

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**RENDIMIENTO COMPARATIVO DE DOCE CULTIVARES DE ACHITA
AMILACEO (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm, Ayacucho**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERA AGRONOMA

PRESENTADO POR:

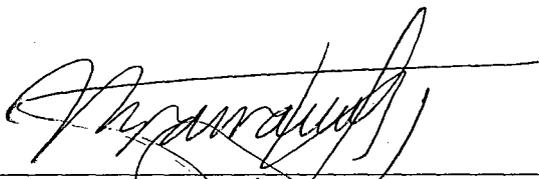
MARTÍNEZ PARIONA, KARIN OLGA

AYACUCHO – PERU

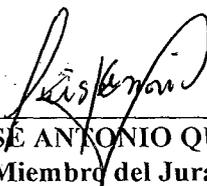
2010

**“RENDIMIENTO COMPARATIVO DE DOCE CULTIVARES DE
ACHITA AMILACEO (*Amaranthus caudatus* L.)
CANAÁN 2,750 m.s.n.m., AYACUCHO”**

Recomendado : 17 de diciembre de 2009
Aprobado : 13 de enero de 2010



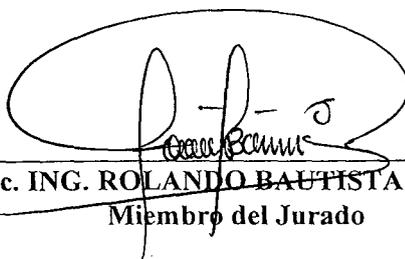
M.Sc. ING. FERNANDO NICOLÁS BARRANTES DEL AGUILA
Presidente del Jurado



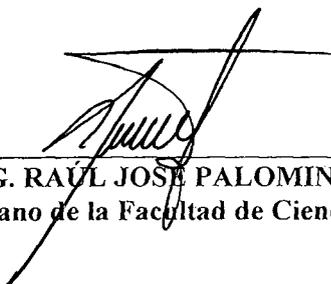
M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado



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

DEDICATORIA

*Con mucho cariño y afecto a mis padres
Marcelino y Olga por hacer de mí quien soy,
por darme mis alas para cruzar horizontes,
por darme la fuerza para seguir avanzando.*

*A mis hermanos Fredy y Ronald por su apoyo
incondicional y aliento de superación.*

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, formadora de innumerables profesionales en diferentes partes del departamento del Perú.
- ✓ 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 el asesoramiento brindado en el desarrollo y ejecución del presente trabajo.
- ✓ A la Ing. Ana María Altamirano Pérez, del Programa Nacional de Investigación en cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Canaán, por haberme brindado la oportunidad de realizar el presente trabajo.
- ✓ Así mismo, expreso mi gratitud a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo y colaboración en la ejecución y desarrollo presente trabajo.

INDICE

	Página
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	
1.1 Origen y Distribución.	08
1.2 Valor Nutritivo y Uso de la Achita	14
1.3 Taxonomía	24
1.4 Morfología	25
1.5 Aspectos Genéticos de la Achita	33
1.6 Aspecto Fisiológicos de la Achita.	34
1.7 Plagas y Enfermedades.	38
1.8 Aspecto de Manejo del Cultivo.	39
1.9 Rendimiento y Productividad	41

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	Lugar de Estudio	50
2.2	Condiciones Climáticas	52
2.3	Material Genético	55
2.4	Distribución Randomizado de Cultivares en la Parcela	55
2.5	Unidad Experimental.	55
2.6	Diseño Experimental	56
2.7	Descripción de Campo Experimental	57
2.8	Variables Evaluadas	60
2.9	Instalación y Conducción del Experimento	62

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1	Características de Precocidad	67
3.2	Características de Rendimiento	69
3.3	Idiotipo de los Cultivares	79
3.4	Correlación de Variables	86

CAPÍTULO IV

		88
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
	RESUMEN	92
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	98
	ANEXO	

INTRODUCCION

La achita (*Amaranthus caudatus* L.) es una especie de origen andino cuyo cultivo se extiende desde Ecuador hasta el norte de Argentina, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm; el grano de achita contiene entre 12 a 16 % de proteína, con alto contenido de aminoácidos esenciales como lisina, metionina, treonina y triptofano. La achita, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y otros granos originarios de los andes como la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) constituyeron importantes alimentos para la población originaria de Sudamérica. La mayor diversidad de la achita en el Perú se encuentra en los valles interandinos de Cajamarca, Ancash, Ayacucho, Huancavelica y Cusco.

La producción de achita en el Perú en el año 2003 fue de 3802 toneladas, obtenida en 2535 hectáreas; el rendimiento promedio nacional es de 1.5 t/ha. El 70% de su producción se comercializa y el 30% es para

autoconsumo. En el departamento de Ayacucho, se cultiva en 156 hectáreas (Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura de Ayacucho, 2007 - 2008).

La producción comercial de la achita tiene una limitada base genética, que limita al cultivo a los riesgos por plagas, enfermedades y efectos climáticos diversos, que pueden ocasionar grandes pérdidas; por otra parte, el bajo rendimiento de grano de achita de las variedades locales, que está alrededor de 1t/ha, está asociado a la ausencia de selección genotípica tecnificada para producir variedades más rendidoras en ecosistemas adversos.

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

Sobre la base de antecedentes y necesidades productivas, la presente investigación se orientó a evaluar la capacidad productiva de 12 cultivares de achita de grano amiláceo, en condiciones de campo, mediante el estudio de las variables de precocidad, productividad y rendimiento.

Los objetivos del trabajo fueron:

1. Evaluar características de precocidad de 12 cultivares de achita en forma comparativa, con fines de selección.
2. Evaluar características de rendimiento de 12 cultivares de achita en forma comparativa, con fines de selección.
3. Evaluar la asociación de caracteres de precocidad y productividad mediante correlación simple.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

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 provincias de Europa, Asia, África y Australia.

Solo tres especies de amaranto se utilizan actualmente para la producción de grano: *A. cruentas L.*, *A. caudatus L.* y *A. hypochondriacus L.*

Se caracteriza por ser una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o purpura con distintas coloraciones intermedias.

El amaranto es una planta perteneciente a la familia de las amarantáceas, la cual posee 70 géneros y más de 850 especies. El género *Amaranthus* tiene más de 60 especies, siendo las más importantes y conocidas las siguientes:

Amaranthus caudatus L.

Amaranthus hypochondriacus L.

Amaranthus hybridus L.

Amaranthus tricolor L.

Amaranthus blitum L.

Amaranthus dubius L.

Amaranthus viridis L.

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

La gran variedad de formas nativas encontradas en los departamentos de Ayacucho, Cusco y Cajamarca.

En los valles interandinos sudamericanos se pueden hallar todos los colores de pericarpio de la achita que se conocen en el mundo.

La diversidad de nombres vulgares, en idiomas nativos, con los que se conoce la achita. Los indicios arqueológicos reportados por Macera Martos y Ravines al excavar las cuevas de Junín (Pachachamay y Panauloca),

encontraron restos de vegetales como la tuna y el amaranto que al ser sometidos a las pruebas del carbono 14 evidencian una antigüedad de 12000 ac.

León (1964) menciona que sólo en América se conoce hasta cuatro especies diferentes:

Amaranthus hypochondriacus. Norteamérica.

Amaranthus caudatus. Ecuador, Bolivia, Perú y Argentina.

Manchús cruentas. Guatemala.

Amaranthus edulis. Norte de Argentina.

Calero y Sumar (1986) indica que el origen geográfico de esta planta, es un problema todavía no resuelto, dice que se cultiva desde tiempos inmemoriales, por las culturas de diversas regiones montañosas de América meridional, pero más tarde en 1753 sostiene: viven en el Perú, Persia y Ceylán, desde entonces unos a Linneo y otros mencionan a Asia.

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.

Grubben y Van Sloten (1981) sostiene que el origen de las especies de cultivos de *Amaranthus* se desarrollan en áreas tropicales con sus antecesores el *A. spinosus*, *A. hybridus* y *A. dubius*; y en clima templado *A. retroflexus*, *A. viridis*, *A. lividus* y *A. graecizans*.

Los *Amaranthus* para granos, ya domesticados, son *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, nativos de México y Guatemala que han sido difundidos posteriormente al Himalaya (Nepal) y sur de India; y el *A. caudatus* nativo del Perú y otros países andinos que han sido llevados al Himalaya (Nepal) a 3000 msnm. y al oriente de África.

Robertson (1981) señala que el amaranto de grano se domesticó en América hace más de 4000 años por culturas precolombinas y de allí posiblemente se difundió a otras partes del mundo. Fue cultivada y utilizada junto al maíz, frijol y calabaza por los Aztecas en el valle de México, por los Mayas en Guatemala y por los Incas en Sudamérica tanto en Perú, Bolivia como Ecuador junto a la papa, maíz y quinua. Los amarantos como verdura de hoja fueron utilizados en América y en otras partes del mundo desde la pre-historia en casi todo el mundo incluso desde mucho antes de su domesticación como lo demuestran las excavaciones arqueológicas, ya que en muchas zonas tropicales y subtropicales el amaranto era una planta importante de recolección sobre todo por sus hojas.

En la domesticación de los amarantos de semilla fue la selección que los antiguos agricultores hicieron de las formas mutantes en las que la semilla negra de tipo silvestre fue reemplazada por una semilla blanca. El resultado

fue una semilla de mejor sabor y con mayor calidad al reventar, este tipo de mutación también permitió a los domesticadores pre-históricos evitar cruces entre su cultivo y los amarantos silvestres por medio de la eliminación de las semillas oscuras híbridas en la semilla utilizada para la siembra; de esta forma se favoreció la evolución divergente de las formas domesticadas. La selección artificial aumentó el tamaño de las plantas, inflorescencias e incrementó así la producción de semilla; la selección artificial también produjo formas de color rojo brillante, lo que sugiere que los agricultores prehistóricos sentían interés tanto por la utilidad de sus plantas como por su belleza.

Repo – Carrasco (1988) refiere lo siguiente:

***Amaranthus caudatus* L.** Crece en zonas de Bolivia, Perú y Argentina. Su altura es generalmente de 1.50 a 2.00 m. pero a veces tienen una tonalidad oscura, las semillas son generalmente blancas o amarillas.

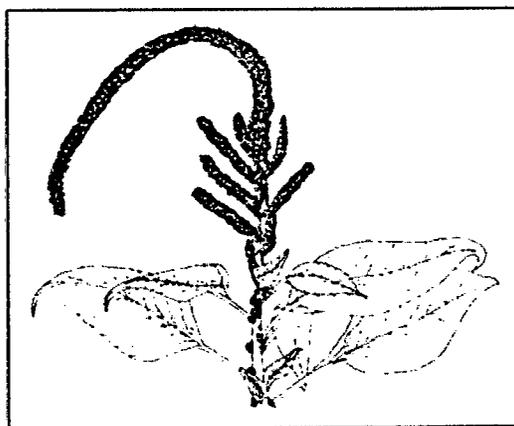


Figura 1: Inflorescencia de *Amaranthus caudatus*

Fuente: Herrera, 1943

***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*,** es la 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.

***Amaranthus edulis*,** crece mayormente en América del Norte, ubicable a lo largo de los caminos. Alcanzó una altura de 0.60 a 1.20 m. Las semillas son de color negro y las hojas pueden ser usadas como alimento.



Figura 2: Inflorescencia de *Amaranthus A. eludis*

Fuente: Herrera, 1943

Amaranthus tricolor, especie parecida a la espinaca de hojas redondas y comestibles. Puede ser de color verde claro, rojo o verde con tonalidades rojas. Se cultiva sobre todo en América del Norte y en Japón.

Amaranthus gangeticus, es también parecida a la espinaca floreciendo principalmente en ambientes cálidos. Se le conoce también como “espinaca del verano” en América del Norte.

1.2 VALOR NUTRITIVO Y USO DE LA ACHITA

Chagaray (2005) estudio de factibilidad del cultivo del amaranto, reporta que el amaranto es un alimento rico en hierro, proteínas, vitaminas y minerales; a tener en cuando también en la osteoporosis, ya que contiene calcio y magnesio.

Las hojas tienen más hierro que las espinacas; contiene mucha fibra, vitamina A, C así como Hierro, calcio y Magnesio. Algunos especialistas advierten que si usamos el amaranto como verdura debemos de hervirlo ya que, sobre todo en terrenos con poco agua, las hojas pueden contener altos niveles de oxalatos y nitratos. Tiene un alto nivel de proteína, que va del 15 al 18%, la calidad del contenido proteínico mayoritario puede compararse en varios parámetros a la de la proteína de la leche, la caseína, que se considera nutricionalmente la proteína por excelencia es superior, nutricional y funcionalmente a cualquier otra proteína vegetal conocida hasta ahora.

Pero además, lo interesante es su buen equilibrio a nivel de aminoácidos y el hecho de que contenga lisina que es un aminoácido esencial en la alimentación humana y que no suele encontrarse (o en poca cantidad) en la mayoría de los cereales. Los niveles de lisina son superiores a los de todos los cereales.

Contiene entre 5 y 8% de grasas saludables destaca la presencia de escualeno, un tipo de grasa que hasta ahora se obtenía especialmente de tiburones y ballenas. El aceite de amaranto es de buena calidad y contenido superior al de maíz, cereal que se emplea comercialmente como fuente de aceite; contiene altos niveles de ácido linoleico, ácido graso esencial precursor de prostaglandinas cuya función es análoga a la de las hormonas. El aceite no tiene colesterol y las semillas prácticamente no tienen factores anti nutricionales tan frecuentes en leguminosas como soya.

Su cantidad de almidón va entre el 50 y 60 % de su peso.

Existen materiales de amaranto que tienen almidón ceroso, es decir, rico en amilopectina que le da un comportamiento especial para usarse como ingrediente alimentario; la fuente industrial actual es maíz mejorado genéticamente para ello. El almidón del amaranto posee dos características distintivas que lo hacen muy prometedor en la industria: tiene propiedades para aglutinantes inusuales y el tamaño de la molécula es muy pequeña (aproximadamente un décimo del tamaño del almidón del maíz). Estas características se pueden aprovechar para espesar o pulverizar ciertos alimentos o para imitar la consistencia de la grasa.

