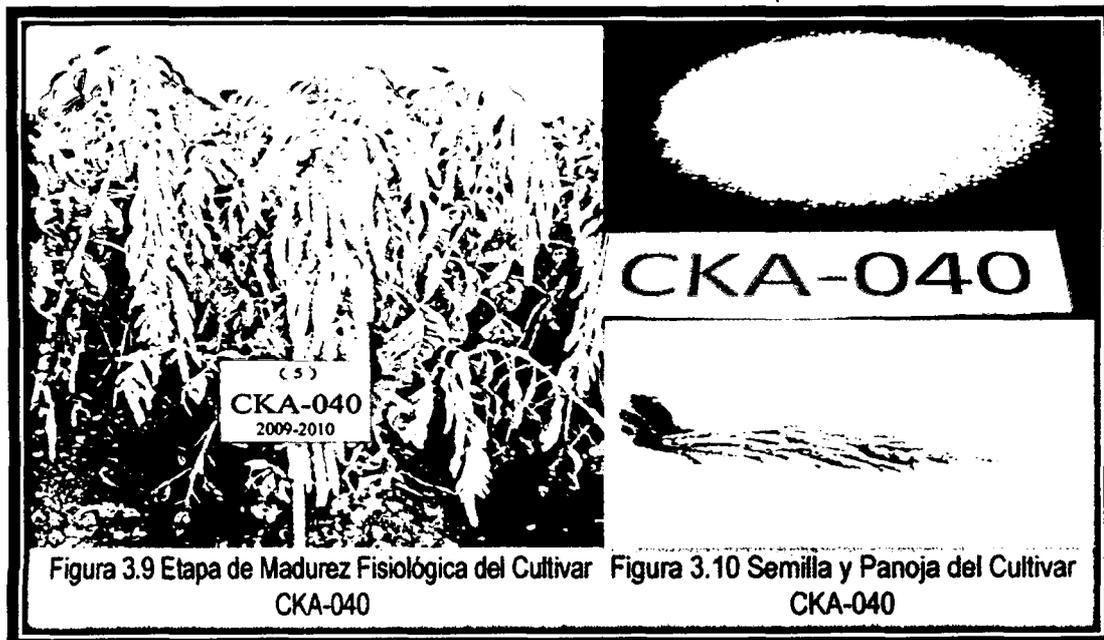


3.1.5 CKA-040

Las características del cultivar CKA-040, procedente de la Localidad de Chilcaccasa – Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.5

Cuadro 3.5: Características morfológicas del Cultivar CKA-040 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.69
Ancho de hoja (cm.)	9.07
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	16
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	blanco
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

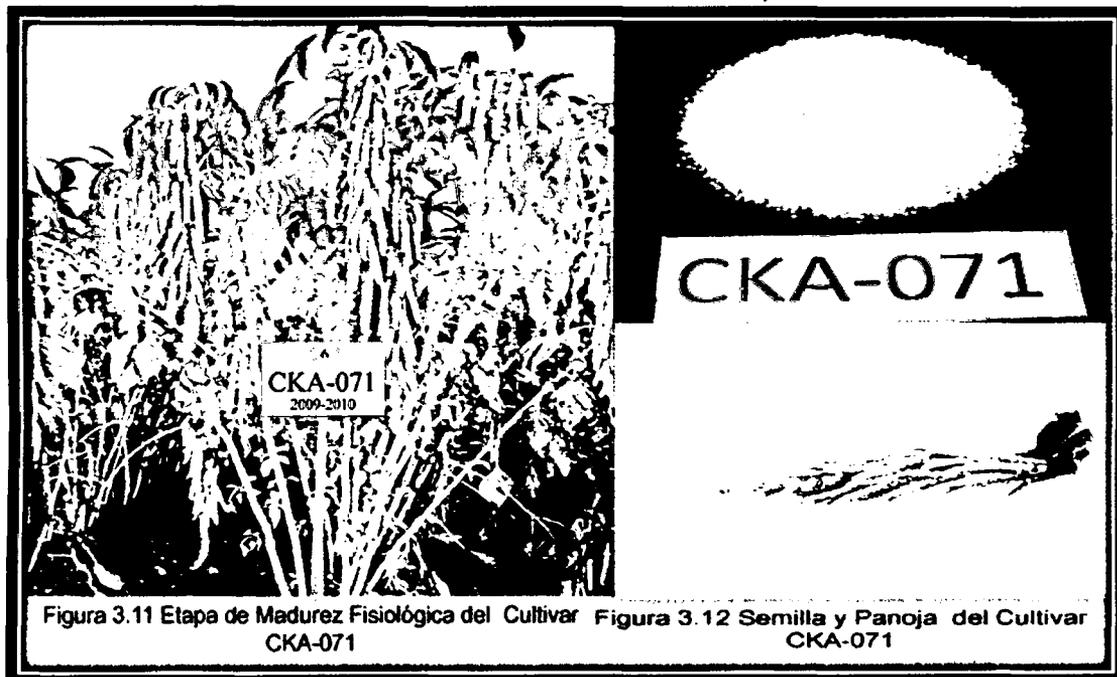


3.1.6 CKA-071

Las características del cultivar CKA-071, procedente de la Localidad de Suso – Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.6

Cuadro 3.6: Características morfológicas del Cultivar CKA-071 Canaán (2735 msnm) – Ayacucho

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	11.42
Ancho de hoja (cm.)	6.8
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	16.2
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide



3.1.7 CKA-070

Las características del cultivar CKA-070, procedente de la Localidad de Suso – Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.7

Cuadro 3.7: Características morfológicas del Cultivar CKA-070 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.36
Ancho de hoja (cm.)	7.25
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	18.6
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

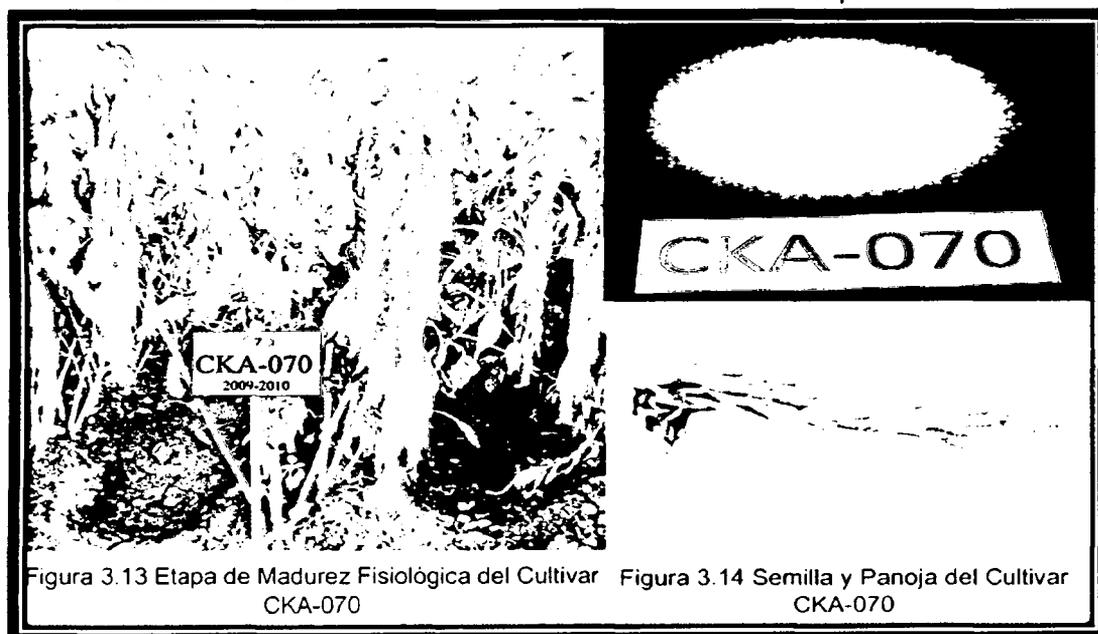


Figura 3.13 Etapa de Madurez Fisiológica del Cultivar CKA-070

Figura 3.14 Semilla y Panoja del Cultivar CKA-070

3.1.8 CKA-078

Las características del cultivar CKA-078, procedente de la Localidad de Iguain – Huanta (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.8

Cuadro 3.8: Características morfológicas del Cultivar CKA-078 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	11.27
Ancho de hoja (cm.)	6.16
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	16.9
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

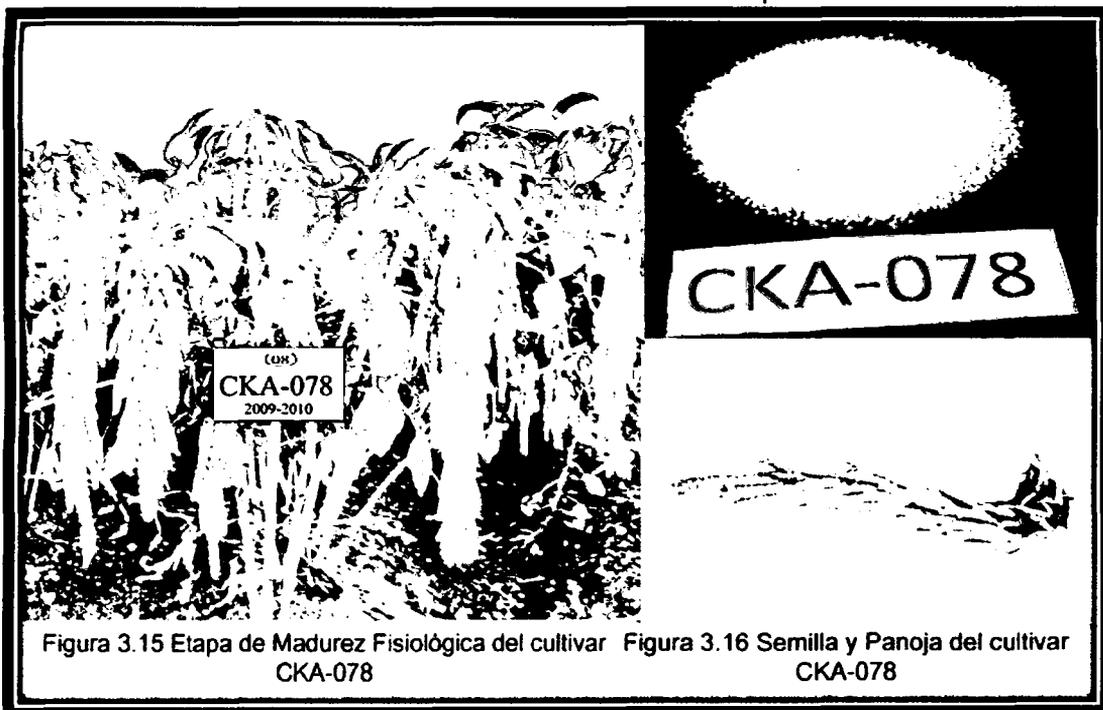


Figura 3.15 Etapa de Madurez Fisiológica del cultivar CKA-078

Figura 3.16 Semilla y Panoja del cultivar CKA-078

3.1.9 CKA-080

Las características del cultivar CKA-080, procedente de la Localidad de Acos Vinchos – Huanta (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.9

Cuadro 3.9: Características morfológicas del Cultivar CKA-080 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.05
Ancho de hoja (cm.)	7.48
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	17.6
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	Redonda

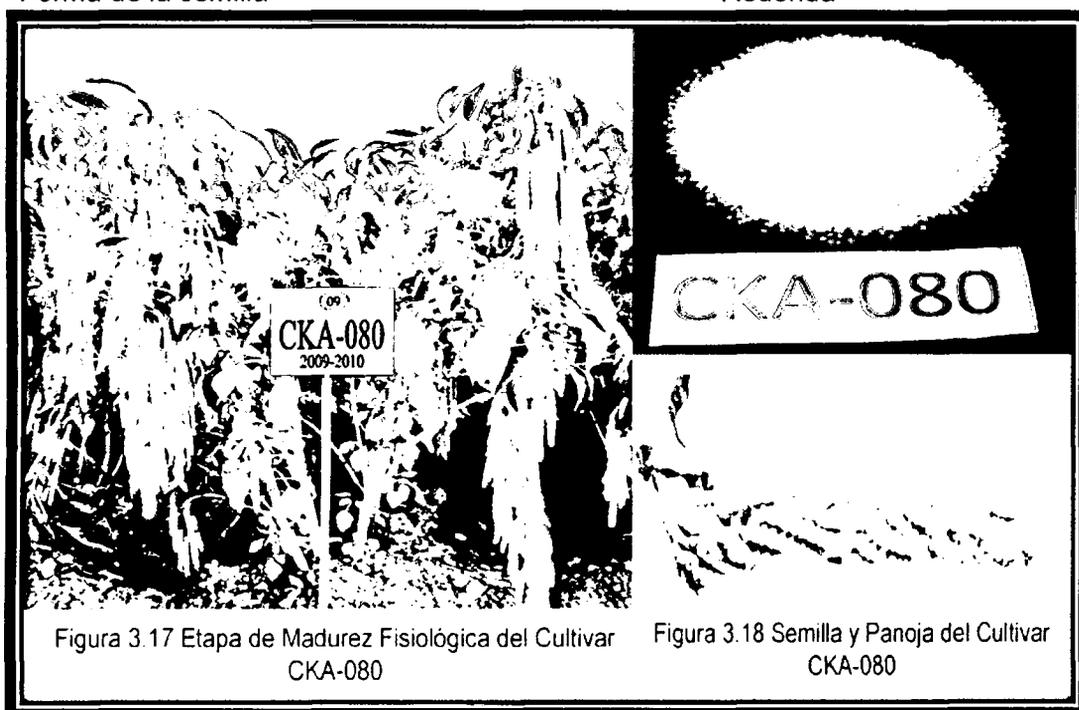


Figura 3.17 Etapa de Madurez Fisiológica del Cultivar CKA-080

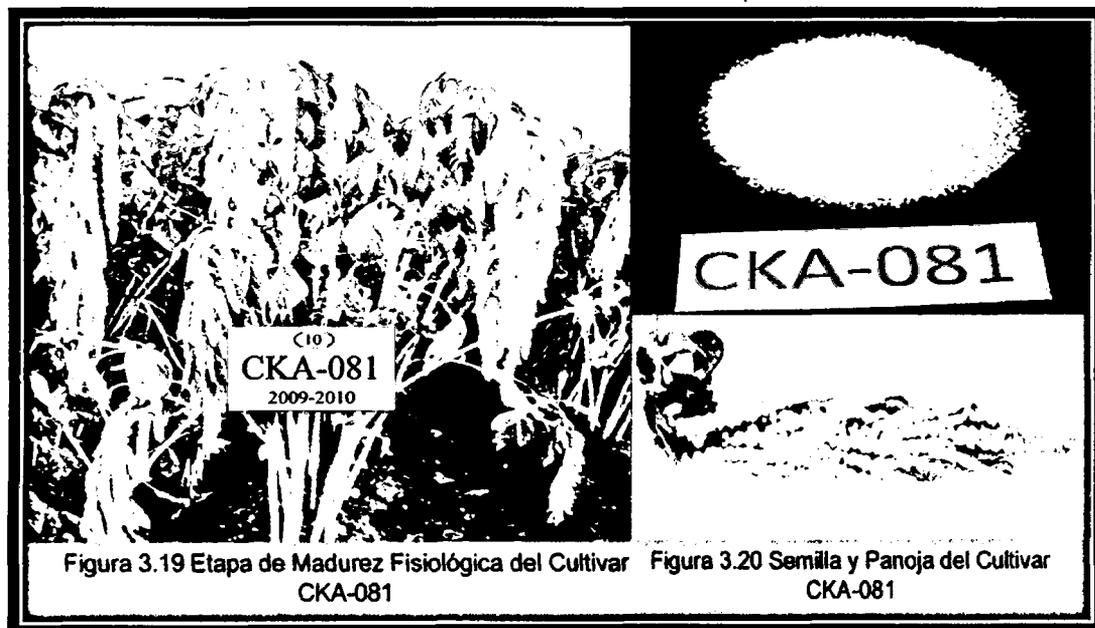
Figura 3.18 Semilla y Panoja del Cultivar CKA-080

3.1.10 CKA-081

Las características del cultivar CKA-081, procedente de la Localidad de Acos Vinchos – Huanta (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.1

Cuadro 3.10: Características morfológicas del Cultivar CKA-081 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	10.77
Ancho de hoja (cm.)	6.31
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	14.7
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

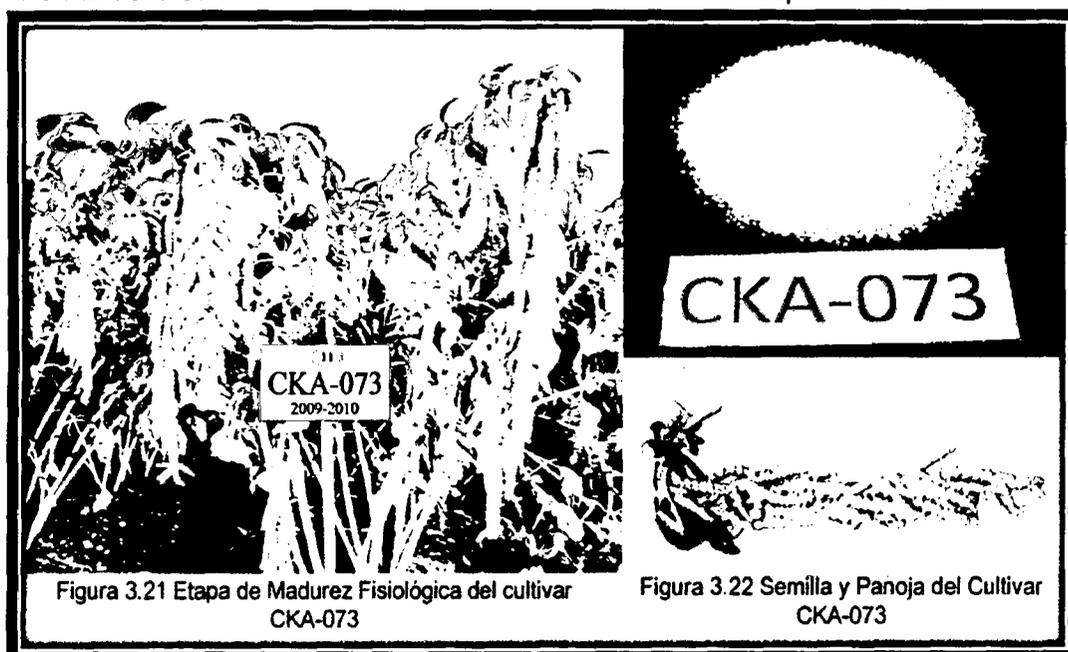


3.1.11 CKA-073

Las características del cultivar CKA-073, procedente de la Localidad de Suso – Huanta (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.11

Cuadro 3.11: Características morfológicas del Cultivar CKA-073 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	11.3
Ancho de hoja (cm.)	7.09
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	16.1
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide



3.1.12 CKA-082

Las características del cultivar CKA-082, procedente de la Localidad de Chihuanpampa – Huanta (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.12

Cuadro 3.12: Características morfológicas del Cultivar CKA-082 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.1
Ancho de hoja (cm.)	7.02
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	14.0
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Intermedia
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	elipsoide u ovoide

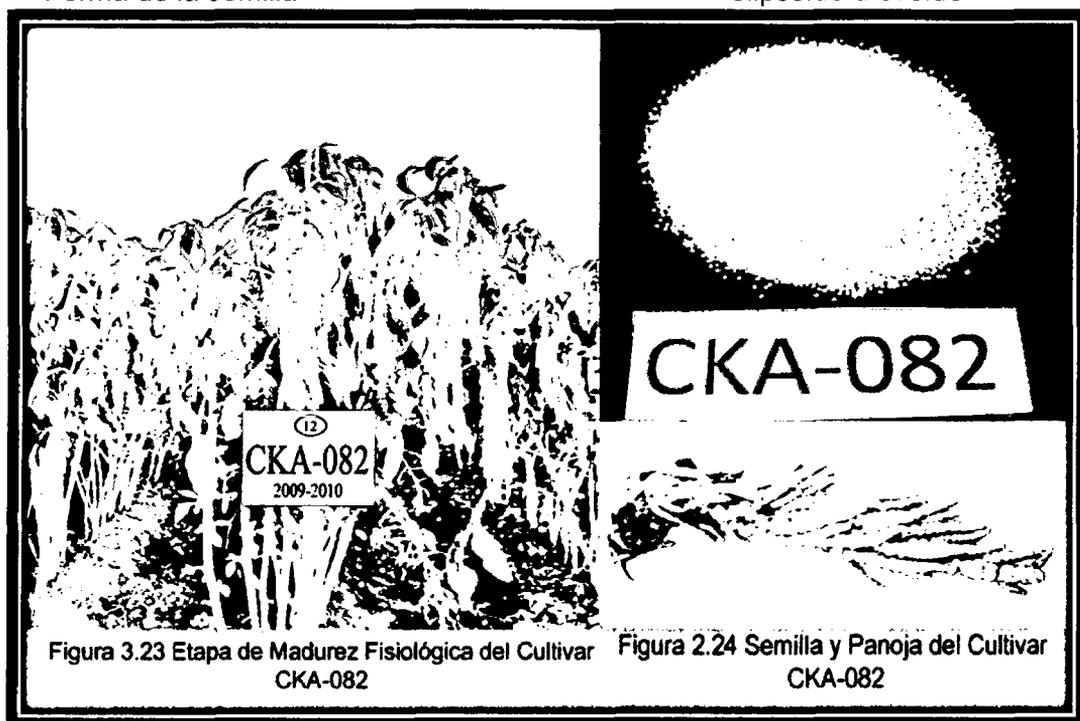


Figura 3.23 Etapa de Madurez Fisiológica del Cultivar CKA-082

Figura 2.24 Semilla y Panoja del Cultivar CKA-082

3.1.13 CKA-091

Las características del cultivar CKA-091, procedente de la Localidad de Chihuanpampa – Huanta (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.13

Cuadro 3.13: Características morfológicas del Cultivar CKA-091 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	12.1
Ancho de hoja (cm.)	7.25
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	16.9
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Laxa
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	Redonda

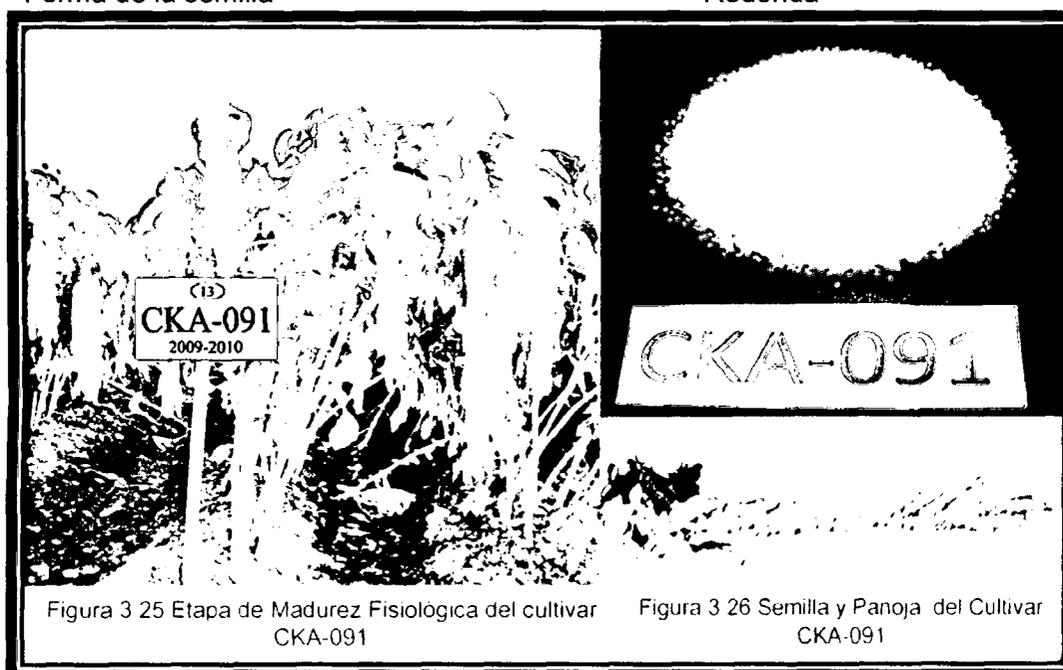


Figura 3 25 Etapa de Madurez Fisiológica del cultivar CKA-091

Figura 3 26 Semilla y Panoja del Cultivar CKA-091

3.1.14 CKA-021

Las características del cultivar CKA-021, procedente de la Localidad de Suso – Huamanga (Ayacucho), se presentan en el Cuadro 3.1

Cuadro 3.14: Características morfológicas del Cultivar CKA-021 Canaán (2735 msnm) - Ayacucho.