Aparte de su interés nutricional también se puede aprovechar en la elaboración de cosméticos, colorantes e incluso plástico biodegradables. Ciertas variedades son ricas en un pigmento natural denominado amarantina, que se utiliza en varios productos alimenticios, como mayonesas y salsa de soya de las variedades rojas se obtiene un pigmento natural denominado llamado betalina, que se degrada levemente con la luz.

Sin embargo, su uso es muy prometedor, ya que mayoría de los pigmentos rojos son sintéticos y uso se encuentra en fase de prohibición por resultar riesgosos para la salud.

COMPOSICIÓN:

Cuadro 01: Composición Químico de la semilla de Amaranto (por 100g de parte comestible y en base seca).

Característica	Contenido
Proteína (g)	12 - 19
Carbohidratos (g)	71.8
Lípidos (g)	6.1 - 8.1
Fibra (g)	3.5 - 5.0
Cenizas (g)	3.0 - 3.3
Energía (Kcal)	391
Calcio (mg)	130-164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina C (mg)	1.5

Cuadro 02. Contenido de proteína del amaranto comparado a los principales cereales (g/100g pasta comestibles).

Cultivo	Proteína
Amaranto	13.6 - 18.0
Cebada	9.5 - 17.0
Maíz	9.4 - 14.1
Arroz	7.5
Trigo	14.0 - 17.0
Centeno	9.4 -14.0

Cuadro 03. Contenido de grasa en distintos granos:

Cereal o Grano	Contenido de grasa(extracto etéreo)% b.m.s
Amaranto	7.2
Cebada	2.1
Maíz	4.4
Avena	4.4
Arroz	5.1
Centeno	2.1
Sorgo	3.4

Sumar (1983) efectuando análisis bromatológico proximal, humedad, materia seca, fibra, ceniza, hidratos de carbono y proteína, en 460 entradas y en 600 líneas se ha establecido que los granos de color oscuro contiene mayores cantidades de fibra y ceniza los granos de color marrón o rosados contienen mayor proteína (19%), de los granos de color claro y/o los granos negros. Existe una variabilidad notable en el tenor de los minerales (Ca, Mg, P, K, Fe).

Odtojan (1983) afirma que las semillas tiene un alto valor nutricional de 12 a 16% de proteína, con altos niveles de lisina, 7.5% de grasa, 62% de carbohidrato, 3% de minerales con prevalencias de P, Mg, K, Ca y Fe en orden decreciente, 1.5% de vitamina B₁ y B₂ y 10% de agua. Su contenido de lisina, es casi tres veces mayor que el de maíz y casi el doble del que contiene el trigo.

Becker y Saunders (1984) informa que la composición de la semilla de amaranto varía a causa de las prácticas agronómicas. La mayoría de los investigadores han observado un contenido de 62 - 69% de almidón, 14 - 15% de proteína, 2-3% de azúcares totales, 6 - 7% de lípidos y 3.3 - 2.0% de cenizas.

Los cortes anatómicos y las técnicas de molienda han sido usados para demostrar que la proteína del *A. cruentus* está principalmente distribuida en el germen más de envoltura de la semilla (35%). Para el *A. caudatus* el

factor de conversión del nitrógeno a proteína es 5.85; en otras especies de amaranto varían entre 5.2 y 5.6. La proteína de la semilla contiene niveles más altos de aminoácidos azufrados y lisina que los granos convencionales, siendo invariable la leucina el primer aminoácido limitante.

Viyajakmar y Shanmugavelu (1985) evaluaron el concentrado proteínico foliar, es uno de varios posibles nuevos productos proteínicos que se están desarrollando para consumo humano y animal. La producción potencial de proteína en las plantas verde se utiliza mejor cuando la planta entera o su contenido foliar se consumen como vegetales. El contenido proteico de las hojas fluctuó de 12.53 a 14.537, habiéndose encontrado el valor más alto de Co.2, seguido de A.61. En cuanto al contenido mineral, A.90 fue el valor más alto de calcio, en cambio Co.1 tuvo el contenido máximo de Magnesio, con respecto a Hierro se encontró que A.62 tenía el más alto, seguido de A 83 y Co.1.

Sumar (1986) manifiesta que la proteína de la achita o amaranto contiene tres veces más lisina que la de leche. Si se comiese solo achita sería más saludable que si comiese trigo mezclado con arroz, maíz y papa. La achita con un valor de 75 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 al rededor de 41, el trigo 40, la soya 60 y la leche

de vaca 70. Una combinación de harina de achita y maíz casi alcanza el valor perfecto de 100 porque los aminoácidos son carentes en una, abunda en otra.

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

Grano	Achita	Trigo	Maíz	Arroz	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 achita tiene una alta digestibilidad, aproximadamente de 90%.

Ávila et al (1989) en un estudio realizado en Bolivia encuentran que el contenido de proteína en las diferentes entradas de "millmi" fluctuó entre 12.5 y 18 % con una media de 14.1%. Estos valores colocan al cultivo de "millmi" en un sitio intermedio entre los cereales y las leguminosas respecto al contenido de proteínas, pero con valores más balanceados en sus aminoácidos. Aminoácidos limitantes en el "millmi", algunas cereales y leguminosas:

Especie	Proteína (%)	Metionina	Lisina
Millmi (<i>A. caudatus</i> L.)	14.1	3.34	6.37
Trigo (<i>T. sativum</i>)	11.1	1.54	3.31
Maíz (<i>Zea mays</i>)	9.5	2.50	2.67
Frijol (<i>P. vulgaris</i>)	22.1	2.06	2.21
Tarwi (<i>L. mutabilis</i>)	31.2	1.13	5.29

Bressani (1989) informa sobre el contenido de proteína del grano de amaranto como 13.2 - 17.6%, y casi siempre atañen al *A. cruentus*. Para el *A. edulis*, asigna de 15.8 a 16.5%; para *A. hypochondriacus*, valores de 13.9 -17.3 %, para *A. hybridus*, 14.0 - 17.2%, y para *A. caudatus* L., de 11.1 a 13.9 % la variabilidad entre la *A. cruentus*, *hipochondriacus* e *hibridas* es obviamente bastante grande, mientras que el *A. edulis* y *caudatus*; es baja hasta donde se sabe, la variabilidad entre variedades no ha sido explicada, a pesar de que no es raro encontrar variaciones similares entre otras especies de alimentos. Es probable que esa variabilidad se deba a factores genéticos, también las factores ambientales y culturales podrían influenciar en los valores.

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 se 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 hacen hervir como si fuera espinaca o acelga y luego se puede licuar y obtener puré. Las hojas enteras 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 forrajera. Además al amaranto puede ser utilizado para la producción de **concentrados proteicos foliares** debido a sus alto rendimiento 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 o bien con ellos se forman "bollos" empleando como aglutinante la miel de caña de azúcar, miel de abeja o jarabe de azúcar.

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 purpura. Se usan tradicionalmente en la elaboración de tintes para fibras que se pueden emplear en la industria alimentaria por no ser tóxicas.

Peralta (1985) refiere que la utilidad del "ataco sangoracha", "quinua de castilla" o amaranto (*A. hybridas*) es muy limitada. Se usa en medicina natural (infusión de hojas y panojas) para aliviar molestias de los riñones y menstruaciones. En la sierra norte (Quito) sirve para preparar la típica "colada morada" tradicional en el día de difuntos; en el sur (Caña y Azúcar) usan para elaborar el draque", alcohol de caña y azúcar, extracto rojo de la panoja cocida y raras veces se consumen las hojas en forma de sopa, así como las semillas reventadas.

Early y Capistran (1987) informan que la técnica andina que se usa para tostar la achita es una variación del método usado para tostar otros granos.

Las semillas se tuestan en un tostador de barro sobre una cocina, o sobre un bracero de leña, y se mueven rápidamente con un palo al que le atan un trapo en un extremo. El palo tiene unos 10 cm de largo; los tostadores se hacen diferentes formas ya que algunos están semi cubiertos, otras tienen asa, etc.

Repo – Carrasco (1988) menciona que la harina de achita ha sido empleado también con éxito para completar la harina de trigo en pastas, y para preparar alimentos tales como: mazamorras, desayunos instantáneos, musli; la manera más fácil de preparar la achita es haciendo pop – achita, dulce de achita suspiros de achita, turrón de achita, sopa de achita, etc.

1.3 TAXONOMIA

Sumar (1993), reporta que la posición taxonómica de la achita es la siguiente:

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

León (1964) indica que la achita posee un número cromosómico de $2n = 32$. El mismo autor menciona los nombres vulgares: "Achis" (norte del Perú), "Achita", "Coyos" (centro del Perú) "Coimi" (Perú, Bolivia y Argentina), "Millmi" (Bolivia), "Chaquilla" (Argentina), "Kiwicha" (Perú, centro y sur), "Trigo Inca" (Nor oeste de Argentina), "Quinoa del Valle" (Argentina).

1.4 MORFOLOGIA

León (1964) y **Sumar (1983)** dicen que los *Amaranthus* son plantas anuales que alcanzan fácilmente hasta 2 m de altura. Por lo común tiene un solo eje central, con pocas ramificaciones laterales. Su raíz es pivotante, corta pero robusta, estando provista de numerosos raicillas secundarias. El tallo es estriado con aristas fuertes y es hueca en el centro en su etapa de madurez. Las hojas son largamente pecioladas, romboides, lisas de escasa o nula pubescencia y la nervadura central es gruesa y prominente.

Es de gran inflorescencia, alcanzando las flores de 30 a 90 cm de largo, pudiendo ser compactas o laxas, erguidas o decumbentes, del tipo Amarantiforme o glomerulada de diversos colores, desde el blanco amarillento, verde, rosado y rojo, hasta el purpuro. Los grupos de flores que forman los "glomérulos" son variados, habiendo por lo general una flor estaminada y varias otras pistiladas, algunas de las cuales no se fecundan ni producen semillas.

El fruto es un pixidio que contiene una sola semilla de 1.0 a 1.5 mm de

diámetro y de colores variados: blanco, amarillo, rosado, pardo, rojizo y negro. La mayor parte de la semilla ocupa el embrión que se enrolla en círculo.

Repo - Carrasco (1988) describe que la achita es una planta anual, llegando en buenos terrenos a tener una altura hasta 2.60 m. La maduración alcanza aproximadamente a los 180 días de su cultivo.

Las diferentes especies de la planta tiene colores característicos: amarillo, verde, rojo, purpura, siendo la inflorescencia particularmente impresionante, pues llegan a alcanzar hasta 90 cm de largo.

Las semillas de la achita es redonda y ligeramente aplastada, con diámetro de 1.0 a 1.5 mm; su color es generalmente blanco o amarillento, aunque algunas variedades, tiene semillas de color marón o negro.

National Academy Press (1990) afirma que la achita es una planta dicotiledónea anual de hojas anchas. Su tallo central puede alcanzar 2.0 a 2.50 m a la madurez, aunque en la mayoría de las variedades es más corto. Usualmente las hojas y ramas laterales se forman sobre un tronco central, lo cual depende de la densidad de la planta por superficie. Los tallos secundarios o ramas pueden surgir también de la parte más baja del tallo (lo cual depende de la variedad) y que en general, adopta la forma de un cilindro irregular; están propensos a desprenderse de la planta (tumbado) y quedar postrado en el suelo dificultando así la cosecha de las panojas. La raíz principal es corta y engrosada y con raíces secundarios delgados que

penetran hacia abajo en el suelo profundamente.

Las flores espectaculares y sus semillas están en panículas, que surgen de yemas laterales, y especialmente en el ápice del tallo principal. En algunos tipos las inflorescencias pueden tener 90 cm de largo. Pueden ser erectas, semierectas o laxas. Cada panícula tiene flores femeninas y masculinas que se autopolinizan.

Los frutos son pixidios y cada uno contiene una sola semilla; el diámetro de la semilla es raras veces mayor que 1.0 mm, pero se producen en grandes cantidades. El color varía desde negro pasando por rojo hasta lo más común que el marfil o blanco. La cubierta de la semilla es lustrosa; el embrión es curvo y colocado al rededor de un pequeño endospermo (perisperma),

Sumar (1993) menciona que el tallo de la kiwicha es generalmente fibroso, con fibras elásticas y esponjosas, que le permiten ceder sin romperse a la presencia de vientos fuertes.

El contenido y calidad de las fibras del tallo de la kiwicha ha sido examinado repetidas veces, sugiriéndose su utilización en la alimentación animal y en la elaboración de papel de calidad. Así mismo tiene un alto contenido de vitamina A y betaína.

La altura de la planta está determinada por su eje principal y las ramas, en caso de tenerlas, no llegan a la altura del eje principal. El tamaño total de la planta oscila entre los 60 y 180 cm.

Hojas.- Las hojas son de forma romboide con nervaduras prominentes de coloración variable, del verde normal hasta el verde púrpura. Generalmente

las hojas son glabras; sin embargo algunos prototipos pueden tener pubescencia el cual es un carácter de mucha importancia especialmente para el mejoramiento genético. Las formas de las hojas son variadas existiendo las siguientes formas: elípticas, lanceoladas y rómbicas. Generalmente las hojas presentan bordes enteros, en ocasiones pueden encontrarse bordes ondulados y crenados. Su longitud varía entre 6.5 cm y 14 cm.

Flores.- En cuanto a las flores, el eje central de la inflorescencia lleva grupo de flores llamados dicasios, es variable, con flores sésiles, masculinas y femeninas; las flores estaminadas, una vez producido la dehiscencia del polen se cierran y caen, las flores femeninas o pistiladas están compuestas por una bráctea externa y 5 sépalos verduzcos, dos externos y tres internos; los primeros ligeramente más grandes; en las flores estaminadas hay 5 estambres de filamentos delgados y largos, terminados en anteras que se abren en dos sacos; las flores pistiladas tienen ovario semi esférico que contiene un solo óvulo con tres ramas estigmadas.

Inflorescencia.- La inflorescencia llamada también panoja, presenta un gran tamaño y así mismo es muy variable, habiendo panojas desde 0.10 m y en ocasiones llegando a superar el metro de largo. Las inflorescencias se clasifican de acuerdo ha:

a) De acuerdo a la forma pueden ser:

- **Amarantiforme:** Cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal.
- **Glomerulado:** Cuando los glomérulos están insertos al raquis principal,

por medio de ejes glomerulares, presentando formas globosas.

b) De acuerdo a la densidad pueden ser:

- **Laxa:** Cuando los glomérulos están insertados en el raquis bastante separados.
- **Compacta:** Cuando los glomérulos están insertados en el raquis en forma tupida.

c) Por la actitud pueden ser:

- **Erecta:** Cuando la inflorescencia tiene la misma dirección seguida por el tallo en su crecimiento.
- **Semi erecta:** Cuando se produce un ligero cambio de la dirección de está, respecto a la dirección seguida por el tallo.
- **Decumbente:** Cuando la inflorescencia queda en forma colgada, es decir la dirección cambia. Este tipo de panoja se puede observar generalmente en los Ecotipos asilvestrados.

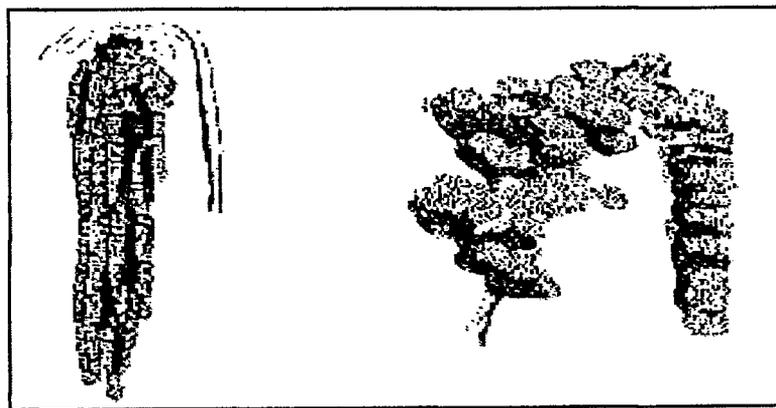


Figura 3: Formas de inflorescencia del amaranto

Fuente: Tapia (1997)

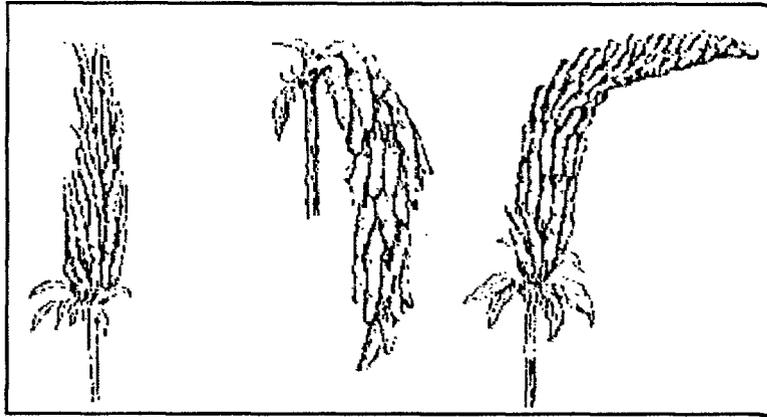


Figura 4: Actitud de la inflorescencia del amaranto

Fuente: Tapia (1982)

Sumar (1993) indica que un gramo de semilla contiene aproximadamente de 800 a 1600 semillas. El tamaño de la semilla está determinado por la herencia genética y por las condiciones de crecimiento de la planta. Tanto el tamaño como la forma de los granos, son a menudo importantes indicadores de su salud y vitalidad. Los granos de diversos ecotipos de kiwicha presentan una cubierta muy dura, lo que determina semillas de alta latencia.

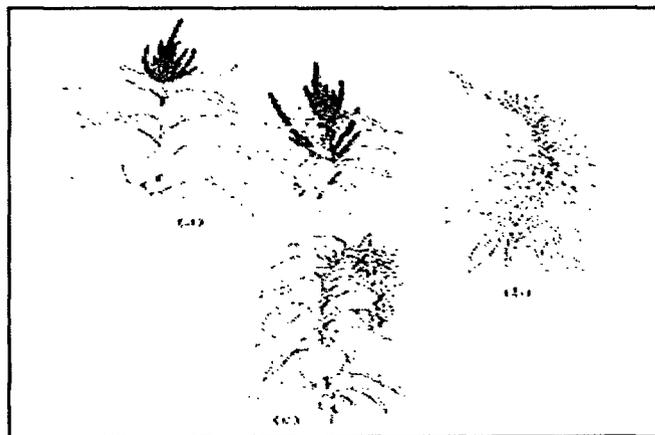


Figura 5: Planta e inflorescencia de (a) *Amaranthus hypochondriacus* (b) *Amaranthus cruentus* L. y (c) *A. caudatus* L.

Las plantas por el tipo de polinización son predominantemente autógameas, variando el porcentaje de polinización cruzada con los cultivares. El amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo está formado por cinco estambres de color morado que sostienen a las anteras por un punto cercano a la base, el gineceo presenta ovario esférico, súpero coronado por tres estigmas filiformes y pilosos, que aloja a una sola semilla. El glomérulo es una ramificación dicasial cuya primera flor es terminal y siempre masculina, en cuya base nacen dos flores laterales femeninas, cada una de las cuales origina otras dos flores laterales femeninas y así sucesivamente. Un glomérulo puede contener 150 flores femeninas, la flor masculina luego de expulsar el polen se seca y cae.

El fruto es una cápsula pequeña que botánicamente corresponde a un pixidio unilocular, la que a la madurez se abre transversalmente, dejando caer la parte superior llamada opérculo, para poner al descubierto la inferior llamada urna, donde se encuentra la semilla. Siendo dehiscente por lo que deja caer fácilmente la semilla. Existen algunas especies de amaranto que tienen pixidios indehiscentes, característica que puede ser transferida a cultivares comerciales de amaranto.

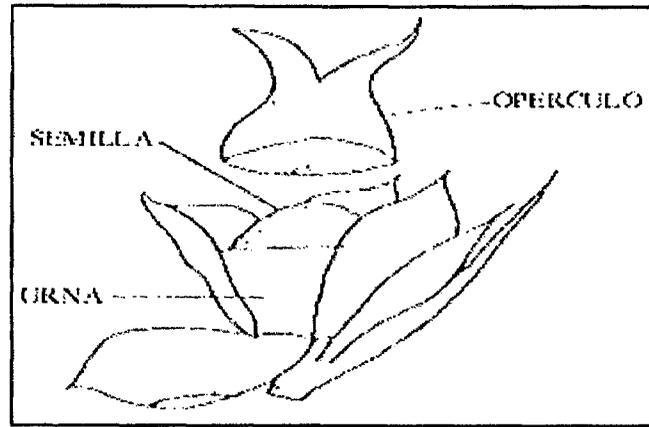


Figura 6: Píxido unilocular de amaranto
Fuente: Nieto (1990).

La semilla es pequeña, lisa, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros; el número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo, las especies silvestres presentan granos de color negro con el episperma muy duro.

En el grano se distinguen cuatro partes importantes: episperma que viene a ser la cubierta seminal, constituida por una capa de células muy finas, endosperma que viene a ser la segunda capa, embrión formado por los cotiledones que es la más rica en proteínas y una interna llamada perisperma rica en almidones.

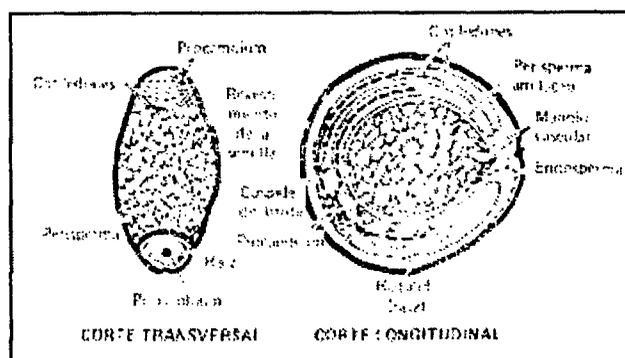


Figura 7: Diagrama de secciones transversal (a) y longitudinal (b) de semilla de amaranto
Fuente: Ávila et al (1988)

1.5 ASPECTOS GENÉTICOS DE LA ACHITA.

El Amaranto es una especie predominantemente de autopolinización con cantidades variables de alogamia (Hauptli y Jain, 1985; citado por Kauffman, 1992). Las especies cultivadas de amaranto de grano son monoicas. Líneas de tipo homogénea han sido desarrolladas a partir de amaranto desarrolladas en ambiente aislado controlando la cantidad de polinización cruzada. Se han desarrollado líneas uniformes en solo unas generaciones de autopolinización y selección. 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 (Murray, 1938, refinado por Kauffman, 1981 y mencionado por Kauffman, 1992).

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

Sumar (1993) menciona que, en variedades de polinización libre de plantas alógamas se encuentran en general una gran variación que hace de cada planta prácticamente un híbrido diferente de cualquier otro. Así cuando se selecciona la semilla de un individuo, el único progenitor que se conoce es el femenino. En el momento en que se toma semilla de esa planta para reproducirla, no se sabe de 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.

Poehlman (1986), Allard (1980), Márquez (1985) y otros mejoradores de plantas, refieren que en un programa de mejoramiento existen muchas líneas, las mismas que deben ser probadas en lugares y años (ambientes) para evaluar el comportamiento general y el potencial de rendimiento.

1.6 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA ACHITA.

Rojas (1978) sostiene que desde la germinación de la semilla conforme pasa el tiempo, la planta va creciendo y sus células se dividen, multiplican y luego se alargan; por su puesto la planta aumenta en tamaño y peso, crece. El crecimiento bajo este concepto restringido es meramente en aumento en la masa de la planta es por tanto un fenómeno cuantitativo, susceptible a medirse expresándolo como aumento de longitud o del diámetro del cuerpo del vegetal y aumento del peso.

Vonsury (1980) afirma que cualquier planta tiene una temperatura óptima que depende de los demás factores ambientales. En esta temperatura óptima la diferencia entre lo que gana la planta por la fotosíntesis y lo que pierde por la respiración, ósea la acumulación

neta es mayor. La temperatura óptima de la mayoría de las plantas con ciclo de asimilación C3 es de 26 °C, y en plantas con ciclo C4 es aproximadamente 35 °C, en esta categoría se encuentran el maíz, la caña de azúcar y la achita.

National Academy Press (1984) indica que los amarantos están entre el grupo de plantas que lleva a cabo la fotosíntesis por el pasaje especializado de C4. Ellas son una de las pocas especies cultivadas con C4 que no son gramíneas. El pasaje del C4 (ciclo de Hatch - Slack), es una modificación del proceso normal de la fotosíntesis que hace un uso eficiente del CO₂ disponible en el aire, por la concentración en los cloroplastos de células especializadas rodeando los haces vasculares de la hoja.

La pérdida fotorespiratoria del CO₂, la unidad básica para la producción del carbohidrato es suprimida en la planta con C4; pueden convertir un más alto el carbón atmosférico a azúcares vegetales por unidad de transpiración, que aquellos que poseen tan solo el clásico pasaje C3 (Ciclo de Calvin). Mediante el ajuste osmótico, las plantas pueden tolerar algunas faltas de agua sin marchitarse o morir. Esta es también una adaptación para sobrevivir periodos de sequias. La potencial habilidad para fotosintetizar en alto grado bajo altas temperaturas, es otra ventaja fisiológica de la fotosíntesis de C4.

En un experimento limitando agua en cuatro especies de amaranto en California (USA), constataron notorias diferencias en la distribución de

materia seca en los diferentes órganos, entre especies: *A. edulis* y *A. caudatus* asignaron una gran proporción al tallo y a la raíz, mientras que *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* asignaron una proporción relativamente mucho más alta de su materia seca a las hojas y a la inflorescencia. *A. edulis* acumulo la mayor área foliar total (debido al mayor peso seco específico de las hojas).

Ramamurthy (1986) define que las hojas de *A. hypochondriacus* poseen la anatomía de la hoja "Kranz", cloroplastos en células en manojo de espiga. Las altas tasa de asimilación de carbón fotosintético (60 a 80 mg CO₂ de materia seca por hojas) en una temperatura óptima aproximada de 35°C, confirmo la presencia del mecanismo del ácido dicarboxílico C4 en el *A. hypochondriacus*. Las bajas tasas de compensación de CO₂, que varían de 0 a 5, indicaron una foto-respiración aparentemente baja. En condiciones de tensión del oxígeno reducido no ocurrió ningún incremento significativo de fotosíntesis.

Nieto y Fargas (1987) informan sobre la alta eficiencia fotosintética de las hojas jóvenes, mientras que al avanzar el periodo de crecimiento, la asimilación decrece, a pesar de aumentar al área foliar, ósea con la edad; las hojas pierden rápidamente su eficiencia, quizás como una consecuencia del auto sombreado. Una alternativa para evitarlo sería el raleo o cosecha sistemática de las hojas a medida que las plantas van creciendo, los que podrían utilizarse como hortalizas, con lo que probablemente se lograría una

mayor eficiencia fotosintética de la planta.

Según **Amaranth, Modern Prospects For An Ancient Crop (1984)** las plantas C4 son capaces de mantener grados más altos de fijación del CO₂, aún cuando sus estomas están parcialmente cerrados. Desde que los estomas se cierran cuando las plantas se encuentran bajo presión ambiental (tales como sequía o salinidad), las plantas C4 como el amaranto se comportan mejor que las plantas C3, bajo condiciones adversas. La reducción de la abertura estomática reduce pérdidas de agua por transpiración; con el ajuste osmótico las plantas pueden tolerar alguna falta de agua sin marchitarse o morir.