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	VARIABLE
Porte de la planta	Decumbente
Índice de ramificación	Ramas pequeñas a lo largo del tallo
Longitud de hoja (cm.)	13.29
Ancho de hoja (cm.)	9.24
Espinas en las axilas de las hojas	Ausentes
Longitud de inflorescencias laterales apicales (cm.)	14.9
Forma de la inflorescencia apical	Amarantiforme
Posición de la inflorescencia apical	Postrada
Índice de densidad de la inflorescencia	Laxa
Color de la inflorescencia	Blanca
Color de la semilla	blanco amarillento
Tipo de cubierta	Opaca
Forma de la semilla	Redonda

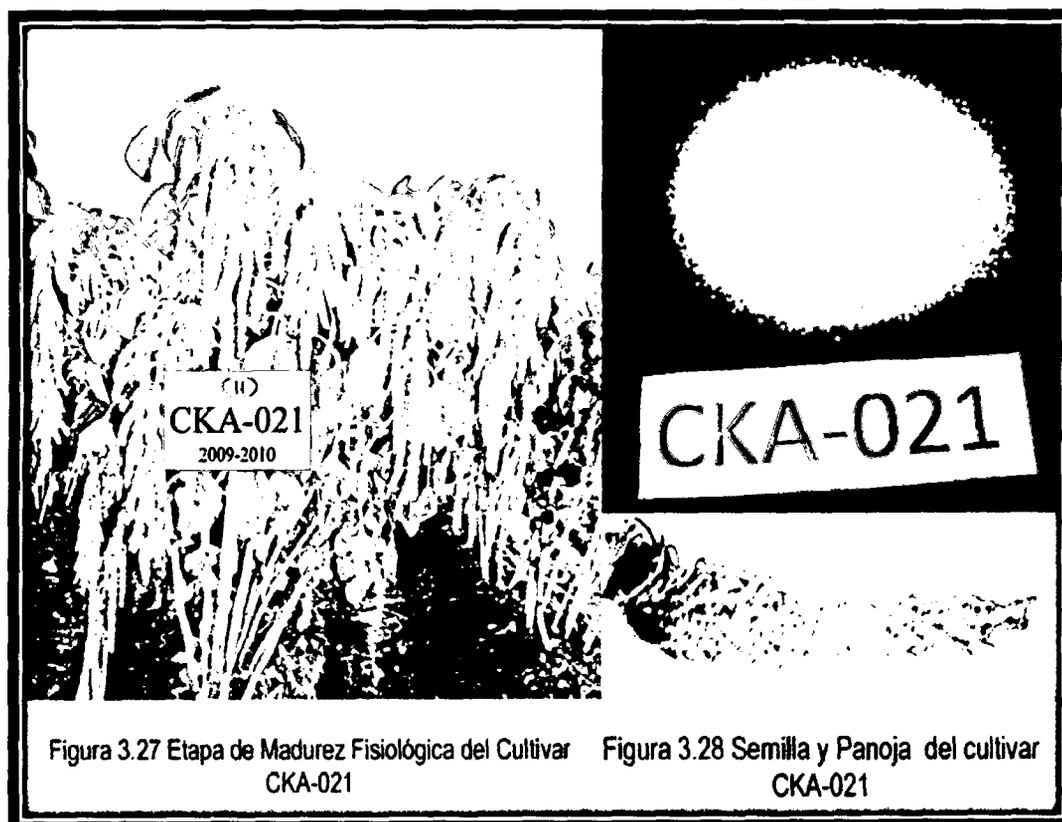


Figura 3.27 Etapa de Madurez Fisiológica del Cultivar CKA-021

Figura 3.28 Semilla y Panoja del cultivar CKA-021

3.1.15 Análisis de agrupamiento

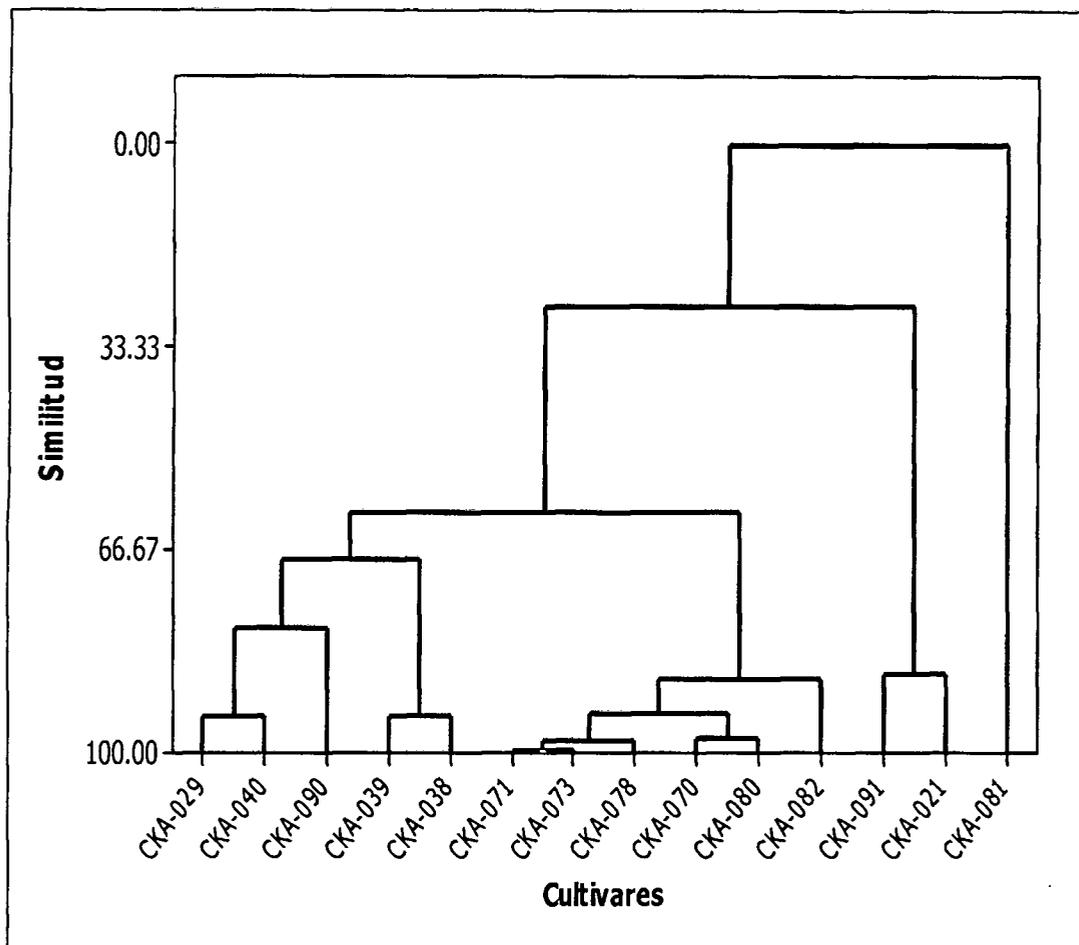


Figura 3.29: Dendrograma de 14 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según 7 caracteres morfológicos.

En la figura 3.29; se observa que los cultivares en estudio de acuerdo al porcentaje de similitud se agrupan en tres grupos. El primero conformado por 11 cultivares (CKA-029, CKA-040, CKA-090, CKA-039, CKA-038, CKA-071, CKA-076, CKA-070, CKA-080, CKA-082) que a su vez se dividen en dos subgrupos. Estos cultivares comparten caracteres morfológicos similares tales como: margen de hoja, forma de la inflorescencia apical, índice de densidad de inflorescencia, forma de la semilla. El cultivar CKA-029 se

acerca más al cultivar CKA-040 y el cultivar CKA-039 al CKA-038, esto indicaría que genéticamente están muy relacionados ya que presentan características morfológicas bastante similares entre ellos. Lo mismo ocurre para los cultivares CKA-071 y CKA-073 estos cultivares son similares en cuanto a la forma de hoja, margen de hojas, forma de la inflorescencia apicales, índice de densidad de la inflorescencia y forma de la semilla.

El segundo grupo está formado por los cultivares CKA-091 y CKA-021, las que se caracterizan por presentar la misma forma de hoja, margen de hojas, forma de la inflorescencia apical, índice de densidad de la inflorescencia y forma de la semilla.

Finalmente el tercer grupo está formado solo por el cultivar CKA-081, que se caracteriza por tener el margen de hoja ondulado, que lo diferencia de los demás cultivares.

A un coeficiente de similitud de 100%, hay duplicidad de germoplasma entre los cultivares CKA-071 y CKA-073 que son iguales al 100%; pero para confirmar lo mencionado es necesario realizar una caracterización a nivel molecular a través de la extracción del ADN.

Crisci y López (1983), mencionan de que la caracterización molecular es más confiable que la caracterización morfológica, puesto que estos no están influenciados por el medio ambiente; además nunca se obtiene una completa congruencia, pero tampoco una incompleta incongruencia, los valores varían según el grupo estudiado, características analizadas, método aplicado y forma en que se evalúa la congruencia.

3.2 CARACTERES DE PRECOCIDAD

Cuadro 3.15: Características de precocidad de 14 cultivares de achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.).
Canaán 2735 msnm – Ayacucho.

Cultivar	Emergencia	Días a 2 hojas	Días a 6 hojas	Días a Ramificación	Días a Panojamiento	Días a Floración	Días a Grano lechoso	Días a Grano pastoso	Días a Madurez fisiológica
CKA-029	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-090	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-039	2	12	25	38	43	60	72	90	116
CKA-038	2	12	25	38	43	60	72	90	116
CKA-040	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-071	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-070	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-078	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-080	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-081	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-073	2	12	25	38	43	60	72	90	116
CKA-082	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-091	2	12	25	38	47	65	80	95	120
CKA-021	2	12	25	38	43	60	72	90	116

3.2.1 Días a la emergencia

En el cuadro 3.15, se observa que los días de emergencia es homogéneo, para todos los cultivares en estudio, lo cual se puede aducir a la uniformidad del terreno y a las condiciones óptimas de humedad y temperatura del suelo experimental. Al respecto corrobora **James (1967)**, manifestando que las condiciones más importantes para permitir la germinación son: la humedad, oxígeno, temperatura adecuada y ciertas condiciones de luz. Según el descriptor patrón tomado en cuenta para el presente trabajo; se puede considerar a las diferentes colecciones en estudio, de rápida emergencia, habiéndose observado exactamente en el campo experimental que las plántulas de las colecciones de achita en estudio, emergieron en más del 50% a la superficie del terreno a los dos días después de la siembra.

3.2.2 Días a dos hojas verdaderas

La etapa fenológica de 2 hojas verdaderas, se dio a los 12 días después de la siembra, cuando las plántulas emergieron a la superficie del suelo mostrando sus hojas cotiledonales.

3.2.3 Días a seis hojas verdaderas

La presencia de las 6 hojas verdaderas, se dio a los 25 días después de la siembra en todos los cultivares en estudio, observándose en esta etapa el amarillamiento de las hojas cotiledonales.

3.2.4 Días a la ramificación

La etapa fenológica de ramificación, se dio a los 38 días después de la siembra, en todos los cultivares en estudio, en el cual se observó la caída de

las hojas cotiledonales.

3.2.5 Días al estado de panojamiento

La etapa fenológica de panojamiento, se dio a los 43 días después de la siembra en los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-073 y CKA-021, mientras que el resto de los cultivares fue a los 47 días.

3.2.6 Días a la floración

La etapa fenológica de floración, se presentó a los 60 y 65 días después de la siembra, siendo 60 días en los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-073, CKA-021; mientras que el resto de los cultivares fue a los 65 días.

En el presente trabajo de investigación se puede observar mayor precocidad con respecto a lo mencionado por **Avilés (1990)**, que el periodo de plena floración comienza aproximadamente a los 3 meses después de la siembra; lo cual se puede atribuir esta diferencia principalmente a la influencia del medio ambiente en que se condujo el experimento, de alta luminosidad y baja humedad como es Canaán y en menor grado a los caracteres intrínsecos de estas colecciones, debido a que el experimento fue instalado en el mes de febrero, presentándose déficit de humedad en los meses de abril, mayo, junio por la presencia de escasas precipitaciones acelerando así el ciclo del cultivo.

3.2.7 Días al estado de grano lechoso

El estado fenológico de grano lechoso, se dio a los 72 y 80 días después de la siembra entrando en primer lugar los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-073, CKA-021, mientras que el resto de los cultivares fue a los 80 días.

3.2.8 Días al estado de grano pastoso

El estado fenológica de grano pastoso, se dio entre a los 90 y 95 días después de la siembra, siendo 90 días en los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-073, CKA-021 y en el resto de los cultivares fue a los 95 días.

3.2.9 Días a la madurez fisiológica

Los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-073, CKA-021, fueron los primeros en alcanzar la madurez fisiológica a los 116 días después de la siembra seguido del resto de los cultivares que alcanzaron la madurez fisiológica a los 120 días, no existiendo diferencia significativa entre los diferentes cultivares respecto a su fenología, caracterizándose todas como cultivares precoces.