El amaranto granífero crece mejor cuando la temperatura diaria es alta, por lo menos de 21 °C. Varias especímenes ingresados han expresado germinación óptica a temperaturas que varían entre 16 y 35 °C. La velocidad de emergencia se incrementa al extremo más alto de este rango.

A. hypochondriacus y *A. caudatus* L. toleran altas temperaturas, no son resistentes a las heladas. El crecimiento cesa del todo al rededor de los 80 °C, y las plantas son dañadas por temperaturas bajo 4°C. El *A. caudatus* L. es nativo de áreas altas de los andes peruanos y es más resistente al frío que las otras especies.

1.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES.

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

Gonzales y Bressani (1989) expresan que el problema principal ha sido la pudrición causada por *Pythium sp*, lo que ocurre particularmente en los suelos arcillosos pesados, con mal drenaje.

Barrantes (1991), reporta las siguientes enfermedades en el cultivo de la achita:

A. Roya Blanca.

El agente causal es el hongo *Albugo sp.* (Orden peronosporales) y está distribuido en todo los lugares de siembra, siendo favorecido por la alta humedad. Se trasmite con facilidad por el viento, causando daños al nivel planta adulta antes de la floración y permanece infectando hasta el final del cultivo.

B. Necrosis de Nervadura.

En estado avanzado de necrosis se forman picnidios y conidios del género *Phoma*; el hongo solo en algunos lugares, donde es más frecuente el cultivo

de la achita, y es favorecido por alta temperatura.

1.8 ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO.

Sumar (1980) informa de varios experimentos realizados lo siguiente:

- A. Cuando se emplea NPK, hubo respuesta a NP y no a K, lo cual es
- B. lógico en esta zona (Cusco), ya que los suelos de los andes, son ricos en K intercambiable. Se ha determinado que existe alta interacción entre N y P.
- C. Los niveles óptimos se hallan entre 40 – 40 - 00 y 80 – 80 - 80 de NPK, de acuerdo a la fertilidad de los suelos, con clara tendencia a un incremento de la producción cuando este nivel se eleva.
- D. Aplicaciones de 10 tn de estiércol por ha, fueron tan eficientes como el nivel 40-40-00 en la producción de grano. A medida que se adiciona estiércol hasta alcanzar los 30 t/ha, los rendimientos en grano también se incrementan en forma lineal y ascendente.

Según **Tapia (1981)** la necesidad de semilla por hectárea varía entre 2 a 3 kg. El *Amaranthus* responde bastante bien a la fertilización nitrogenada, habiéndose obtenido rendimientos sobre los 2000 kg/ha en terrenos con 40 a 60 kg de N.

Solís (1985) afirma que la achita aprovecha muy bien la fertilización, el grado óptimo se presenta a 80-80-00; en los ensayos que realiza el proyecto de fitomejoramiento y producción de semillas (FIPS no se fertiliza).

Caitiuro (1984) manifiesta que la fertilidad natural del suelo se llega a agotar por las sucesivas cosechas que lo empobrecen, por lo cual es necesario agregar fertilizante para restituir al suelo su capacidad productiva.

Repo Carrasco (1988) afirma que la densidad óptima de las plantas es entre 240,000 y 280,000 plantas/ha. Se han obtenido buenos resultados con niveles de fertilización de 40-40 u 80-80 NP, dependiendo de la calidad de tierra; también se ha logrado aumentar los rendimientos empleando estiércol.

Gavi et al (1988), en sus ensayos sobre efectos de altas dosis de N y densidad de plantas en *A. hypochondriacus*, determinaron que en aumentos en la anchura de surcos de 30 a 90 cm. Se logra incrementar los rendimientos, considerándose que la distancia entre surcos que ofrece mayor conveniencia de manejo es la cercana a 90 cm. El amaranto responde positivamente (hasta 300 kg de N y 150.000 plantas/ha), bajo las condiciones en que se efectuó este estudio, existiendo la tendencia a aumentar el rendimiento con mayor número de plantas/ha. Las producciones promedio obtenidas en los 2 años de estudio (1.621 y 2.004 kg de grano/ha), el fácil manejo del cultivo se puede extender con propósito comerciales con

otras áreas siempre y cuando se efectúan ensayos locales.

En un ensayo llevado a cabo en Ayacucho por el Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria - INIA (1987), se obtuvieron los siguientes resultados con un ecotipo local, utilizando diferentes densidades de siembra y fertilización.

Cuadro 1: Densidades de siembra y fertilización en amaranto

Densidad de Siembra (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Nivel de fertilización	Rendimiento (kg/ha)
4	1751	120-80-20	1889
3	1548	80-80-20	1780
2	1503	40-80-20	1524
-	-	0- 0- 0-	1210

Fuente: INIA, 1987.

1.9 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

Existe muchos factores que afectan el rendimiento en las plantas y dentro de ellos están: Las ambientales, suelo, floración, semilla, etc. El rendimiento de cultivos es producto de la conservación de procesos fisiológicos, por lo que se consideran varios los genes que gobiernan dichos procesos y por lo tanto la capacidad de producción de la planta como los genes individuales que afectan a los procesos complejos de rendimiento, no pueden identificarse Aisladamente; suelo es un factor limitante en los cultivos en todo el mundo,

es la fertilidad de los suelos, ya que para el llenado de frutos deberá ser balanceada dicha fertilidad, ha no ser que los cultivos estén debidamente fertilizados ya sea químicos u orgánicamente. Otro factor es el clima, un cultivo está supeditado al medio ambiente, ya a la dificultad más grave es a la falta de agua y que en su manifestación extrema se denomina sequía, el cual perturba el equilibrio hídrico de la planta, el metabolismo. La sequía afecta seriamente a las hojas tiernas quitan al agua para sobre vivir y los principales nutritivos de las adultas y de los frutos. La sequía en los primeros periodos de crecimiento de la planta, origina un crecimiento retardado, caída de brotes florales y la esterilidad en los últimos periodos origina los frutos o granos. En achita los tipos o especies con floración temprana podrían tener menos tiempo para producir tallos y entonces distraer más energía en la producción de semilla, las del fotosintato en el llenado de las semillas.

En muchos trabajos de investigación realizados en el centro experimental Canaán de UNSCH. y en valles de la zona; se han obtenido rendimientos en granos desde 3000 hasta 6800 kg/ha.

De colecciones de entradas realizadas en la zona y estudiadas se han logrado los siguientes rendimientos:

Taboada (1998) en un estudio sobre efecto de niveles de NPK y 5 densidades de siembra en el rendimiento de achita variedad PUH, en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho, menciona lo siguiente: los rendimientos observados varían entre 2150 kg/ha, equivalente a 10.75 g/planta, (debido a

75 - 225 - 75 de NPK con 200,000 plantas/ha) y 9312 kg/ha, equivalente a 31.04 g/planta, (debido a 300 - 150 - 150 de NPK empleando 300,000 plantas/ha).

Chacón (1982) en un estudio sobre evaluación agronómica de 83 líneas de *Amaranthus* sp., en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, dice que el rendimiento de semillas por planta dentro de las 83 líneas es variable, siendo su promedio de 6.25 g.

Aedo (1989) en estudio sobre fenología y rendimiento de 14 cultivares de achita, tuvo los siguientes resultados:

Nº DE ORDEN	ECOTIPOS	RDTO. (kg/ha)
1º	E13: PICA	6328.888
2º	E2 : Oscar blanco	6288.889
3º	E14: PICA	5807.222
4º	E9 : Grosella	5171.111
5º	E4 : Dorada	4928.333
6º	E8 : Rosada Cristalina	4799.444
7º	E11: PICA	4738.888
8º	E5 : Noel Vietmeyer	4610.000
9º	E10: Crema Cristalina	4582.777
10º	E3 : Blanca Glomerulada	4567.779
11º	E12: PICA	4557.777
12º	E1 : Guinda Huamanguina	4091.667
13º	E6 : Negra Glomerulada	3932.222
14º	E7 : IMA	3762.777

Palacios (1997) en un estudio preliminar sobre el efecto de decapitación apical en el rendimiento de 38 entradas de achita, obtiene en la variedad Oscar Blanco: 5,660.60 kg/ha (sin decapitación), 6,963.90 kg/ha.

(primera decapitación) y 5,958.90 kg/ha (segunda decapitación), cuya densidad de plantas fue 1 m entre surcos y 10 cm entre plantas.

Avilés (1990) en un estudio sobre rendimiento y aspectos sobre el rendimiento de seis accesiones de achita llega a las siguientes conclusiones:

- Los factores que más contribuyen en el rendimiento en los granos PST, PS g; IAF; altura de planta y número de hojas jóvenes para los seis ecotipos en estudio.

Los rendimientos logrados fueron:

Nº de Orden	ECOTIPOS	RDTO. (kg/ha)
1º	E9	3122.917
2º	E13	2497.917
3º	N. Vietmeyer	2231.156
4º	E11	2127.083
5º	E7- 83	1460.417
6º	E9	1393.750

Pariona (1992) en un estudio sobre evaluación del rendimiento y fenología de de 14 colecciones de achita. En Guayacondo (2600 msnm); obtuvo rendimiento en grano que oscila entre 2,928.57 y 4,183.33 kg/ha; para la colección Oscar Blanco un rendimiento de 3,819.05 kg/ha.

El número de plantas cosechadas varió entre 74.25 y 144 plantas/parcela (176,789 a 342,867 plantas/ha).

Tenorio (1996) en su estudio de 7 colecciones de achita obtiene rendimiento que oscila entre 6,719.8 y 3,803.3 kg/ha.

Cacñahuaray (1996) en su estudio de rendimiento de la época crítica de competencia de maleza en achita, halla rendimiento de 5.53 t/ha para una deshierbo hasta la cuarta semana y contrariamente un rendimiento de 0.89 t/ha para un tratamiento sin deshierbo.

Velazquez (1995) en un estudio de 12 colecciones de achita para sustitución parcial de harina de trigo, obtiene los mejores rendimientos 3,698 kg/ha y 3,398 kg/ha para las entradas S39-INIA y S55-INIA respectivamente.

Caituiro (1984) en Cuzco encontró un nivel óptimo de 160 kg de nitrógeno/ha, logrando un rendimiento de 3,314.5 kg.

Estación Experimental Andenes - INIA, Cuzco (1997) cita en su resumen presentado a la 1^{ra} Reunión del Sistema Nacional de Investigaciones y Transferencia de Tecnología Agraria-Región Inca, sus resultados y proyecciones en cuanto a aporte tecnológico con variedades desarrolladas de achita.

Variedad	Rendimiento
- Variedad panoja roja *	1.50 t/ha.
- Variedad Oscar Blanco **	3.00 t/ha.

*Línea avanzada por liberar como nueva variedad en 1998.

** Desarrollada en la UNSAAC. En la EE Andenes se produce semillas con panojas laxas.

National Academy Press (1984) menciona que en Pensilvania las parcelas experimentales de las razas de amaranto para grano, están rindiendo notoriamente 1800 kg/ha. En California y otros lugares, pequeños parcelas de ensayo han rendido casi doble de la cantidad antes dicha y en cuatro localidades en las lomas de Himachal Pradesh y Uttar Pradesh en la India, linajes seleccionados de las razas de tierras locales han rendido 3000 kg/ha.

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

Sumar (1986) en su estudio sobre correlaciones simples y múltiples del rendimiento de grano de achita, con algunas variables biométricas, determina que el rendimiento en el amaranto es significativamente dependiente de muchas caracteres, que actúan en forma simple y coordinada dichos variables son:

- A. El peso seco del rastrojo, que es una medida indirecta del desarrollo foliar y aéreo de la planta entera; que a su vez se ve influenciada por otros variables.

- B. La altura de la planta, cuya correlación con el peso del rastrojo es amplia y obvia, es otra determinación indirecta del rendimiento, que requiere ser atendida paralelamente con el desarrollo de variedades o líneas frondosas, que pudieron compensar cualquier exceso de altura, que hasta el momento, felizmente no ha sido un problema.
- C. Porcentaje de desgrane, índice fundamental en los rendimientos, solo y/o interactuando con las otras variables, entonces de buscara la forma de disminuirla, sea con labores culturales, selección o mejoramiento, épocas oportunas de siembra y de cosecha.
- D. El conjunto de estas tres variables, determinan más del 69% del rendimiento.

Según **Solís (1985)** los rendimientos de los ensayos efectuados por el proyecto de fitomejoramiento y producción de semillas de cultivos andinos para el desarrollo rural (FPS, 1984), oscilaron entre 650 a 2900 kg/ha en suelos ricos de materia orgánica y con buena preparación de terreno.

En la localidad de los baños del Inca (2650 msnm.) en Cajamarca, **Franco (1986)** evaluó 24 ecotipos de achita; 12 procedente de la estación experimental de Huancayo y los 12 restantes de una recolección preliminar del departamento de Cajamarca. En los resultados encontró que los 5 mejores ecotipos proceden de Huancayo, con rendimientos que superan los 3400 kg/ha y con una floración del 100% a los 56 días.

Espiritu (1986) en un estudio comparativo del rendimiento de 13 accesiones de achita (*Amaranthus caudatus L.*), del germoplasma de granos andinos de la UNSCH, Wayllapampa (2450 msnm.) concluye que:

1. Corresponde el orden de merito de producción de grano a los 6 primeros accesiones sin que exista entre ellos diferentes significativas.
2. estadísticamente (Duncan, a 0.05):
 - 5.890 kg/ha la accesión E₇ – 83
 - 5.558 kg/ha la accesión E₅
 - 5.545 kg/ha la accesión E₁₂
 - 5143 kg/ha la accesión E₁₃
 - 4928 kg/ha la accesión E₇
 - 4790 kg/ha la accesión E₂
3. Los últimos lugares que ocuparon en rendimiento. sin que exista diferencias significativas estadísticamente son: E₆-83 y E₂₅ con 3520 y 2.390 kg/ha.

Carbajal (1987) en una evaluación morfológica de 13 accesiones de achita y su relación con el rendimiento; concluye lo siguiente:

- Según el orden merito del rendimiento predecible en la ecuación de regresión múltiple con las variables promedio, nos muestra el siguiente cuadro:

Orden	Nº Accesoión	Rendimiento	Error Standar
1	9 (E ₁₂)	3682.250	808.19
2	5 (E ₇₋₈₃)	3556.893	693.13
3	11 (E ₁₃)	3428.118	1121.25
4	13 (E ₁₉)	3137.275	913.88
5	1 (E ₇)	2940.875	779.38
6	6 (E ₆₋₈₃)	2565.375	661.88
7	12 (E ₁₄)	2417.835	182.32
8	4 (E ₂)	2268.461	826.69
9	8 (E ₉)	2255.224	868.68
10	10 (E ₄₋₈₃)	2125.931	601.06
11	7 (E ₁₆)	2091.360	566.50
12	2 (E ₅)	1816.430	874.75
13	3 (E ₂₅)	1244.562	515.56

- Analizando el rendimiento por orden de merito y considerando el coeficiente de determinación (R^2), se afirma que las variables,
- longitud de planta (X_1) y el diámetro del cuello de la raíz (X_4) son factores determinantes para un mayor producción de granos en el cultivo de achita.

Robles (1987) en un comparativo de rendimiento de 13 accesiones de achita realizado en Wayllapampa y Canaán, determinó que las mejores accesiones fueron E-12 con 4.509 kg/ha y E-13 con 4209 kg/ha. Las accesiones E-19 con 3.709 - 3.846 kg/ha y la E-14 con 3.709 - 3.801 kg/ha., mostraron una estabilidad buena del rendimiento en ambas localidades

En un ensayo realizado en la localidad de Wayllapampa, **Calderón (1989)** reporta que un ecotipo blanco de achita (E₁₂) logró 4700 kg/ha.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE ESTUDIO.

a) Ubicación del Campo Experimental.

El presente experimento se realizó en la Estación Experimental Canaán del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, situada a 2 km al este de la ciudad de Ayacucho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho, a una altitud de 2750 msnm, con coordenadas de 13° 09' Latitud Sur y 74° 13' Longitud Oeste; la pendiente del terreno varía de 1.0 a 1.5%.

b) Antecedentes del terreno

Durante la campaña 2006 se cultivo maíz. El experimento se condujo en la campaña agrícola Diciembre de 2006 a Mayo de 2007. El suelo es de profundidad media, con textura Franco – Arcilloso.

c) Características del suelo.

El suelo fue muestreado a 20 cm de profundidad, en diferentes puntos de la superficie; se remitió un kilo de muestra homogenizada al Laboratorio de Suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH; el resultado del análisis fue el siguiente:

Cuadro 2.1: Análisis Químico y Físico del Suelo

COMPONENTES		MÉTODO	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICOS	Materia orgánica (%)	Walkley y Black	1.09	Pobre
	N total (%)	Semi-micro Kjeldhal	0.05	Pobre
	P disponible (ppm)	Bray Kurtz II	14.90	Bajo
	K disponible (ppm)	Bray Kurtz II	69.60	Bajo
FÍSICO	pH	Potenciómetro	7.60	Ligeramente Alcalina
	Arena (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	40.09	-
	Limo (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	20.90	-
	Arcilla (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	38.20	-
	Clase textural	Franco Arcilloso		

De acuerdo al análisis, el suelo de cultivo tiene reacción alcalina, con bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio que corresponde

a un suelo pobre. De acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla el suelo corresponde a la clase textural franco - arcilloso (Ibáñez y Aguirre, 1983).

Sumar (1993) considera que la achita crece satisfactoriamente y puede producir los mejores rendimientos en suelos con márgenes de pH entre 6.10 y 7.80, debido a que en estas condiciones algunos factores del suelo que inciden en la producción están cerca de lo óptimo.

2.2 Condiciones Climáticas.

Los datos climáticos (temperatura y precipitación) de la campaña agrícola 2006-2007, fueron tomados de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

A partir de la tabulación de datos de temperatura máxima, mínima y promedio mensual, de la precipitación mensual se obtuvo la evapotranspiración potencial y evapotranspiración corregida y el exceso y déficit de precipitación, los cuales constituyen parámetros del Balance Hídrico que sirve para la programación de actividades agropecuarias y forestales. ONERN (1979).

Las temperaturas registradas se muestran en el cuadro 2.2 y gráfico 2.1 para la campaña 2006 - 2007. La temperatura máxima promedio mensual es de 25.06 °C, la temperatura promedio mínima mensual de 9.24 °C.

En cuanto a la precipitación pluvial y balance hídrico, la precipitación total anual fue de 609.6 mm, siendo los meses más lluviosos Diciembre - Marzo y los de menor precipitación pluvial, los meses de Abril y Mayo; el experimento se mantuvo bajo precipitaciones pluviales relativamente normales.

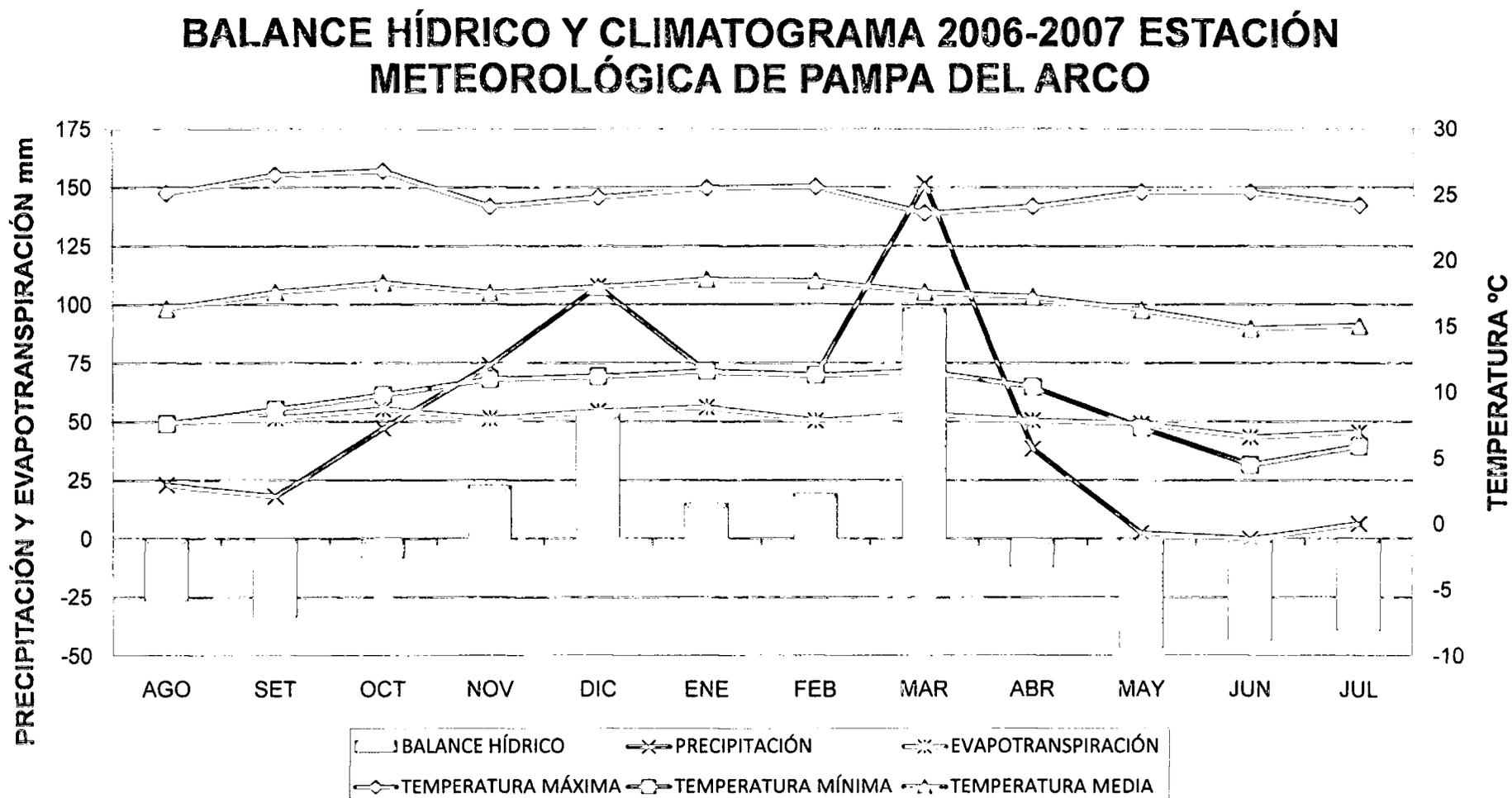
Cuadro 2.2. Balance Hídrico y Climatograma Correspondiente al Año 2006 – 2007

DATOS:

Estación Meteorológica Pampa del Arco
 Altitud 2750 msnm
 Coordenadas 13°08' LS
 74°13' LO

DESCRIPCIÓN	AÑO 2006					AÑO 2007							PROM	TOTAL ANUAL
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL		
T° Max med-men (°C)	25,10	26,50	26,80	24,10	24,80	25,50	25,60	23,60	24,10	25,20	25,20	24,20	25,06	
T° Min med-men (°C)	7,60	8,70	9,80	11,00	11,20	11,60	11,30	11,60	10,40	7,30	4,50	5,90	9,24	
T° Med-men (°C)	16,35	17,60	18,30	17,55	18,00	18,55	18,45	17,60	17,25	16,25	14,85	15,05	-	
Número de días	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	-	
Factor mensual para ETP	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,48	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	-	
Precipitación (mm)	23,00	18,10	47,10	74,10	107,70	71,20	69,60	151,50	38,40	2,50	0,00	6,40	-	609,60
Evapotranspiración Potencial (mm)	81,10	84,48	90,77	84,24	89,28	92,01	82,66	87,30	82,80	80,60	71,28	74,65	-	1001,15
Factor de corrección	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	-	
Evapotranspiración Corregida (mm)	49,47	51,53	55,37	51,39	54,46	56,12	50,42	53,25	50,51	49,17	43,48	45,54	-	
Humedad del suelo (mm)	-26,47	-33,43	-8,27	22,71	53,24	15,08	19,18	98,25	-12,11	-46,67	-43,48	-39,14	-	
Exceso de humedad en el suelo (mm)	-	-	-	22,71	53,24	15,08	19,18	98,25	-	-	-	-	-	
Déficit de humedad en el suelo (mm)	26,47	33,43	8,27	-	-	-	-	-	12,11	46,67	43,48	39,14	-	

GRAFICA 2.1: Temperatura, Precipitación y Balance Hídrico Promedio Mensual Agosto 2006 - Julio 2007



2.3 MATERIAL GENÉTICO.

En el estudio se consideró 12 cultivares de achita de grano amiláceo. El material genético procede de la selección efectuada en colecciones del Programa de Mejoramiento de Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; este grupo se caracteriza por ser precoz; una réplica se encuentra en el Banco de germoplasma de recursos genéticos del INIA.

2.4 DISTRIBUCION RANDOMIZADA DE CULTIVARES EN LA PARCELA DE ESTUDIO.

Nº	CULTIVAR	TRATAMIENTO	BLOQUE		
			I	II	III
1	CCA-027	t01	1	14	34
2	CCA-062	t02	2	17	28
3	CCA-051	t03	3	19	36
4	CCA-104	t04	4	22	30
5	CCA-038	t05	5	23	32
6	CCA-060	t06	6	24	31
7	CCA-010	t07	7	21	29
8	PICA	t08	8	20	33
9	CCA-013	t09	9	15	26
10	CCA-012	t10	10	18	35
11	C-INIA	t11	11	13	27
12	O-Blanco	t12	12	16	25

2.5 UNIDAD EXPERIMENTAL.

La unidad experimental estuvo conformada de una parcela con plantas de

achita, sembradas en 4 surcos de 5m de largo, 0.80m de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 4 kg/ha, en el desahije se dejaron aproximadamente 15 a 20 plantas por metro lineal.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el análisis de datos del experimento de campo, se utilizó el diseño experimental bloque completamente randomizado (DBCR) con 12 tratamientos y 3 repeticiones.

El análisis de variancia para los datos del presente ensayo fue de acuerdo al modelo lineal siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- X_{ij} = Es una observación cualquiera del i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque
- μ = Es el promedio de las unidades experimentales
- τ_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento
- β_j = Es el efecto del j-ésimo bloque
- ϵ_{ij} = Es el error experimental
- i = Es el subíndice de variación de tratamientos: 1, 2, 3, ..., t
- j = Es el subíndice de variación de bloques o repeticiones: 1, 2, 3 ..., r
- t = Es el número de tratamientos
- r = Es el número de bloques o repeticiones.

También se calcularon coeficientes de correlación y regresión simple entre los caracteres asociados al rendimiento.