En el presente trabajo de investigación los diferentes estados fenológicos se presentaron en corto tiempo a comparación de los reportes de **Mujica y Quillahuamán (1989)**, quienes 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 pastoso (105-120 días), grano lechoso (120-140 días) y madurez fisiológica (140-170 días) después de la siembra. Este hecho se debe al efecto de los factores climáticos que no fueron tan favorables, así como la falta de precipitación y altas temperaturas que aceleraron el ciclo vegetativo del cultivo.

Tenorio L. (1996), reportó que la colección blanca real es el más precoz al llegar a la madurez fisiológica en 127 días a partir de la siembra y la achita

rosada fue el más tardío con 145 días. Lo cual es similar a lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

3.3 CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

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

Cuadro 3.16: Cuadrados medios del análisis de variancia de características de productividad de 14 cultivares de achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm- Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios						
		Altura de planta (cm.)	Longitud de panoja (cm.)	Diámetro de panoja (cm.)	Peso de panoja (g.)	Tamaño de grano (mm.)	Peso de mil semillas (g.)	Rendimiento de grano (kg.ha ⁻¹)
Cultivar	13	1456.27 **	1279.04 **	3.39 **	11417.76 **	0.05232 **	0.00122 **	5597665 **
Error	126	234.74	179.66	0.89	721.52	0.00475	0.00031	410438
Total	139							
CV (%)		8.08	17.92	11.18	24.87	4.58	1.81	16.27
Promedio		189.54	74.81	8.46	107.99	1.50	0.97	3937.96

3.3.1 Altura de planta

Cuadro 3.17: Prueba de Tukey para los promedios de la altura de planta de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	ALTURA DE PLANTA (cm.)	ALS (TUKEY) 0.05				
CKA-039	207.5	a				
CKA-038	205.1	a	b			
CKA-090	202.8	a	b			
CKA-080	199.0	a	b	c		
CKA-029	197.4	a	b	c		
CKA-070	194.5	a	b	c	d	
CKA-073	188.9	a	b	c	d	e
CKA-040	188.1	a	b	c	d	e
CKA-081	187.5	a	b	c	d	e
CKA-078	182.6		b	c	d	e
CKA-082	182.1		b	c	d	e
CKA-071	175.9			c	d	e
CKA-091	171.6				d	e
CKA-021	170.6					e

Los promedios obtenidos para los cultivares son estadísticamente diferentes, varían de 170.6 a 207.5 cm. como se muestra en el cuadro 3.17; el cultivar que presentó mayor altura de planta fue CKA-039 con 207.5 cm. sin que exista diferencia significativa con los cultivares CKA-038, CKA-090, CKA-080, CKA-029, CKA-070, CKA-073, CKA-040, CKA-081, quienes

presentaron promedios de altura de planta comprendidos entre 187.5 a 205.1 cm.; mientras que el cultivar de menor altura fue el CKA-021 con 170.6 cm. El coeficiente de variación fue de 8.08%, lo cual nos indica que los cultivares presentan poca diferencia en cuanto a la altura de planta.

Sumar (1993), menciona que la altura de la planta de achita puede alcanzar hasta los 280 cm. en promedio, que es superior a los obtenidos en el presente trabajo de investigación, debido a que las condiciones de crecimiento del cultivo no fueron tan favorables (suelo franco arcilloso) y poca disponibilidad de agua.

León (1964), menciona que la achita es una planta anual de gran desarrollo y elevada altura, en suelos fértiles, alcanza hasta 2.60 metros, lo cual es superior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación debido a que el suelo de Canaán es bajo en cuanto a la fertilidad.

Tenorio (1996), menciona en un estudio realizado en el Centro Experimental de Canaán que la colección Blanca real, alcanzó una altura de 2.02 m. y la colección Compañía 02, alcanzó una altura de 1.85 m. datos que son similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación, debido a la cercanía del centro experimental con similar características en cuanto a la profundidad del suelo que es poco profundo y las condiciones ambientales.

Martínez (2010), en su trabajo de investigación en la Estación Experimental Canaán-INIA, reportó que el cultivar Canaán INIA presentó mayor altura de

planta (119.7cm.) y el cultivar CCA-023 obtuvo menor altura de planta (108.9 cm.), promedios que están por debajo de los encontrados en el presente trabajo de investigación debido a que este carácter es una interacción del factor genético y medioambiente.

3.3.2 Longitud de panoja

Cuadro 3.18: Prueba de Tukey para los promedios de la longitud de panoja de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	LONGITUD DE PANOJA (cm.)	ALS (TUKEY) 0.05		
CKA-070	91.0	a		
CKA-029	87.8	a	b	
CKA-039	86.5	a	b	
CKA-038	85.7	a	b	
CKA-080	85.2	a	b	
CKA-090	80.7	a	b	
CKA-078	71.4	a	b	c
CKA-071	70.7	a	b	c
CKA-040	70.3		b	c
CKA-073	69.4		b	c
CKA-082	67.8		b	c
CKA-081	67.3		b	c
CKA-091	57.7			c
CKA-021	55.9			c

En el cuadro 3.18, de la Prueba de Tukey se observa los promedios de la longitud de panoja de los diferentes cultivares de achita. El cultivar que

presentó mayor longitud de panoja fue CKA-070 con 91 cm. sin que exista diferencia significativa con los cultivares CKA-029, CKA-039, CKA-038, CKA-080, CKA-090, CKA-078, CKA-071, quienes presentaron un promedio general de 81.1 cm.; mientras que los cultivares CKA-091 y CKA-021 alcanzaron menor longitud de panoja con 57.7 y 55.9 cm. respectivamente. El coeficiente de variación que fue de 17.92%, lo cual nos indica que los promedios de la longitud de panoja de los diferentes cultivares son heterogéneas.

Los valores en promedio logrados en el presente experimento son superiores a los encontrados por Pacheco (2009), quien encontró valores de 54 y 64 cm.; así como Avilés (1990), encontró valores de 35 a 54 cm. lo cual podría deberse a las influencias de factores ambientales o características genéticas del cultivar. Mientras que los valores hallados por Tenorio (1996) quien reportó en un estudio realizado "*caracterización y evaluación de siete colecciones de achita*" en Canaán, que las colecciones achita morena y blanca real alcanzaron una longitud de 84.75 y 67.75 cm. respectivamente; los cuales son similares a los hallados en el presente trabajo de investigación; debido a la cercanía del lugar donde se condujo el experimento y a la posición de la inflorescencia apical, que es de tipo decumbente y semidecumbente, lo cual es corroborado por Martínez (2010), quien en un estudio realizado también en condiciones de Canaán, muestra que los cultivares C-INIA, CCA-104 y CCA-060 alcanzaron mayor longitud de panoja con 86, 75.3 y 72.5 cm. respectivamente, correspondientes a los

tipos decumbentes y semidecumbentes.

En general se debe resaltar que la mayor o menor longitud de las panojas en el cultivo de la achita se debe a su hábito de crecimiento, es decir al carácter varietal; sin embargo la longitud final es un carácter que está fuertemente influenciado por el ambiente, principalmente depende de la disponibilidad del agua y nutrientes en el suelo durante el crecimiento de las plantas.

León (1964), afirma que la especie *Amaranthus caudatus* L. poseen grandes inflorescencias, que llegan a medir hasta 90 cm. de longitud.

Aunque el cultivar CKA-070 alcanzó mayor longitud de panoja (91 cm.), su rendimiento no fue alto, lo cual indica que aparentemente la longitud de panoja no muestra relación con el rendimiento; el alto rendimiento podría estar relacionado con otras características de la panoja (densidad o compactación, peso y volumen).

3.3.3 Diámetro de panoja

Al realizar la prueba de Tukey (0.05), como se observa en el cuadro 3.19, el cultivar que presentó mayor diámetro de panoja fue CKA-029 con 9.50 cm. sin que exista diferencia significativa con los cultivares CKA-090, CKA-038, CKA-039, CKA-021, CKA-080, CKA-070, CKA-040, CKA-091 quienes alcanzaron diámetro de panoja que va de 9.10 a 8.30 cm.; mientras que el cultivar CKA-081 presentó menor diámetro de panoja de 7.60 cm. El coeficiente de variación fue de 11.8 %, lo cual nos indica que los cultivares son heterogéneas en cuanto al diámetro de panoja.

Cuadro 3.19: Prueba de Tukey para los promedios del diámetro de panoja de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	DIÁMETRO DE	
	PANOJA (cm.)	ALS(TUKEY) 0.05
CKA-029	9.50	a
CKA-090	9.10	a b
CKA-038	9.00	a b c
CKA-039	9.00	a b c
CKA-021	8.80	a b c
CKA-080	8.65	a b c
CKA-070	8.50	a b c
CKA-040	8.45	a b c
CKA-091	8.30	a b c
CKA-078	8.05	b c
CKA-073	7.85	b c
CKA-071	7.80	b c
CKA-082	7.80	b c
CKA-081	7.60	c

Curaca (2010), en un estudio realizado “Abonamiento orgánico y sintético en el Rendimiento de 3 Cultivares de Achita” en Canaán encontró un rango de 19.5 a 30.1 cm., valores que son superiores a los encontrados en el presente trabajo de investigación, lo cual se debe a las características propias de la panoja (densidad y forma) es decir al carácter varietal.

3.3.4 Peso de panoja

Cuadro 3.20: Prueba de Tukey para los promedios del peso de panoja de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	PESO DE PANOJA (g.)	ALS (TUKEY) 0.05				
CKA-090	153.07	a				
CKA-029	147.56	a	b			
CKA-039	143.81	a	b	c		
CKA-038	131.87	a	b	c	d	
CKA-040	125.28	a	b	c	d	
CKA-073	116.38	a	b	c	d	e
CKA-070	115.41	a	b	c	d	e
CKA-071	107.91		b	c	d	e
CKA-078	104.98			c	d	e
CKA-081	100.13				d	e
CKA-080	95.02				d	e
CKA-082	80.80					e f
CKA-091	45.31					f
CKA-021	44.27					f

El peso de panoja en las diferentes cultivares evaluados, muestra diferencia estadística, y al realizar la prueba de Tukey (0.05), en el cuadro 3.20, se observa que el cultivar con mayor peso de panoja fue CKA-090, con 153.07g. sin que exista diferencia significativa con los cultivares CKA-029, CKA-039, CKA-038, CKA-040, CKA-073, CKA-070; quienes presentaron pesos de panoja que va de 115.41 a 147.56 g.; mientras que los cultivares

CKA-091 y CKA-021 alcanzaron menor peso de panoja con 45.31, 44.27 g. respectivamente. El coeficiente de variación es de 24.87%, lo cual nos indica que los cultivares presentan una amplia diferencia en cuanto al peso de panoja.

Tenorio (1996), reporta en un estudio realizado "*Caracterización y Evaluación de siete colecciones de achita*" en Canaán que las colecciones que presentaron mayor peso de panoja son achita morena, blanca real y compañía con valores de 345.25, 308.75 y 305.0 g. respectivamente. Estos valores son superiores a los encontrados en el presente trabajo de investigación los cuales podría deberse a las influencias de factores ambientales o características genéticas.

Este parámetro tuvo influencia directa en el rendimiento como se muestra en el cuadro 3.20. El cultivar CKA-090 está en el primer lugar en peso de panoja, el mismo que ocupa el primer lugar en cuanto al rendimiento. Por tanto una característica a tener en cuenta para seleccionar cultivares es su mayor peso de panoja.

3.3.5 Tamaño de grano

En el cuadro 3.21, se presenta la prueba de Tukey (0.05), donde se muestra que el cultivar CKA-039, obtuvo mayor tamaño de grano con 1.60 mm. sin que exista diferencia estadística con los cultivares CKA-090, CKA-038, CKA-029, CKA-040, CKA-073, CKA-070 y CKA-071 quienes presentaron tamaño de grano que varía de 1.50 a 1.58 mm.; mientras que los cultivares CKA-091 y CKA-021 alcanzaron menor tamaño de grano con 1.38 y 1.36 mm.

respectivamente, sin mostrar diferencia de los cultivares CKA-081 y CKA-082, quienes alcanzaron un tamaño de grano de 1.47 y 1.45 mm. El coeficiente de variación es de 4.58%, lo cual nos indica que los cultivares presentan poca diferencia en cuanto al tamaño de grano.