2.7 DESCRIPCION DE CAMPO EXPERIMENTAL

Las características del campo experimental fueron:

1. DE LOS BLOQUES:

- Número de bloques 3
- Ancho del bloque 5 m
- Largo del bloque 38.4 m
- Área del bloque 192 m²

2. DE LAS PARCELAS

- Número de parcelas por bloque 12
- Número total de parcelas del experimento 36
- Ancho de la parcela 3.2 m
- Largo de la parcela 5 m
- Área de parcela 16 m²
- Número de surcos por parcela 4
- Distancia entre surcos 0.80 m
- Siembra a chorro continuo

3. DE LAS CALLES

- Número de calles del experimento 3
- Largo de la calle 38.4 m

- Ancho de la calle 1.5 m
- Área de la calle 38.4 m

4. AREA DEL EXPERIMENTO

- Área efectiva de los bloques 576 m²
- Área total del campo 691.2 m²

El croquis de campo y randomización de tratamientos será el siguiente:

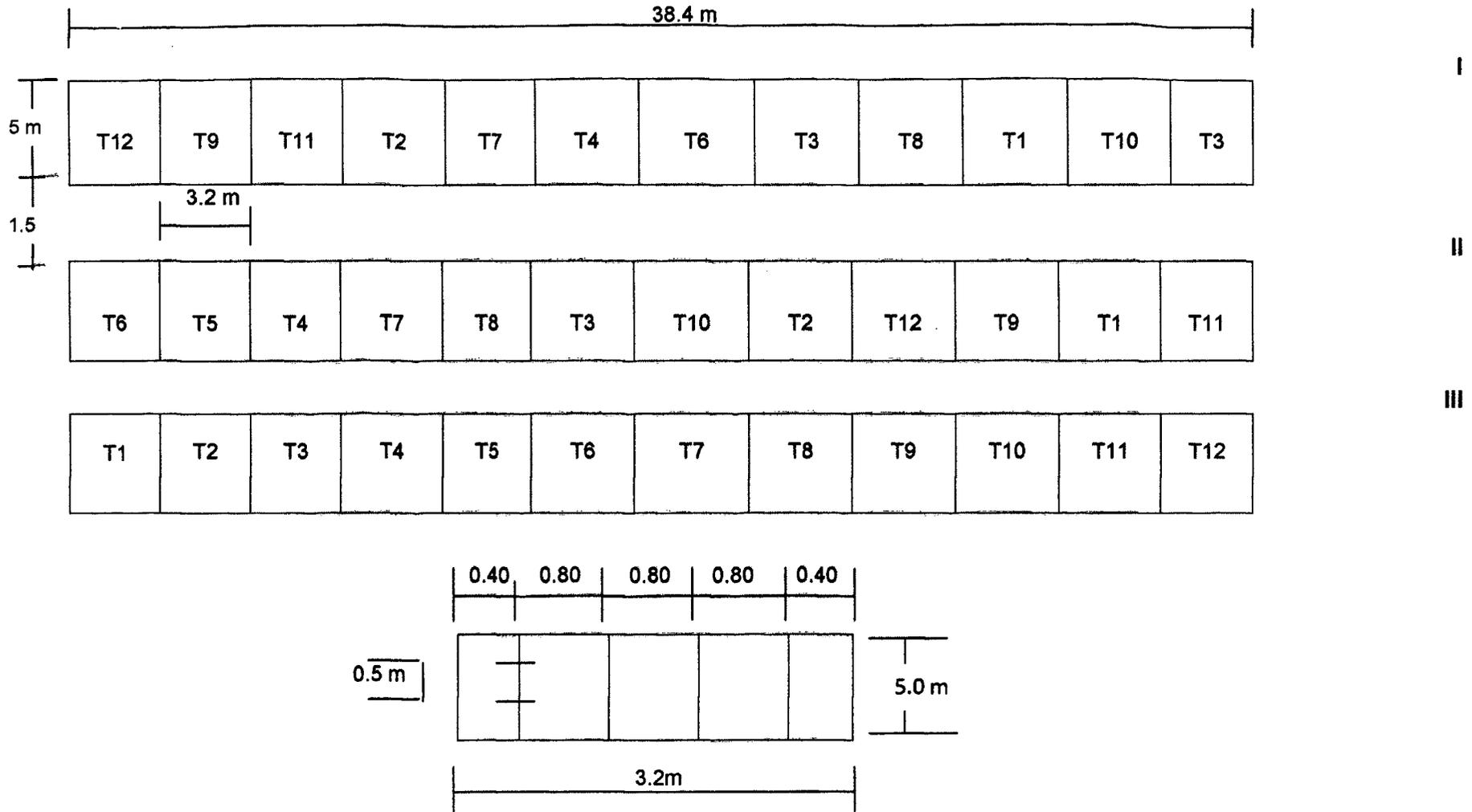


Grafico 2.2: Croquis de Campo del Experimento

2.8 VARIABLES EVALUADAS

CARACTERES DE PRECOCIDAD.

Los siguientes caracteres de precocidad se evaluaron en 10 plantas igualmente competitivas, tomadas al azar de los dos surcos centrales.

1. **Emergencia (dds).** Se inició cuando las plantas emergieron del suelo y cuando el 50 % de la población mostraron sus dos hojas cotiledonales extendidas a nivel del suelo; se evaluó el porcentaje de plantas emergidas ajustándose los datos al número de días después de la siembra (dds) al 50% de plantas emergidas.
2. **Hojas verdaderas (dds).** Se observó tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan amarillentas. Se evaluó el porcentaje de plantas con presencia de hojas verdaderas ajustándose los datos en número de días después de la siembra (dds) al 50% de las plantas con hojas verdaderas.
3. **Inicio de panojamiento (dds).** Se registró cuando en el 50% de las plantas la inflorescencia sobresale por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo se puede observar los glomérulos de la base los botones florales individualizados; fueron tomadas de las plantas de los surcos centrales.

2. Abonamiento.

La fórmula de fertilizante que se aplicó al experimento; se calculó de acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo y la extracción de 80 - 80 - 40 kg/ha de NPK, utilizando como fuentes la urea (46%N), fósforo diamónico (18% N y 46% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O). Previa a la siembra se mezcló los fertilizantes (NPK) y se incorporó manualmente a "chorro continuo" al fondo de los surcos, cubriendo luego 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.

La fórmula de abonamiento se determinó con la siguiente relación:

$$Q = (E - S * f1)$$

Donde:

Q: Dosis del Nutriente en kg/ha.

E: Extracción del nutriente del suelo por el cultivo en kg/ha.

S: Aporte del Nutriente por el suelo en kg/ha.

f1: Porcentaje de uso de nutrientes del suelo por La planta.

f3: Porcentaje de uso de nutrientes del fertilizante inorgánico.

La cantidad de fertilizantes empleado en el presente trabajo experimental

fue: 100 - 170 - 30 kg/ha de NPK.

3. Siembra.

El 19 de diciembre de 2006 se realizó la siembra; con una densidad de

siembra de 4 kg/ha., depositándose la semilla en el fondo del surco a chorro continuo y procediendo al tapado con rastrillo.

4. Riego.

El cultivo se condujo bajo condiciones de precipitación pluvial, complementándose con tres riegos durante el periodo vegetativo del cultivo, por la ausencia de la precipitación. Los riegos se realizaron por gravedad a los 7, 39 y 83 días después de la siembra.

Se determinaron mediante observaciones directas en el campo cada 15 días. (15 diciembre 2006, 16 de enero y el 11 de marzo 2007).

5. Control de Malezas.

Se realizó con la finalidad de evitar la competencia con el cultivo, el control se efectuó manualmente. Durante la conducción del cultivo se realizó dos veces la limpieza de malezas. Esta labor se efectuó a los 22 y 61 días después de la siembra.

6. Desahije.

Se realizó antes del aporque a los 39 días después de la siembra, retirando las plantas aproximadamente a 10 cm entre plantas y planta; de este modo se obtuvo un promedio de 15 plantas por metro lineal (26 de enero 2007).

7. Aporque.

Se realizó a los 61 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron una altura de 30 cm y paralelamente se aplicó la segunda dosis

de nitrógeno; cubriéndose la base de las plantas con tierra, para un mayor sostenimiento y anclaje de las plantas; al mismo tiempo se eliminó las malezas favoreciendo un mayor desarrollo radicular (17 de febrero).

8. Control Fitosanitario.

Durante el periodo de crecimiento en el cultivo de achita se observó la presencia de plaga más común es *Diabrotica sp.*, conocida como "lorito" (Coleóptero: *chrysomelidae*). El daño se causó durante la emergencia del cultivo; se controló utilizando insecticidas.

Se aplicó en tres momentos: En la emergencia, en el desahije y en el momento del aporque, utilizando el producto químico Ciperklin 25 a la dosis de 10 cc, Benlate en polvo 5 cc., en 15 litros de agua. (No se controló las enfermedades por la baja incidencia, pero se han observado en el campo de cultivo las siguientes enfermedades: mancha necrótica en las hojas por *Phoma sp.*

9. Cosecha.

La cosecha se realizó a medida que los cultivares alcanzaron su madurez de cosecha, que fluctuó desde 138 días a 152 días después de la siembra; previo a la cosecha se extrajo por parcela 10 plantas al azar para evaluar el rendimiento, cortando y guardando las panojas en costales con su respectivo etiqueta de identificación.

El secado se hizo al sol sobre mantones, posteriormente se realizó el trillado en forma manual, luego del venteado se procedió al pesado de los granos en una balanza analítica en el Programa de Pastos del Instituto de Innovación Agraria - INIA. La cosecha se realizó el 5 de Mayo.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERÍSTICAS DE PRECOCIDAD

Cuadro 3.1. Características de precocidad en días después de la siembra de 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Tratamiento	Estado Fenológico					
		Emergencia	6 hojas	Inicio de panojamiento	Inicio de floración	Madurez fisiológica	Madurez cosecha
CCA-027	t01	9	38	70	93	129	152
CCA-062	t02	9	38	70	93	129	152
CCA-051	t03	15	40	72	93	129	152
CCA-104	t04	9	38	70	93	121	138
CCA-038	t05	9	38	70	93	129	152
CCA-060	t06	15	40	72	93	129	152
CCA-010	t07	9	38	70	93	129	152
PICA	t08	9	38	66	93	129	152
CCA-023	t09	9	38	66	83	121	138
CCA-012	t10	9	38	66	83	121	138
C-INIA	t11	8	32	59	77	116	138
O-Blanco	t12	12	35	67	90	126	138

Cuadro 3.2. Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de rendimiento de 12 cultivares de achita. Canán 2750 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Grado de libertad	Cuadrados medios				
		Altura de planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Peso de grano por panoja (g)	Rendimiento por hectarea (kg)	Peso de 1000 semillas (g)
Bloque	2	170.11 *	178.83 *	339.49 *	3511748 **	0.0053
Cultivar	11	29.09	281.47 **	144.24	159429	0.0237 **
Error	22	41.47	49.94	80.61	155270	0.0062
Total	35					
Promedio		113.93	63.23	30.24	2227.39	0.88
CV (%)		5.65	11.18	29.69	17.69	8.98

3.2.1. Altura de planta.

La altura de planta de los cultivares de achita no alcanzó valores normales debido a que las condiciones de cultivo no fueron las más apropiadas (suelo franco arcilloso) y poca disponibilidad de agua.

La mayor altura se logró con el cultivar Canaán INIA (119.7 cm), que es una talla baja comparada con los reportes de León (1964) que informa de 1.60 m; Zambrano (1982) encontró alturas promedio de 1.60 y 1.70 m; Pariona (1992) reportó alturas de 1.55 a 2.18 m. La talla más baja se observó en el cultivar CCA-023 (108.9 cm). La falta de diferencias significativas entre las alturas de los cultivares se debe también a que los cultivares mostraron amplia variabilidad de alturas entre plantas.

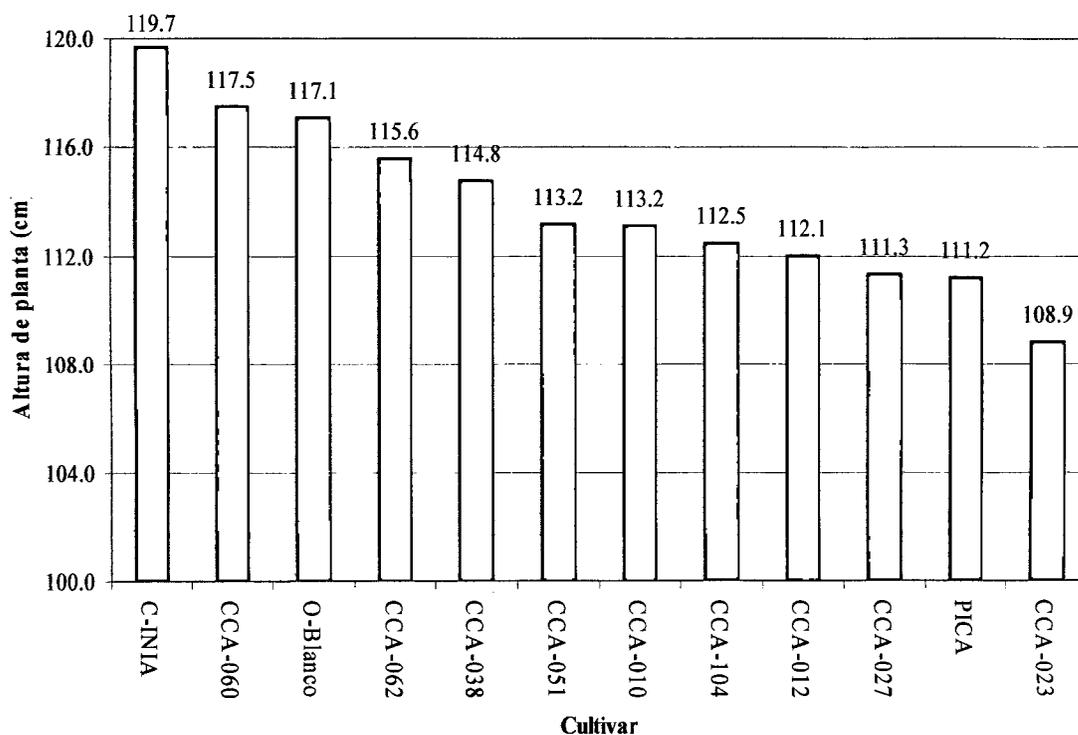


Figura 3.1. Altura de planta (cm) de 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

3.2.2. Longitud de Panoja.

En la longitud de panoja sí se determinó altas diferencias estadísticas entre cultivares (Cuadro 3.3), característica que se expresa de acuerdo a las cualidades genéticas de cada uno de ellos. Según la prueba de Tukey, los cultivares de mayor tamaño de panoja fueron C-INIA (86.0 cm), CCA-104 (75.3 cm) y CCA-060 (72.5 cm), que se diferencian significativamente de los demás cultivares.

Las mayores longitudes de panoja se lograron en los tipos decumbente y semidecumbente, entre los cuales se encuentran Canaán INIA, CCA -104 y CCA-060, mientras que las colecciones con inflorescencia erecta, presentan longitudes menores.