Cuadro 3.21: Prueba de Tukey para los promedios del tamaño de grano de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	TAMAÑO DE GRANO (mm.)	ALS (TUKEY) 0.05				
CKA-039	1.60	a				
CKA-090	1.58	a	b			
CKA-038	1.58	a	b			
CKA-029	1.57	a	b	c		
CKA-040	1.56	a	b	c		
CKA-073	1.53	a	b	c	d	
CKA-070	1.51	a	b	c	d	
CKA-071	1.50	a	b	c	d	
CKA-078	1.49		b	c	d	
CKA-080	1.49		b	c	d	
CKA-081	1.47			c	d	e
CKA-082	1.45				d	e
CKA-091	1.38					e
CKA-021	1.36					e

El mayor valor de tamaño de grano obtenido en el presente trabajo de investigación es del cultivar CKA-039 (1.60 mm.), que es superior a los

obtenidos por Carrasco (1988) y Nieto (1990), quienes encontraron tamaños que oscilan de 1.0 a 1.5 mm.

Sumar (1993), menciona que el tamaño de la semilla oscila entre 1.0 a 1.3 mm. la misma que está determinada por la herencia genética y las condiciones de crecimiento de la planta.

3.3.6 Peso de mil semillas

Cuadro 3.22: Prueba de Tukey para los promedios del peso de mil semillas de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	PESO DE MIL SEMILLAS		ALS (TUKEY) 0.05	
	(g.)			
CKA-029	0.984	a		
CKA-090	0.982	a		
CKA-040	0.978	a		
CKA-073	0.976	a	b	
CKA-078	0.974	a	b	
CKA-080	0.974	a	b	
CKA-039	0.974	a	b	
CKA-070	0.972	a	b	c
CKA-081	0.971	a	b	c
CKA-038	0.970	a	b	c
CKA-071	0.966	a	b	c
CKA-082	0.960	a	b	c
CKA-021	0.950		b	c
CKA-091	0.946			c

El promedio de peso de mil semillas de los cultivares de achita en el presente trabajo, varían de 0.946 mm. a 0.984 mm., siendo los cultivares CKA-029, CKA-090, CKA-040, quienes obtuvieron el mayor peso de mil semillas con 0.984, 0.982, 0.978 g. respectivamente; sin que exista diferencia significativa entre ellos y CKA-091 obtuvo menor peso de mil semillas con 0.946 g. El coeficiente de variación es de 1.81%, lo cual nos indica que los cultivares presentan poca diferencia en cuanto al peso de mil semillas.

Los valores en promedio logrados en el presente experimento son superiores a los encontrados por **Calderón (1989)** en la localidad de Wayllapampa, un promedio de 0.80 g, mientras que los valores hallados por **Pariona (1992)**, en un estudio realizado "*Evaluación del Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita*" en Guayocondo a 2600 msnm, son similares, siendo el rango de 0.89 a 0.99 g.

Martínez (2010), en su trabajo de investigación en la Estación Experimental Canaán-INIA, obtuvo tres cultivares de grano grande (0.933 a 1.033 g.), siete cultivares de grano mediano (0.820 a 0.917 g.), siete cultivares de grano pequeño (0.693 a 0.767 g.) lo cual nos permite clasificar a los obtenidos en este experimento como granos grandes ya que los valores se encuentran en el rango de 0.946 a 0.984 g.

Se considera que el peso y tamaño de las semillas tienen origen genético, pero también pueden ser influenciados por el sistema de cultivo y las tecnologías aplicadas (**Carrasco, 1988**).

3.3.7 Rendimiento de grano

Cuadro 3.23: Prueba de Tukey para los promedios del rendimiento de 14 cultivares de Achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.).Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CULTIVAR	RENDIMIENTO DE	
	GRANO (kg.ha ⁻¹)	ALS (TUKEY) 0.05
CKA-090	4808	a
CKA-029	4797	a
CKA-039	4597	a b
CKA-038	4476	a b c
CKA-040	4379	a b c
CKA-073	4373	a b c
CKA-070	4208	a b c
CKA-071	3968	a b c
CKA-078	3763	b c
CKA-080	3735	b c
CKA-081	3533	c d
CKA-082	3503	c d
CKA-091	2565	d e
CKA-021	2425	e

En el cuadro 3.24, se observa que el rango de rendimiento de grano, para los diferentes cultivares de achita, van desde 2425 hasta 4808 kg.ha⁻¹ que corresponden a los cultivares CKA-021 y CKA-029 respectivamente. Los cultivares de mayor rendimiento fueron las CKA-090 y CKA-029 con 4808 y 4797 kg.ha⁻¹ respectivamente; sin que exista diferencia significativa con los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-040, CKA-073, CKA-070, CKA-071

quienes presentaron valores comprendidos entre 3968 a 4597 kg.ha⁻¹; mientras que los cultivares CKA-091 y el CKA-021 presentaron menor rendimiento con 2565 y 2425 kg.ha⁻¹ respectivamente. El coeficiente de variación fue de 16.09%, lo cual nos indica que los cultivares presentan amplia diferencia en cuanto al rendimiento.

Este resultado se puede observar mejor comparando con lo que reporta **Espíritu (1986)** en un estudio "*comparativo del rendimiento de 13 accesiones de achita*" en Wayllapampa obtiene un rango de 4790 a 5890 kg.ha⁻¹, **Tenorio (1996)** evaluó siete colecciones de Achita en condiciones de Canaán- Ayacucho donde obtiene buenos rendimientos que van desde 3803.3 hasta 6719.8 kg.ha⁻¹.

Estos resultados son superiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación, lo cual se debe a la escasa precipitación durante el crecimiento y desarrollo de la planta.

Por otro lado los reportes de **Carbajal (1988)** y **Salís (1985)**, que es de 3682.25 kg.ha⁻¹ y 2900 kg.ha⁻¹son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación. Experimentalmente esta alta productividad en granos en el presente experimento se debe principalmente a los factores siguientes: adecuado control fitosanitario, momentos oportunos de las labores culturales, riegos, deshierbos, desahijes, aporques, etc.

3.4. SELECCIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN

3.4.1 Selección por caracteres

Cuadro 3.24: Análisis de variancia de la regresión múltiple con selección de variables por el Método *Stepwise*, de peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea, en achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Regresión	2	117511437	58755719	1154.33 **
Error	137	6973350	50900	
Total	139	124484788		

En el cuadro 3.24, se presenta el análisis de variancia de la regresión múltiple mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre el peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea; en dicho análisis se muestra que la regresión es altamente significativo, por lo que se realizó un análisis independiente para cada variable evaluada en la regresión (peso de panoja y tamaño de grano).

Cuadro 3.25: Análisis de variancia de los coeficientes de regresión múltiple del peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por planta, en achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variable	Coefficiente de regresión	Error estándar	Suma de cuadrados	F calculado	
Término Independiente	-3338.19	618.26	1483892	29.15	**
Peso de panoja	13.75	1.11	7741381	152.09	**
Tamaño de grano	3850.37	482.37	3243112	63.71	**

En el cuadro 3.25, se puede observar, que el peso de panoja y el tamaño de grano son altamente significativos, y del coeficiente de regresión podemos afirmar que el rendimiento se encuentra asociado en forma directa con las variables peso de panoja y tamaño de grano.

Cuadro 3.26: Resumen de la selección *Stepwise* con las dos variables incluidas en orden de mérito en achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Variabes seleccionadas	Variabes incluidas	R ² parcial	R ² modelo	F calculado	
Peso de panoja	1	0.9179	0.9179	1543.49	**
Tamaño de grano	2	0.0261	0.9440	63.71	**

De acuerdo al Coeficiente de determinación R^2 , el cual se muestra en el cuadro 3.26, podemos deducir que el 91% de la producción depende del peso de panoja y el tamaño de grano aporta con 2%, por tanto el peso de panoja tiene relación relevante con la producción y el tamaño de grano en menor proporción porque su aporte es reducido.

Cuadro 3.27: Rendimiento potencial de grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por el incremento de peso de panoja (g.) y tamaño de grano (mm.) en achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

		Tamaño de grano (mm.)				
		1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
Peso panoja (g.)	42	2245	2630	3015	3400	3785
	89	2891	3276	3661	4046	4431
	136	3537	3922	4307	4692	5077
	183	4184	4569	4954	5339	5724
	230	4830	5215	5600	5985	6370

Tomando en cuenta el peso de panoja y el tamaño de grano sobre el rendimiento de grano por hectárea, como se muestra en el cuadro 3.27, podemos deducir que a mayor peso de panoja y a mayor tamaño de grano el rendimiento se incrementa, en el cuadro 3.27, se puede observar que el mayor rendimiento potencial ($6370 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) se alcanza con el mayor peso de panoja (230 g.) y el mayor tamaño de grano (1.7 mm.); y, el menor rendimiento potencial ($2245 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) se observa con el menor peso de panoja (42 g.); y, el menor tamaño de grano (1.3 mm.) por lo que una

característica a tener en cuenta para seleccionar cultivares con mayor rendimiento, dependen de mayor peso de panoja y mayor tamaño de grano.

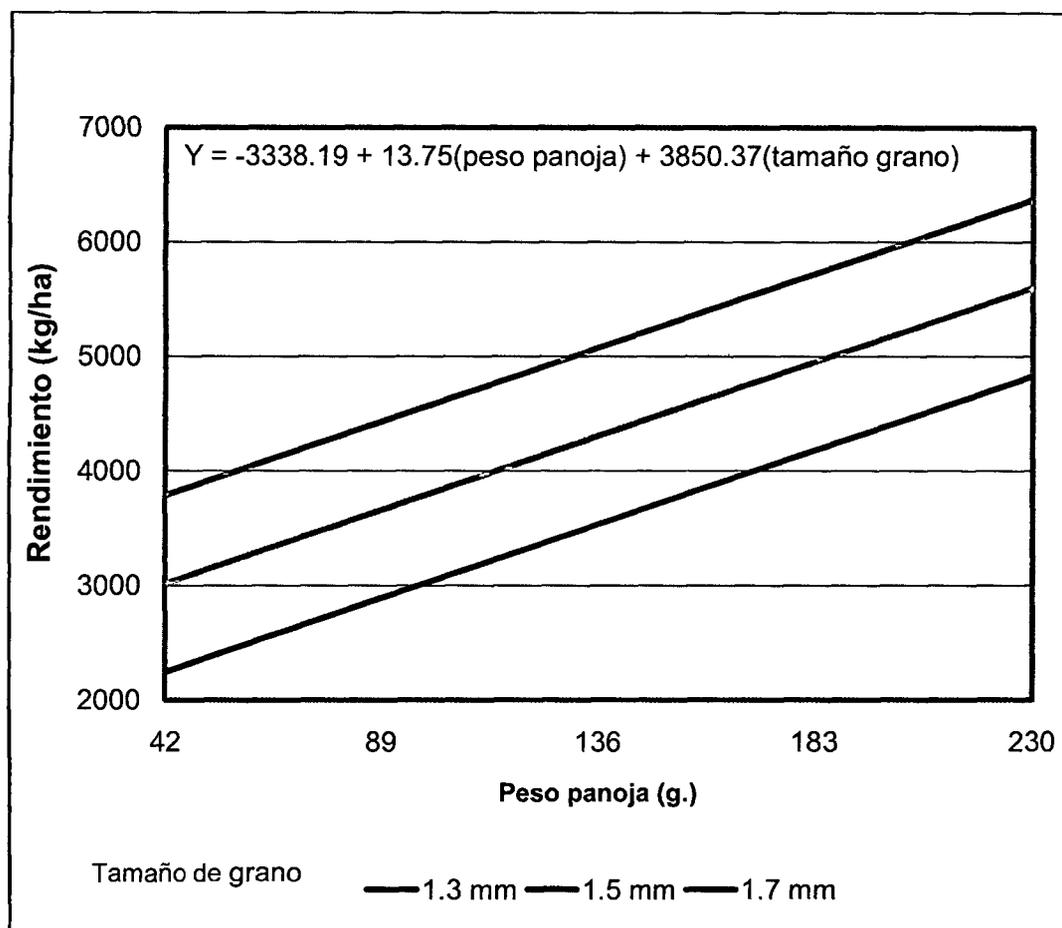


Figura 3.30: Regresión del rendimiento potencial de grano ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) con peso de panoja (g.) y tamaño de grano (mm.) en achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.30, se muestra la influencia del peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento potencial del grano de achita, existiendo una relación directa del peso de panoja y tamaño de grano sobre el rendimiento.

3.4.2 Ganancia por selección

Cuadro 3.28: 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	Cuadrado medio	F calculado
Cultivar	13	72769641.7	5597664.7	13.64 **
Error	126	51715146.0	410437.7	
Total	139	124484787.7		

Variancia ambiental : 41043.8

Variancia genética : 518722.7

Variancia fenotípica : 559766.5

Heredabilidad : 0.93

En el cuadro 3.28, 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 (0.93) por lo que se recomienda su mejoramiento mediante selección recurrente.