Aunque el cultivar Oscar Blanco alcanzó 58.6 cm de longitud de panoja, su rendimiento fue alto, lo cual indica que aparentemente la altura no muestra relación con el rendimiento; el alto rendimiento podría estar relacionado con otras características de la panoja (densidad o compactación, peso y volumen).

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.

Los valores en promedio logrados en el presente experimento son

superiores a los encontrados por Avilés (1990) quien encontró valores de 35 a 54 cm, mientras que los valores hallados por Aedo (1989) se ubican dentro del rango de 54 a 85 cm; Pariona (1992) halló un promedio de 78 cm; Palacios (1997) obtuvo 156 cm y Pacheco (2009) un rango entre 54 y 64 cm. León (1964) afirma que la especie *Amaranthus caudatus* posee grandes inflorescencias, que llegan a medir hasta 90 cm de longitud que corresponde a una panoja decumbente y laxa.

Cuadro 3.3. Prueba de Tukey para la longitud promedio de panoja en 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio (cm)	ALS(T) 0.05		
C-INIA	86.0	a		
CCA-104	75.3	a	b	
CCA-060	72.5	a	b	c
CCA-010	62.6		b	c
CCA-027	61.6		b	c
CCA-012	59.5		b	c
CCA-023	58.7		b	c
O-Blanco	58.6		b	c
CCA-051	58.4		b	c
PICA	57.0		b	c
CCA-062	54.8		b	c
CCA-038	53.8			c

3.2.3. Peso de grano por panoja.

El peso de granos por panoja no resultó significativo según el análisis de variancia (Cuadro 3.2), debido probablemente al poco crecimiento de las plantas y a las condiciones de cultivo que no fueron las más apropiadas, además de que las plantas mostraron amplia variabilidad de pesos de grano por panoja (CV = 29.69%).

En la figura 3.2, se observa un rango de pesos entre 18.9 y 41.2 g; mostrando al cultivar CCA-051 como el que produjo la mayor cantidad de granos por panoja (41.2 g.). Aunque no se haya detectado diferencias estadísticas entre los pesos promedio, influenciado por el alto coeficiente de variabilidad, los resultados muestran que el cultivar CCA-051 produjo 118% más peso de granos que el cultivar CCA-038 y 62.4% más que los cultivares cuyos pesos promedio por panoja estuvieron entre 22.6 y 27.4 g. Estas diferencias pudieron haber sido significativas si las plantas hubieran crecido en mejores condiciones de cultivo.

Al respecto, Pariona (1992) reporta valores entre 24 a 50 g. de peso de grano por panoja; Pacheco (2009) encontró un promedio de 65 g y Zambrano obtuvo 87.5 a 96.8 g por panoja.

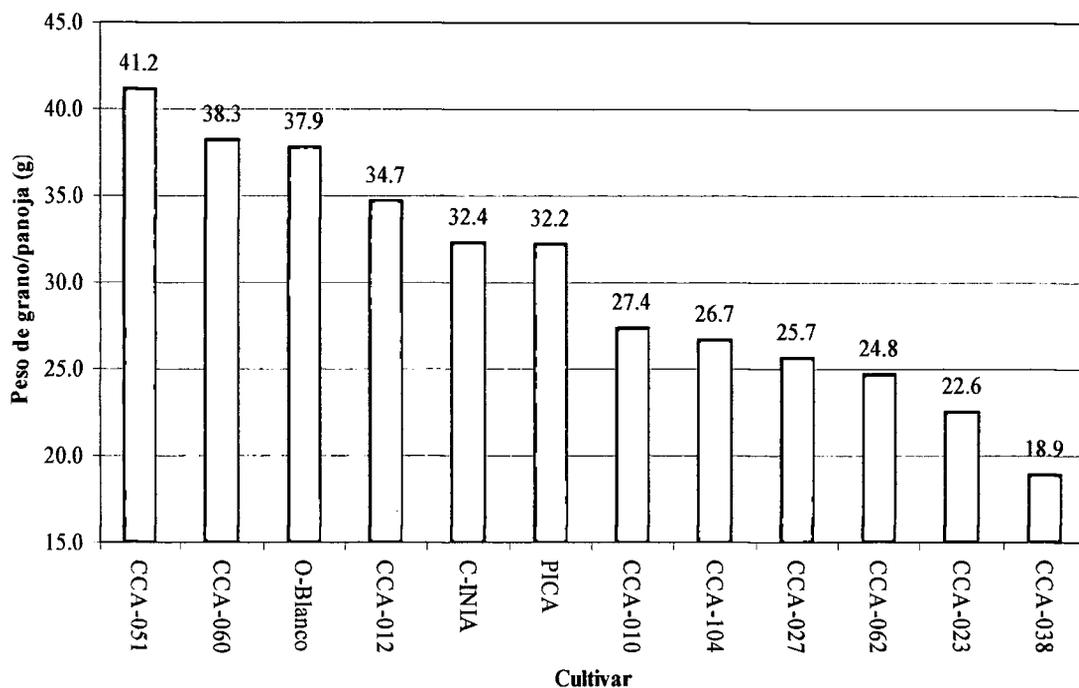


Figura 3.2. Peso de grano por panoja (g) de 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm., Ayacucho.

3.2.4. Rendimiento por Hectárea.

El análisis de variancia también reveló que no existe diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos promedio de granos en kg/ha logrados por los cultivares; este aspecto tiene relación con la falta de significación en el peso de granos por panoja, puesto que existe una correlación importante entre ambas variables; probablemente también haya influenciado la mayor o menor variabilidad de rendimientos entre las plantas de un mismo cultivar, tal como se aprecia en el coeficiente de variabilidad (17.69%).

Según la figura 3.3., existen 10 cultivares de achita que mostraron rendimientos similares entre 2063 y 2354 kg/ha, entre los cuales no existen

diferencias significativas, pero tampoco son diferentes del rendimiento 2750 kg/ha del cultivar Oscar Banco.

La semejanza de rendimientos en la mayoría de cultivares estudiados, a un nivel productivo satisfactorio, sugeriría la importancia de la introducción de variabilidad en la base genética de la producción comercial de la achita; ofreciendo mejores condiciones de cultivo y ambiente, los cultivares estudiados podrían ser promocionados para la producción como variedad local. Estos cultivares deberían ser probados en varias zonas a fin de evaluar diversos factores que involucran el genotipo, suelo, clima y época. Márquez (1985), Allard, 1980 y Poehlman, (1986) indican que la selección recurrente es una buena práctica para mejorar el rendimiento de cultivares locales y que es una tarea ineludible en el mejoramiento varietal.

El potencial del rendimiento de grano de la achita es sorprendente; Taboada (1998) al evaluar el cultivar Oscar Blanco en Canaán a 2750 msnm, señala que los rendimientos potenciales observados variaron entre 2150 kg/ha, equivalente a 10.75 g/planta, (debido a 75 -115 - 75 de NPK con 200000 plantas/ha) y 9312 kg/ha, equivalente a 31.04 g/planta, (debido a 300 - 150 - 150 de NPK empleando 300000 plantas/ha.). En California el rendimiento que se obtuvo fue de 3000 kg/ha (National Academy Press, 1984); en Centro América y Panamá, en parcelas experimentales se ha logrado un rendimiento de 3744 kg/ha; Carbajal (1987) reporta un rendimiento que varió de 1244 a 3682 kg/ha; Avilés (1990) informa rendimientos que variaron de 1394 a 3122 kg/ha; Franco (1986) halló en Cajamarca 3400 kg/ha; los

rendimientos obtenidos por Pariona (1992) oscilaron entre 2929 a 4183 kg/ha; Solís (1985) encontró un rendimiento de 2900 kg/ha y Palacios (1997) que logró un rendimiento de 6667 kg/ha.

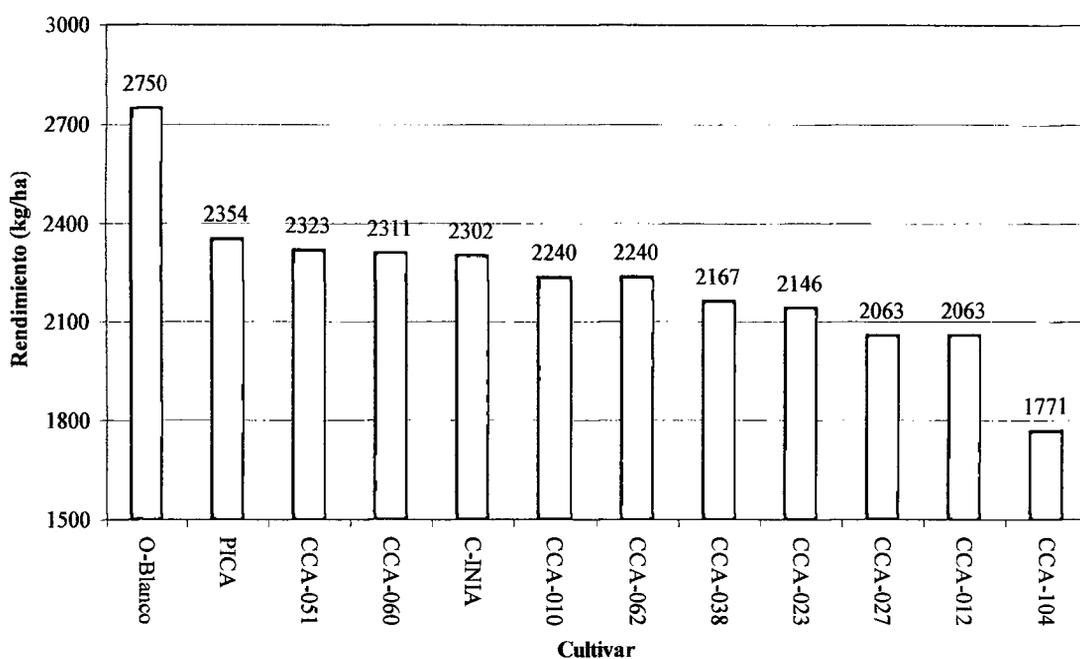


Figura 3.3. Rendimiento por hectárea (kg/ha) de 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

3.2.5. Peso de 1000 semillas.

El análisis de variancia (Cuadro 3.4) reveló diferencias estadísticas altamente significativas entre los pesos promedio de 1000 semillas logrados por los cultivares de achita. La prueba de Tukey (Cuadro 3.4) indica que existen 3 cultivares de grano grande (entre 0.933 y 1.033 g), siete cultivares de grano mediano (entre 0.820 y 0.917 g) y dos cultivares de grano pequeño (entre 0.693 y 0.767 g). Las diferencias de peso de 1000 semillas más significativas, se encontraron entre el cultivar PICA y los cultivares CCA-027

y CCA-010; con el resto las diferencias son pequeñas y poco o nada significativas.

Se considera que el peso y tamaño de las semillas tiene origen genético, pero también pueden ser influenciados por el sistema de cultivo y las tecnologías aplicadas (Repo Carrasco, 1988 y Pariona, 1992).

En un ensayo realizado en la localidad de Wayllapampa, Calderón (1989) reporta un peso de 1000 semillas de 0.80g; Pariona (1992), encontró un promedio de 0.99 a 0.89 g y Palacios (1997) un de 0.89 g.

Cuadro 3.4. Prueba de Tukey para el peso promedio de 1000 semillas en 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

Cultivar	Promedio (g)	ALS(T) 0.05		
PICA	1.033	a		
CCA-051	0.953	a	b	
CCA-012	0.933	a	b	
CCA-038	0.917	a	b	c
O-Blanco	0.907	a	b	c
CCA-023	0.897	a	b	c
CCA-062	0.893	a	b	c
C-INIA	0.867	a	b	c
CCA-104	0.847	a	b	c
CCA-060	0.820	a	b	c
CCA-010	0.767		b	c
CCA-027	0.693			c

3.3. Idiotipo de los cultivares.

En las figuras 3.5 al 3.16 se observan las características ideales de cada cultivar, considerando las principales características de forma y rendimiento. Se reporta el color de la panoja, forma de la panoja, altura de planta promedio, longitud de panoja promedio, peso de grano por panoja promedio, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea promedio.

Figura 3.5. OSCAR BLANCO:

Color de panoja: Rosado

Forma: Erecta:

Característica del grano: Blanco

Altura de planta: 117.1 cm

Longitud de panoja: 58.6 cm

Peso de grano por panoja: 37.9 g

Peso de 1000 semillas: 0.907 g

Tamaño de grano: Mediano

Rendimiento: 2750 kg/ha.

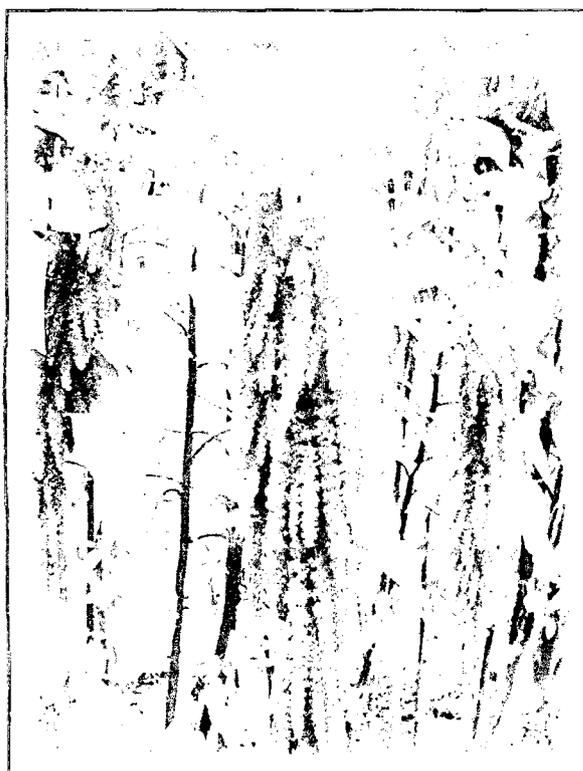


Figura 3.6. CANAAN INIA:

Color de panoja: Morado

Forma: Decumbente

Característica del grano: Rosado

Altura de planta: 119.7 cm

Longitud de panoja: 86.0 cm

Peso de grano por panoja: 34.4 g

Peso de 1000 semillas: 0.867 g

Tamaño de grano: Mediano

Rendimiento: 2302 kg/ha

Figura 3.7. CCA - 027:

Color de panoja: Rosado

Forma: Semidecumbente

Característica del grano: Amarillo

Altura de planta: 111.3 cm

Longitud de panoja: 61.6 cm

Peso de grano por panoja: 25.7 g

Peso de 1000 semillas: 0.693 g

Tamaño de grano: Pequeño

Rendimiento: 2063kg/ha



Figura 3.8. CCA - 062:

Color de panoja: Rosado

Forma: Semidecumbente

Característica del grano: Blanco

Altura de planta: 115.6 cm

Longitud de panoja: 54.8 cm

Peso de grano por panoja: 24.8 g

Peso de 1000 semillas: 0.893 g

Tamaño de grano: Mediano

Rendimiento: 2240kg/ha.