La variancia fenotípica es la variancia de los valores fenotípicos, se puede descomponer en componentes de valor atribuibles a la influencia del

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

3.4.3 Respuesta a la selección

Cuadro 3.29: Promedio del rendimiento de grano kg.ha⁻¹ y ganancia por selección en 14 cultivares de achita de panoja blanca (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán a 2735 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio de Selecciones	Promedio Poblacional	Ganancia por Selección	Promedio población mejorada	Porcentaje de mejora
CKA-090	5488	4808	313	5121	7
CKA-029	5594	4797	367	5164	8
CKA-039	5016	4597	192	4790	4
CKA-038	4927	4476	207	4684	5
CKA-040	4682	4379	139	4519	3
CKA-073	4687	4373	145	4517	3
CKA-070	4911	4208	323	4532	8
CKA-071	4338	3968	170	4138	4
CKA-078	4220	3763	211	3973	6
CKA-080	4073	3735	155	3891	4
CKA-081	3911	3533	174	3707	5
CKA-082	3969	3503	214	3717	6
CKA-091	2790	2565	103	2668	4
CKA-021	2585	2425	74	2499	3

En el cuadro 3.29, se observa el rendimiento promedio de las selecciones y el rendimiento promedio poblacional de los 14 cultivares de achita materia de estudio del presente trabajo.

Los cultivares que presentan una mayor ganancia por selección son CKA-090, CKA-029, CKA-070 con 313, 367, 323 kg.ha⁻¹, respectivamente, el cual representa un 7, 8 y 8 por ciento de mejora respecto al promedio poblacional 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. Tal como se muestra en la figura 3.31.

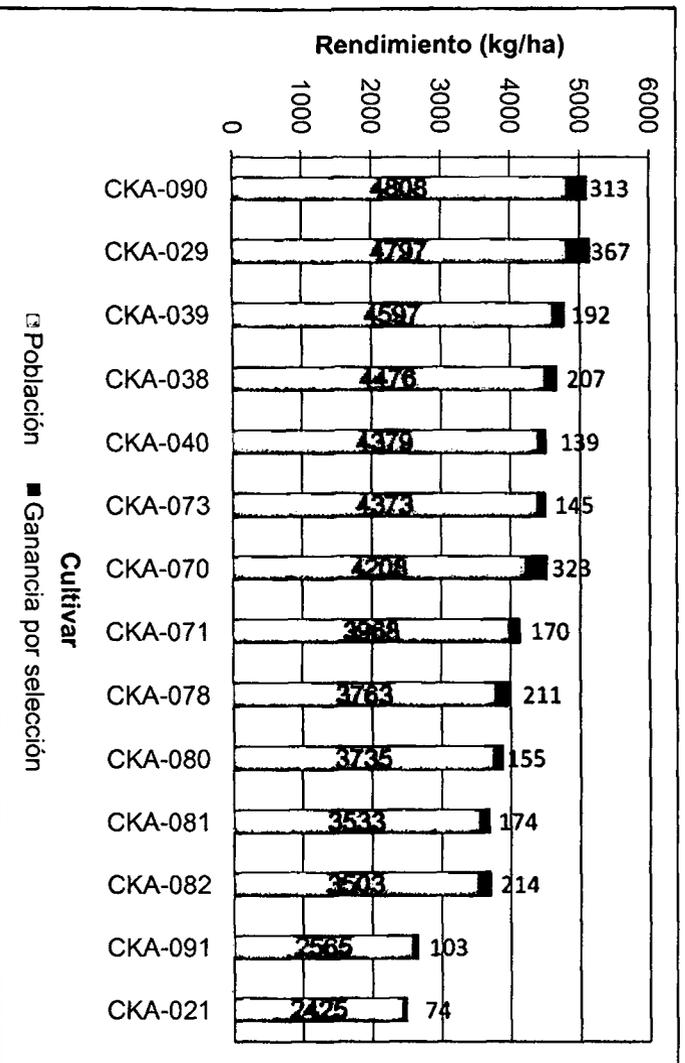


Figura 3.31: Rendimiento poblacional de grano y ganancia por selección en cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones.

1. Los cultivares de achita presentaron 15 características morfológicas homogéneas y 7 características variables que distinguen a los cultivares, los cuales al realizar el análisis de agrupamiento “dendrograma” formaron tres grupos.
2. Los cultivares que mostraron mayor precocidad a la madurez fisiológica fueron los cultivares CKA-039, CKA-038, CKA-073, CKA-021 con 116 días después de la siembra a comparación de los demás cultivares que fue de 120 días, habiendo una mínima diferencia entre ellas, por lo que se caracteriza a todas como cultivares precoces.
3. Los cultivares que presentaron mayor peso de panoja fueron los

cultivares CKA-090, CKA-029 y CKA-039 con 153.07, 147.56 y 143.81 g. respectivamente; mientras que los cultivares CKA-091 y CKA-021 presentaron menor peso de panoja que fue de 45.31 y 44.27 g.

4. El cultivar CKA-039 reportó mayor tamaño de grano con un promedio de 1.60 cm., y los de menor tamaño fueron los cultivares CKA-091 y CKA-021 con 1.38 y 1.36 cm. respectivamente.
5. Los cultivares que lograron mayor rendimiento por hectárea fueron CKA-090 y CKA-029 con 4808, 4797 kg.ha⁻¹ respectivamente, mientras que el cultivar con bajo rendimiento fue CKA-021 con 2425 kg.ha⁻¹; sin que exista diferencia significativa del cultivar CKA-091 que presentó un rendimiento de 2565 kg.ha⁻¹
6. Los caracteres seleccionados por el método *stepwise* fueron el peso de panoja y el tamaño de grano; por estar asociados de manera directa con el rendimiento, los cuales constituyen parámetros a tener en cuenta para la selección de cultivares.
7. Los cultivares con mejor respuesta a la selección fueron CKA-090, CKA-029 y CKA-070, quienes presentaron mayor ganancia por selección, que fue de 313, 367 y 323 kg.ha⁻¹, respectivamente; el cual representa un 7, 8 y 8 por ciento de mejora y los cultivares CKA-040, CKA-073 y CKA-021 presentaron menor ganancia por selección que fue de 139, 145 y 74 kg.ha⁻¹ respectivamente, con un porcentaje de mejora de 3, 4 y 3 por ciento.

RECOMENDACIONES

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten plantear las siguientes recomendaciones:

1. Continuar con el estudio de las poblaciones segregantes en los principales lugares de producción y en diferentes épocas y años con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de los cultivares para fines de selección.
2. Realizar pruebas en campo de agricultores enfatizando los cultivares que obtuvieron los más altos rendimientos y los que presentan un mayor porcentaje de mejora en el rendimiento
3. Finalmente, debido a la alta heredabilidad obtenida en el presente trabajo de investigación, los resultados obtenidos no deberán ser considerados como definitivos, puesto que es un estudio preliminar.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, en el periodo de febrero a junio del 2010, con el objetivo de generar información agronómica a través de caracterización y selección de catorce compuestos varietales de achita de panoja blanca decumbente (*Amaranthus caudatus* L.) en sus diferentes estados fenológicos. El análisis estadístico para el presente trabajo se realizó en base a métodos de estadística descriptiva y diseño completamente randomizado, para determinar la respuesta a la selección se utilizó el método de *Stepwise*. Para la caracterización se tomaron 19 caracteres cualitativos y 3 caracteres cuantitativos, así mismo se evaluaron características de precocidad y de rendimiento. En cuanto a la precocidad no existe una diferencia significativa entre los cultivares alcanzando la madurez fisiológica a los 116 y 120 días después de la siembra caracterizándose todas como cultivares precoces; en referencia a la altura de planta el cultivar CKA-039 sobresale frente a los demás cultivares con (207.5 cm.), en relación al tamaño de grano el cultivar CKA-039 destaca significativamente con (1.60 mm.) frente a los demás cultivares. El mayor rendimiento obtenido en el presente trabajo de investigación es de 4808 kg.ha⁻¹ que corresponde al cultivar CKA-090; mientras que el cultivar CKA-021 obtuvo el menor rendimiento, con 2425 kg.ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AEDO, P., M. (1989). "Fenología y Rendimiento de 14 Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Viñaca a 2420 m.s.n.m., Ayacucho". Informe de Práctica Profesional. UNSCH. Ayacucho – Perú.
2. ALLARD, R., W. (1980). "Principios de la Mejora Genética", 2da Edit. OMEGA S.A, Barcelona – España.
3. 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. BARRANTES DEL A., F. (1990). "Enfermedades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho (2600 msnm)". Informe de Investigación. PICA-UNSCH. Ayacucho-Perú. (en prensa).
5. BARROS, C. y BUEN ROSTRO, M. (1997). "Amaranto, fuente maravillosa de Sabor y salud". Grijalbo, México.
6. BRESANI, R. (1989). "El contenido de Proteína del Grano de Amaranto y su Potencial". Boletín N° 2; Junio 1989.
7. CACÑAHUARAY A. (1996). "Determinación de la Época Crítica de Competencia de Malezas en el Cultivo de Achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán a 2750 msnm". Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho-Perú.
8. CALDERÓN, P. (1989) "Efecto de la Reducción Foliar Sobre el Rendimiento y Calidad de Achita (*Amaranthus caudatus* L.). Ecotipo

- Blanco en Wayllapampa 2450 msnm". Ayacucho - Perú.
9. CARBAJAL, N. (1988). "Evaluación Morfológica de 13 Accesiones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) y su Relación con el Rendimiento-Wayllapampa (2500 msnm) Ayacucho". Tesis UNSCH. Ayacucho-Perú.
 10. CISNEROS Q., J. (1995). "Dinámica Poblacional de Plagas de Follaje en Cuatro Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.)", Iribamba 2400 msnm. Huanta- Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
 11. CRISCI, J. & M. LÓPEZ. (1983). "Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica". Serie de biología N° 26, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C. 132 p.
 12. CURACA Q. (2010). "Abonamiento Orgánico y Sintético en el en el Rendimiento de tres cultivares de Achita ((*Amaranthus caudatus* L.)) Canaán 2720 msnm – Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
 13. CHAGARAY, A. (2005). "Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto".
Dirección provincial de Programación del Desarrollo.
Ministerio de Producción y Desarrollo – Cajamarca.
 14. EARLY, K. D. (1987). "El cultivo y Usos del *Amaranthus* (Kiwicha) en

- Dos Centros de Domesticación”. Congreso Internacional Sobre Agricultura Andina. Puno-Perú.
15. ESPIRITU, A. (1986).”Comparativo de Rendimiento de 13 Accesiones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) del Germoplasma de Granos Andinos de la Universidad de Huamanga. Wayllapampa 2450 m.s.n.m.” Informe de Practicas, UNSCH. Ayacucho- Perú.
 16. HAUPTLI, H. (1980). “Genetic polymorphisms and yield components in a population of amaranth”. The Journal of Heredity 71:290-292.
 17. HENDERSON, T. (1993).”Agronomic evaluation of grain amaranth in North Dakota. Tesis” Ph. D. North Dakota State, North Dakota, USA.
 18. HOLDRIDGE, L. R. (1986). “Ecología Basada en Zonas de Vida”, 1ra. ed. San José, Costa Rica: IICA.
 19. IBÁÑEZ, R., G. AGUIRRE, (1983). “Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos”. UNSCH. Ayacucho-Perú.
 20. INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS (IPGRI) 2003. Descriptors for (*Amaranthus caudatus* L.) of Science Department, University of California, USA-2003.
 21. JAMES W. (1967). “Introducción a la Fisiología Vegetal”. Primera Edición. Edit. Omega. Barcelona-España.
 22. LARCHER, W. (1976).”Ecofisiología Vegetal”. Ediciones Omega S.A. Barcelona – España.
 23. LEON, J. (1964).”Plantas Alimenticias Andinas”. Boletín Técnico N° 6.IICA-Zona Andina. Lima-Perú.

24. MARTINEZ, P. (2010). Rendimiento Comparativo de 12 Cultivares de Achita amiláceo (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán a 2750 msnm, Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH, Ayacucho- Perú.
25. MONTERO, C. et al. 1994 <http://www.fao.org>.
26. MUJICA, A y BERTI, J. 1997 <http://www.fao.org>.
27. Mujica, S. A. y A. QUILLAHUAMAN (1989) "Fenología del Cultivo de Kiwicha". En: Curso taller de cultivos Andinos y Uso de la Información Agrometeorológica. PISA-INIAA. Puno, Perú.
28. NATIONAL ACADEMY PRESS. (1990). "Lost Crops of the Incas, Little – Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation" Washington. D.C. 1989.
29. NIETO, C. (1989). "El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus sp.*) Una alternativa Agronómica para Ecuador". Programa de Cultivos Andinos EESC. Quito, Ecuador. Pp.24.
30. NIETO, C. (1990). "Identificación de microcentros de variabilidad en quinua, amaranto y chocho en Ecuador INIAP, EE. Santa Catalina". Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador. Proyecto INIAP/IFAD/IPGRI. Pp. 15.
31. NUÑEZ, A., E. (2006). Boletín Técnico – Estación Experimental Agraria CANAAN-INIA Ayacucho – Perú.
32. ORTOJAN, J. (1986). "Estabilidad Fenotípica en los Amarantos". Bol N° 1. El Amaranto y su Potencial Washington.
33. OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

- NATURALES – ONERN, (1976). "Mapa Ecológico del Perú". Guía explicativa. Lima Perú.
34. PACHECO, F. (2009). "Selección Masal Estratificada en dos Variedades de Achita (*Amaranthus caudatus* L.)". Tesis UNSCH Ayacucho- Perú.
 35. PALACIOS, S.C. (1997). "Estudio Preliminar sobre el efecto de la Decapitación Apical en el Rendimiento de 38 entradas de Achita (*Amaranthus caudatus* L.)". en Canaán (2750 msnm) Ayacucho. Tesis UNSCH.
 36. PARIONA N., M. (1992). "Evaluación de Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayocondo a 2600 msnm. Ayacucho". Tesis, UNSCH. Ayacucho-Perú.
 37. REPO CARRASCO, R (1988). "Cultivos andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de Procesamiento". Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé De Las Casas Cuzco- Perú.
 38. SALIS, G. (1985). "Cultivos Andinos ¿Alternativa Alimentaria Popular? Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Casas" CEPED-AYLLU. Centro Para el Desarrollo de los Pueblos Cusco- Perú.
 39. SUMAR, L. (1983). El Pequeño Gigante. Boletín N° 1. El amaranto y su Potencial.
 40. SUMAR, L. (1993). *Amaranthus caudatus* L., el pequeño gigante. Programa de Investigación Amarantos. Boletín N°03; Setiembre Cusco- Perú.

41. TAPIA, M. (1982). Quinoa y Kañihua, cultivos andinos. Bogotá. IICA.
42. TAPIA, M. (1990). Los cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Santiago. FAO.
43. TENORIO, L. (1996). "Caracterización y Evaluación de Siete Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.), en Ayacucho a 2750 m.s.n.m." Tesis, UNSCH. Ayacucho-Perú.

Páginas webs consultadas:

- <file:///E:/descript.htm>
- <http://www.minag.gob.pe>
- http://www.peruecologico.com.pe/flo_kiwichaamaranthuscaudatus_1.ht
- <http://www.peruecologico.com.pe/f>
- www.rlc.fao.org/es/agricultura/prod.

ANEXO

ANEXOS

1.-Parámetros para la caracterización de achita:

- **PLANTA:**

- ❖ PORTE DE LA PLANTA:

- 1 Erecto
- 2 Semierecta
- 3 Decumbente

- **TALLO**

- ❖ ÍNDICE DE RAMIFICACIÓN

- 1 No ramificado
- 2 Poco ramificado
- 3 Muchas ramas cerca de la base del tallo
- 4 Ramas pequeñas 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 Dos franjas (en forma de v)

- 5 Una franja (en forma de v)

- 6 Margen y vena pigmentados

- 7 Una franja verde claro o clorótica sobre verde común

- 8 Verde común

- 9 Verde oscuro

- 10 Margen pigmentado de morado

- ❖ FORMA DE LA HOJA

- 1 Lanceolada

- 2 Elíptica

- 3 Cuneada

- 4 Ovatada

- 5 Rómbica

- 6 Ovalada

- 7 Otra (especifique).

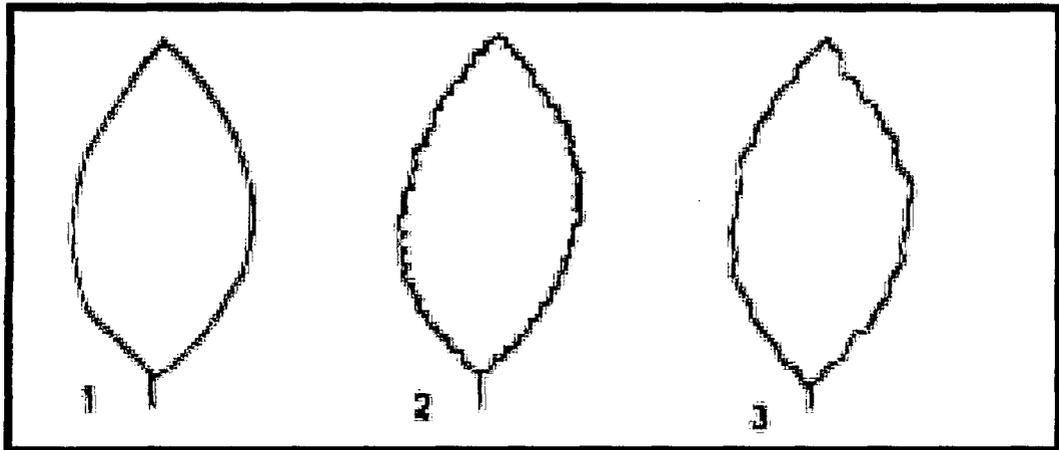
- ❖ MARGEN DE LA HOJA

- 1 Entero

- 2 Crenado

- 3 Ondulado

- 4 Otro.



❖ PROMINENCIA DE LAS NERVADURAS DE LA HOJA

- 1 Suave
- 2 Rugosa (venas prominentes)

❖ PIGMENTACIÓN DEL PECIOLLO

- 1 Verde claro
- 2 Verde oscuro
- 3 Rojo morado
- 4 Morado oscuro
- 5 Rosado
- 6 Verde manchado de rojo

❖ ESPINAS EN LAS AXILAS DE LAS HOJAS

- 1 Ausentes
- 2 Presentes

• RAIZ

❖ TIPO DE RAIZ

- 1 Ramificado
- 2 Compacto

• INFLORESCENCIA O PANOJA

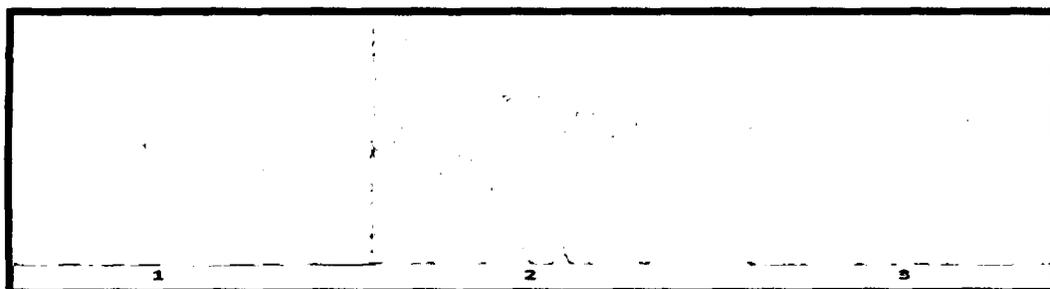
❖ LONGITUD DE LAS INFLORESCENCIAS LATERALES, EN (cm)

❖ FORMA DE LA INFLORESCENCIA APICAL

- 1 Glomerulada
- 2 Amarantiforme

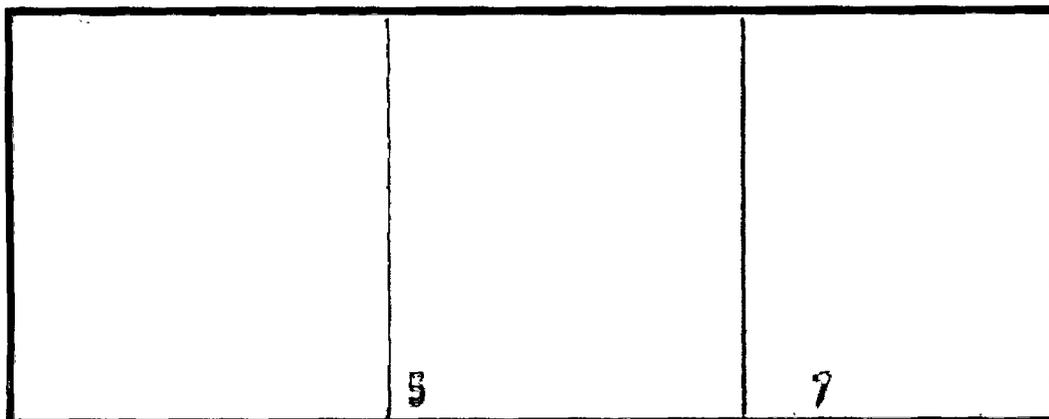
❖ POSICIÓN DE LA INFLORESCENCIA APICAL

- 1 Erecta
- 2 Postrada
- 3 Intermedia



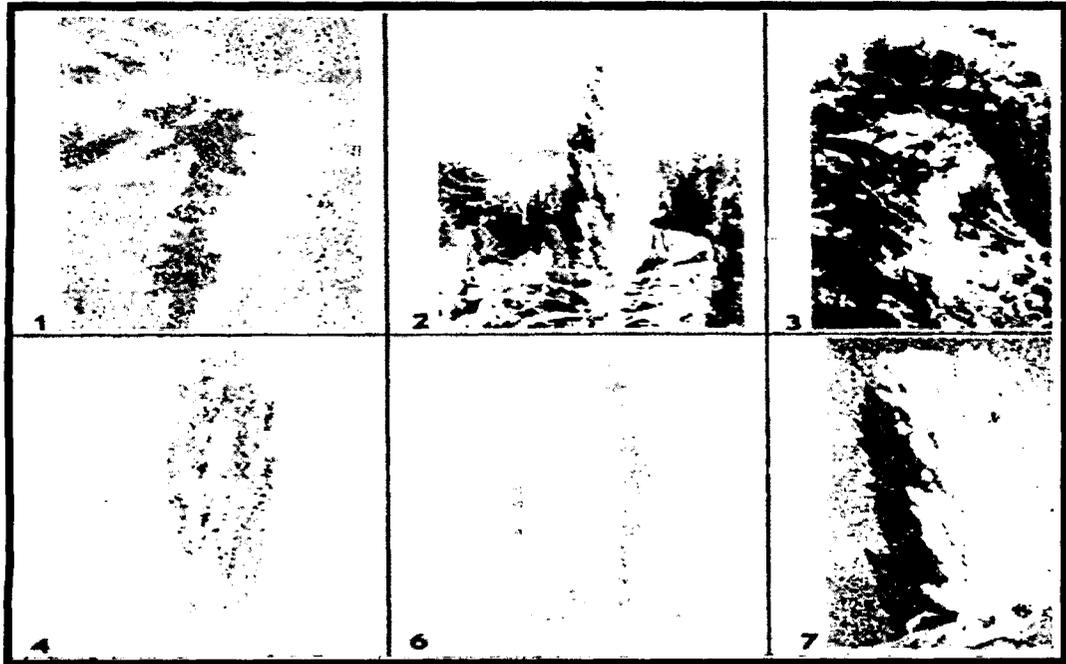
❖ ÍNDICE DE DENSIDAD DE LA INFLORESCENCIA

- 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
- 8 Blanca



- **SEMILLA O GRANO**

- ❖ **COLOR DE LA SEMILLA**

- 1 Amarillo claro
 - 2 Rosado
 - 3 Rojo
 - 4 Marrón
 - 5 Negro
 - 6 Blanco amarillento
 - 7 Blanco

- ❖ **TIPO DE CUBIERTA**

- 1 Translucida
 - 2 Opaca

- ❖ **FORMA DE LA SEMILLA**

- 1 Redonda
 - 2 Elipsoide u ovoide.

2.-Cuadros

CUADRO 1: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE CATORCE CULTIVARES DE ACHITA PANOJA BLANCA

CODIGO	CKA-029	CKA-090	CKA-039	CKA-038	CKA-040	CKA-071	CKA-070
LOCALIDAD	Chilinga San Miguel	Chilcaccasa Acos Vinchos	Suso Quinua	Suso Quinua	Chilcaccasa Acos Vinchos	Suso Quinua	Suso Quinua
Porte de planta	3	3	3	3	3	3	3
Índice de ramificación del tallo	4	4	4	4	4	4	4
Pubescencia del tallo	3	3	3	3	3	3	3
Pigmentación del tallo	1	1	1	1	1	1	1
Longitud de la hoja (cm.)	13.95	13.91	13.84	12.03	12.69	11.42	12.36
Ancho de hoja(cm.)	8.55	8.22	8.196	7.98	9.07	6.8	7.25
Pubescencia de la hoja	3	3	3	3	3	3	3
Pigmentación de la hoja	8	8	8	8	8	8	8
Forma de la hoja	2	2	5	5	2	2	2
Margen de la hoja	1	1	1	1	1	1	1
Prominencia de las nervaduras de la hoja	2	2	2	2	2	2	2
Pigmentación del peciolo	1	1	1	1	1	1	1
Espinas en las axilas de las hojas	1	1	1	1	1	1	1
Tipo de raíz	1	1	1	1	1	1	1
Longitud de las inflorescencias laterales apicales(cm.)	18.1	21.4	17.6	17	16	16.2	18.6
Forma de inflorescencia apical	2	2	2	2	2	2	2
Posición de la inflorescencia apical	3	3	3	3	3	3	3
Índice de densidad de la inflorescencia	5	5	5	5	5	5	5
Color de la inflorescencia	8	8	8	8	8	8	8
Color de la semilla	6	6	6	6	6	6	6
Tipo de cubierta de la semilla	2	2	2	2	2	2	2
Forma de la semilla	2	2	2	2	2	2	2

CUADRO 2: CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE CATORCE CULTIVARES DE ACHITA PANOJA BLANCA

CODIGO	CKA-078	CKA-080	CKA-081	CKA-073	CKA-082	CKA-091	CKA-021
LOCALIDAD	Iguaín Huanta	Acos Vinchos	Acos Vinchos	Suso Quinoa	Chihuanpampa Quinoa	Cochani Huamanguilla	Suso Quinoa
Porte de planta	3	3	3	3	3	3	3
Índice de ramificación del tallo	4	4	4	4	4	4	4
Pubescencia del tallo	3	3	3	3	3	3	3
Pigmentación del tallo	1	1	1	1	1	1	1
Longitud de la hoja (cm.)	11.27	12.05	10.77	11.3	12.1	12.1	13.29
Ancho de hoja(cm.)	6.16	7.48	6.31	7.09	7.02	7.25	9.24
Pubescencia de la hoja	3	3	3	3	3	3	3
Pigmentación de la hoja	8	8	8	8	8	8	8
Forma de la hoja	2	5	5	2	2	2	2
Margen de la hoja	1	1	3	1	1	1	1
Prominencia de las nervaduras de la hoja	2	2	2	2	2	2	2
Pigmentación del peciolo	1	1	1	1	1	1	1
Espinas en las axilas de las hojas	1	1	1	1	1	1	1
Tipo de raíz	1	1	1	1	1	1	1
Longitud de las infloresc. laterales apicales(cm.)	16.9	17.6	14.7	16.1	14	16.9	14.9
Forma de inflorescencia apical	2	2	2	2	2	2	2
Posición de la inflorescencia apical	3	3	3	3	3	3	3
Índice de densidad de la inflorescencia	5	5	5	5	5	3	3
Color de la inflorescencia	8	8	8	8	8	8	8
Color de la semilla	6	6	6	6	6	6	6
Tipo de cubierta de la semilla	2	2	2	2	2	2	2
Forma de la semilla	2	2	2	2	2	1	1

CUADRO 3: CARACTERES DE PRECOCIDAD DE CATORCE CULTIVARES DE ACHITA PANOJA BLANCA

CODIGO	CKA-029	CKA-090	CKA-039	CKA-038	CKA-040	CKA-071	CKA-070
LOCALIDAD	Chilinga San Miguel	Chilcaccasa Acos Vinchos	Suso Quinua	Suso Quinua	Chilcaccasa Acos Vinchos	Suso Quinua	Suso Quinua
Emergencia(dds)	2	2	2	2	2	2	2
Dos hojas verdaderas (dds)	12	12	12	12	12	12	12
Seis hojas verdaderas(dds)	25	25	25	25	25	25	25
Ramificación(dds)	38	38	38	38	38	38	38
Panojamiento(dds)	47	47	43	43	47	47	47
Floración(dds)	65	65	60	60	60	65	65
Grano lechoso(dds)	80	80	72	72	80	80	80
Grano pastoso(dds)	95	95	90	90	95	95	95
Madurez fisiológica(dds)	120	120	116	116	120	120	120

CUADRO 4: CARACTERES DE PRECOCIDAD DE CATORCE CULTIVARES DE ACHITA PANOJA BLANCA

CODIGO	CKA-078	CKA-080	CKA-081	CKA-073	CKA-082	CKA-091	CKA-021
LOCALIDAD	Iguaín Huanta	Acos Vinchos	Acos Vinchos	Suso Quinoa	Chihuanpampa Quinoa	Cochani Huamanguilla	Suso Quinoa
Emergencia(dds)	2	2	2	2	2	2	2
Dos hojas verdaderas (dds)	12	12	12	12	12	12	12
Seis hojas verdaderas(dds)	25	25	25	25	25	25	25
Ramificación(dds)	38	38	38	38	38	38	38
Panojamiento(dds)	47	47	47	43	47	47	43
Floración(dds)	65	65	65	60	65	65	60
Grano lechoso(dds)	80	80	80	72	80	80	72
Grano pastoso(dds)	95	95	95	90	95	95	90
Madurez fisiológica(dds)	120	120	120	116	120	120	116

CUADRO 5: CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD PARA CATORCE CULTIVARES DE ACHITA PANOJA BLANCA

CODIGO	CKA-029	CKA-090	CKA-039	CKA-038	CKA-040	CKA-071	CKA-070
LOCALIDAD	Chilinga San Miguel	Chilcaccasa Acos Vinchos	Suso Quinua	Suso Quinua	Chilcaccasa Acos Vinchos	Suso Quinua	Suso Quinua
Altura de planta (cm.)	197.4	202.8	207.5	205.1	188.1	175.9	194.5
Longitud de panoja (cm.)	87.8	80.7	86.5	85.7	70.3	70.7	91
Diámetro de panoja (cm.)	9.5	9.1	9	9	8.45	7.8	8.5
Tamaño de grano (mm.)	1.57	1.58	1.6	1.57	1.56	1.5	1.51
Peso de panoja (g.)	147.56	153.07	143.81	131.87	125.28	107.91	115.41
Peso de 1000 semillas (g.)	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97
Rendimiento(kg.ha ⁻¹)	4385-5210	4396-5220	4185-5010	4064-4889	3967-4792	3556-4381	3796-4621

CUADRO 6: CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD PARA CATORCE CULTIVARES DE ACHITA PANOJA BLANCA

CODIGO	CKA-078	CKA-080	CKA-081	CKA-073	CKA-082	CKA-091	CKA-021
LOCALIDAD	Iguaín Huanta	Acos Vinchos	Acos Vinchos	Suso Quinoa	Chihuanpampa Quinoa	Cochani Huamanguilla	Suso Quinoa
Altura de planta (cm.)	182.6	199	187.5	188.9	182.1	171.6	170.6
Longitud de panoja (cm.)	71.4	85.2	67.3	69.4	67.8	55.7	55.9
Diámetro de panoja (cm.)	8.05	8.65	7.6	7.85	7.8	8.3	8.8
Tamaño de grano (mm.)	1.49	1.49	1.47	1.53	1.44	1.38	1.36
Peso de panoja (g.)	104.98	95.02	100.13	116.38	80.8	45.31	44.27
Peso de 1000 semillas (g.)	0.97	0.97	0.97	0.98	0.96	0.95	0.95
Rendimiento(kg.ha ⁻¹)	3350-4175	3323-4148	3120-3945	3960-4785	3091-3916	2153-2977	2013-2837

3.-Figuras:

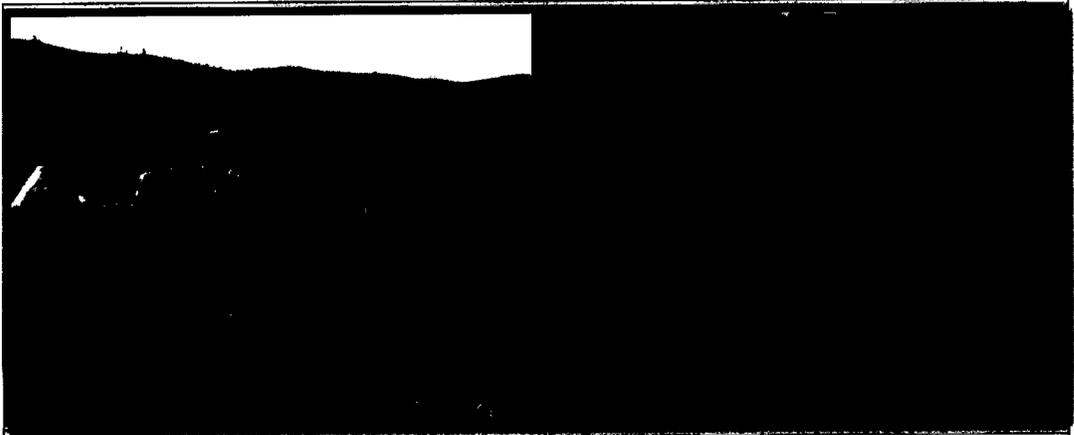


Figura 1. Preparación del terreno

Figura 2. La siembra

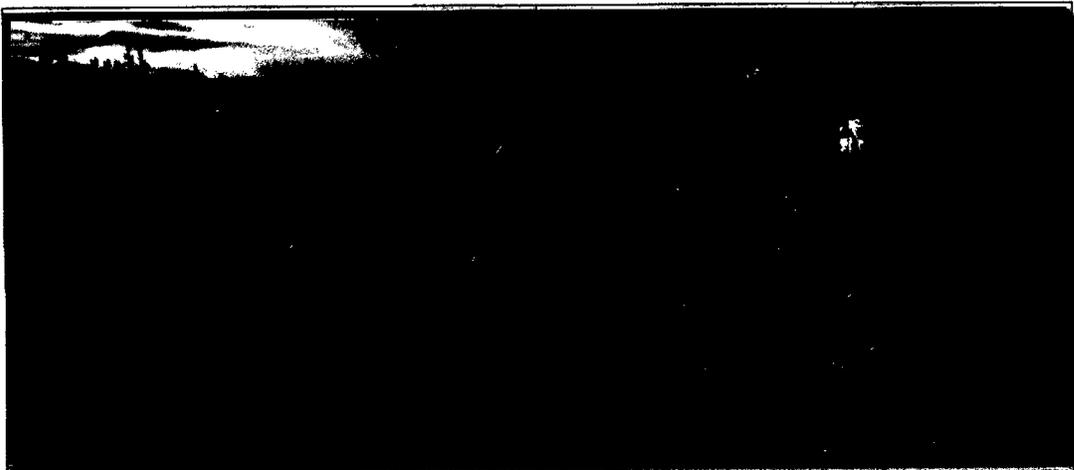


Figura 3. Tapado de la semilla

Figura 4. Riego del campo de cultivo



Figura 5. Inicio de panojamiento

Figura 6. La floración



Figura 7. Formación de grano Pastoso



Figura 8. Presencia de hongos en plántulas

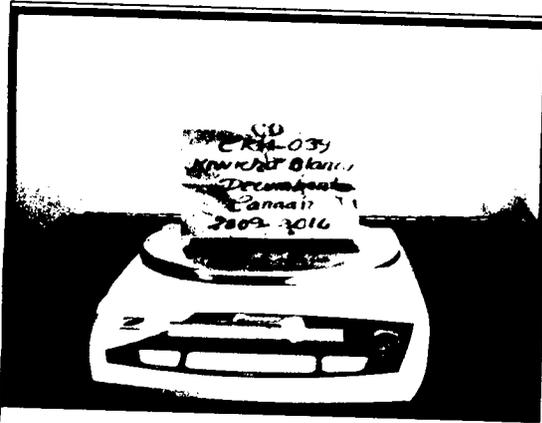


Figura 9. Peso de grano por panoja

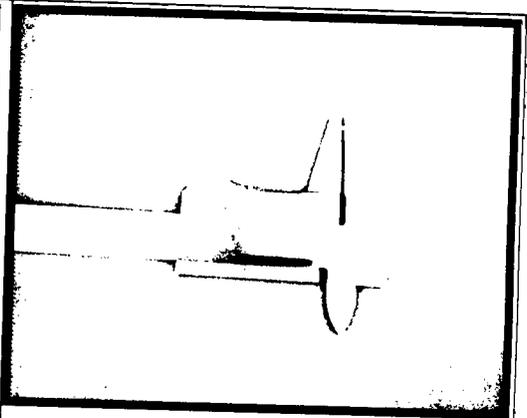


Figura 10. Medición del diámetro del grano



Figura 11. Conteo de mil semillas



Figura 12. Cosecha