Figura 3.9. CCA - 051:

Color de panoja: Crema

Forma: Erecta

Característica del grano: Blanco

Altura de planta: 113.2 cm

Longitud de panoja: 58 cm

Peso de grano por panoja: 41.2g

Peso de 1000 semillas: 0.953 g

Tamaño de grano: Grande

Rendimiento: 2323kg/ha.



Figura 3.10. CCA - 104:

Color de panoja: Rosado claro

Forma: Decumbente

Característica del grano: Blanco

Altura de planta: 112.5 cm

Longitud de panoja: 75.3 cm

Peso de grano por panoja: 26.7 g

Peso de 1000 semillas: 0.847 g

Tamaño de grano: Mediano

Rendimiento: 1771 kg/ha.

Figura 3.11. CCA - 038:
Color de panoja: Rosado
Forma: Semidecumbente
Característica del grano: Blanco
Altura de planta: 114.8 cm
Longitud de panoja: 53.8 cm
Peso de grano por panoja: 18.9 g
Peso de 1000 semillas: 0.917 g
Tamaño de grano: Mediano
Rendimiento: 2167kg/ha.

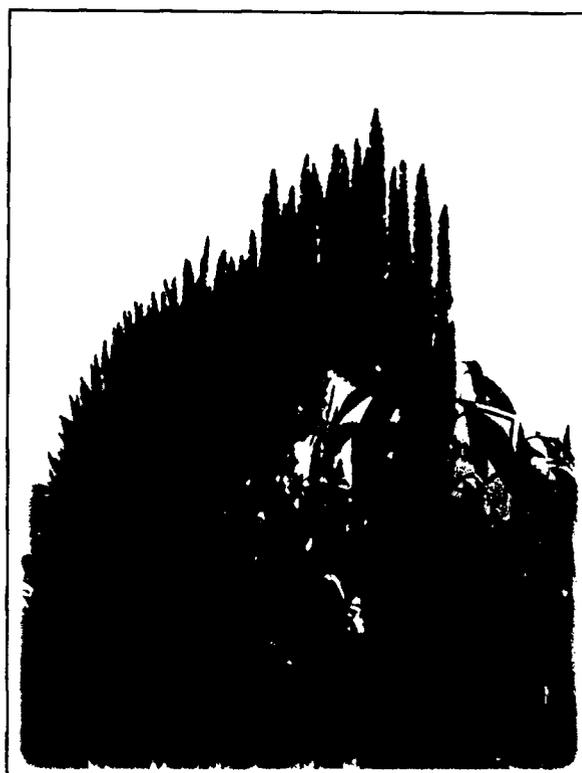


Figura 3.12. CCA – 060:
Color de panoja: Rosado
Forma: Decumbente
Característica del grano: Cristalino
Altura de planta: 117.57 cm
Longitud de panoja: 72.5 cm
Peso de grano por panoja: 38.3 g
Peso de 1000 semillas: 0.82 g
Tamaño de grano: Mediano
Rendimiento: 2311 kg/ha

Figura 3.13. CCA - 010:

Color de panoja: Rosado

Forma: Erecta

Característica del grano: Blanco

Altura de planta: 113.1 cm.

Longitud de panoja: 61.6 cm.

Peso de grano por panoja: 17.4 g

Peso de 1000 semillas: 0.767g

Tamaño de grano: Pequeño

Rendimiento: 2244kg/ha



Figura 3.14. PICA:

Color de panoja: Rosado

Forma: Semi decumbente

Característica del grano: Rosado

Altura de planta: 111.2 cm

Longitud de panoja: 57.0 cm

Peso de grano por panoja: 32.2 g

Peso de 1000 semillas: 1.033 g

Tamaño de grano: Grande

Rendimiento: 2354 kg/ha.

Figura 3.15. CCA - 012:

Color de panoja: Rosada claro

Forma: Semi erecta

Característica del grano: cristalino

Altura de planta: 112.1 cm

Longitud de panoja: 59.5 cm

Peso de grano por panoja: 34.7 g

Peso de 1000 semillas: 0.933 g

Tamaño de grano: Grande.

Rendimiento: 2063 kg/ha



Figura 3.16. CCA - 023:

Color de panoja: Rosada

Forma: Erecta

Característica del grano: Blanco

Altura de planta: 108.9 cm

Longitud de panoja: 58.7 cm

Peso de grano por panoja: 22.6 g

Peso de 1000 semillas: 0.897 g

Tamaño de grano: Mediano

Rendimiento: 2146 kg/ha.

3.4. Correlación de Variables.

El análisis de correlación (Cuadro 3.5) reveló que solamente existe correlación significativa entre la longitud de la panoja y el peso de grano por panoja ($r = 0.406^*$), es decir a que las panojas más grandes producen mayor peso de grano, lo cual es una relación frecuente en el rendimiento; de otra manera al incrementarse la longitud de la panoja, de igual modo se incrementa el peso de granos.

A pesar de los buenos rendimiento de grano por hectárea, ni el peso de grano por panoja ni la longitud de panoja se correlacionaron se manera importante con el rendimiento; esto puede deberse a las condiciones poco favorables de crecimiento de las plantas y a la alta variabilidad entre plantas dentro de un mismo cultivar. Nuestras mediciones difieren mucho de los resultados obtenidos por otros autores en otras condiciones.

En un estudio sobre correlación simple y múltiple del rendimiento de grano de achita, con algunas variables biométricas, Sumar (1986) determinó que el rendimiento en el amaranto es significativamente dependiente de muchos caracteres. Pariona (1992) obtuvo correlaciones simples con significación estadística del rendimiento de grano con peso seco, diámetro de tallo y área foliar; Avilés (1990) en su estudio de 6 ecotipos, halló correlación positiva con significación estadística del peso seco total, con la altura de planta, número de hojas jóvenes y adultas, longitud de panoja, índice del área foliar; se encontró correlación negativa con significación estadística del peso seco total con el índice de crecimiento relativo e

intensidad de asimilación neta, lo que indica que al incrementar el peso seco total, disminuye el índice de crecimiento relativo y el índice de asimilación neta; Pacheco (2009) obtuvo la correlación de 5 caracteres de panoja y rendimiento de dos variedades de achita; el peso por panoja está asociado positivamente con alta significación estadística con la longitud de panoja, ancho de panoja y peso total de panoja.

Cuadro 3.5. Coeficientes de correlación simple entre las características de rendimiento de 12 cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.).

Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

	Altura de planta (cm)	Longitud de panoja (cm)	Peso de grano por panoja (g)	Rendimiento por hectárea (kg/ha)	Peso de 1000 semillas (g)
Altura de Planta (cm)		0.035	-0.038	0.287	-0.217
Longitud de Panoja (cm)			0.406 *	-0.114	-0.184
Peso de grano por panoja (g)				0.284	0.183
Rendimiento por hectárea(kg/ha)					-0.014

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las condiciones en las que se ejecutó el presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los 12 cultivares estudiados son considerados precoces, por su madurez fisiológica que varió entre 116 a 129 días después de la siembra.
2. Las mayores longitudes de panoja corresponden a los cultivares de panoja decumbente (Canaán INIA = 86.0 cm, CCA-104 = 75.3 cm y CCA-060 = 72.5 cm); las de menores longitudes corresponden a los cultivares de panojas erectas y semierectas, con valores entre 53.8 a 61.6 cm.
3. El mayor peso de 1000 semillas se logró con el cultivar PICA (1.033 g/millar).

4. La altura de planta varió entre 119.7 cm (Canaán INIA) y 108.9 cm (CCA-023).
5. El peso de grano por panoja varió entre 41.2 g (CCA-051) y 18.9 g (CCA-038).
6. El rendimiento de grano por hectárea varió entre 2750 kg/ha (Oscar Blanco) y 1771 kg/ha (CCA-104).
7. Se encontró correlación positiva entre la longitud de panoja y el peso de grano por panoja ($r= 0.406^*$); no se encontró evidencias de la asociación entre el rendimiento de grano por hectárea y los caracteres altura de planta, longitud de planta, peso de grano y peso de 1000 semillas.

RECOMENDACIONES:

De acuerdo a las condiciones del presente trabajo se dan las siguientes recomendaciones:

1. Realizar estudios comparativos de los 10 cultivares 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 y zonificación ecológica de cultivares.
2. Promocionar y producir semilla de los cultivares PICA y CCA-051 para las condiciones de Canaán.

RESUMEN

En doce cultivares de achita procedente del Banco de Germoplasma de Recursos Genéticos del INIA y dos cultivares de referencia Canaán INIA y Oscar Blanco, se evaluó las características de precocidad y de productividad y las correlaciones y regresiones simples entre las variables.

Los días a madurez fisiológica (116 a 129 días después de la siembra) indicaron que los doce cultivares pueden ser considerados precoces. Las mayores longitudes de panoja corresponden a los cultivares de panoja decumbente (Canaán INIA = 86.0 cm, CCA-104 = 75.3 cm y CCA-060 = 72.5 cm), mientras que las menores longitudes corresponden a los cultivares de panojas erectas y semierectas, con valores entre 53.8 a 61.6 cm.

En base al peso de 1000 semillas, se registraron semillas grandes (0.907 - 1.033 g/millar) en los cultivares PICA, CCA-051, CCA-012, CCA-038 y Oscar Blanco; semillas medianas (0.820 - 0.897 g/millar) y semillas pequeñas (0.693 - 0.767 g/millar). La altura de las plantas varió entre 119.7 cm (Canaán INIA) y 108.9 cm (CCA-023). El peso de grano por panoja varió entre 41.2 g (CCA-051) y 18.9 g (CCA-038). El rendimiento de grano por hectárea varió entre 2750 kg/ha (Oscar Blanco) y 1771 kg/ha (CCA - 104). Los rendimientos de los cultivares probados superan al rendimiento

promedio de los cultivares locales, poseen un buen potencial de rendimiento, semejante a los rendimientos de los testigos Canaán INIA y Oscar Blanco.

Se encontró correlación positiva y significativa entre la longitud de panoja y el peso de grano por panoja ($r = 0.406^*$), pero no se encontró evidencias de la asociación entre el rendimiento de grano por hectárea y los caracteres altura de planta, longitud de planta, peso de grano y peso de 1000 semillas.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ALLARD, W. 1980. Principios de la Mejora Genético de las Plantas.
Cuarta edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona,
España.
- ANTONIO, J. 1986. Comparativo de Rendimiento de 13 Accesiones de Achita
(*A. caudatus* L.) del Germoplasma de Granos Andinos
de la UNSCH, Wayllapampa a 2450 msnm. Informe de
Prácticas Ayacucho – Perú.
- AEDO, M. 1989. Fenología y Rendimiento de 12 Cultivares de Achita
(*Amaranthus caudatus* L.). Viñaca a 2410 msnm.
Ayacucho. Informe de Prácticas Pre-profesionales,
UNSCH. Ayacucho Perú.
- AVILA, G; ALVAREZ. 1989. Introducción al Mejoramiento del "Millmi"
(*Amaranthus caudatus* L.) en el Centro Fitoecogenetico
de Pairumani, Bolivia. El Amaranto y su Potencial.
Boletín N° 3; Setiembre, 1989.
- AVILES, E. 1990. Evaluación del Rendimiento y Aspecto de Crecimiento
de Seis Accesiones de Achita (*Amaranthus caudatus*)
- BECKER, R. El Amaranto: Morfología, Composición y Usos como Alimentos
y Forraje. El amaranto y su Potencial 1984.

- BARRANTES, A. 1996. Enfermedades de la Kiwicha (*Amaranthus Caudatus L.*) en Ayacucho 2600 msnm. Informe de Investigación PICA – UNCH. Ayacucho – Perú.
- BRESSAN, R. 1989. El Contenido de Proteína del Grano de Amaranto y su Potencial. Boletín N° 2; Junio 1989.
- CARRASCO, F. 1987. Insectos de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) Cultivada en Cusco y Apurímac. Revista Peruana de Entomología Agrícola. 30,38-41.
- CALERO, B. 1986. LA Kiwicha. Cereal, Andino con un Futuro Promisorio en la Alimentación y en la Industria. I Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Ayacucho - Perú.
- CAVAGRANO, J. 1985. Efecto de la Limitación o Deficiencia de Agua en Cuatro Especies de Amaranto. Boletín N° 3. Setiembre, 1985.
- CARBAJAL, N. 1987. Evaluación Morfológica de Achita (*Amaranthus Caudatus L.*) y su Relación con el Rendimiento Bajo las Condiciones de Ayacucho. Tesis UNSCH, Ayacucho-Perú.
- CALDERON, P. 1989. Efecto de la Reducción Foliar Sobre el Rendimiento y Calidad de Achita (*Amaranthus caudatus L.*). Ecotipo Blanco. Wayllapampa 2450 msnm. Ayacucho, Tesis UNSCH. Ayacucho-Perú.
- CISNEROS, Q. 1994. Dinámica Poblacional de Plagas del Follaje en Cuatro Cultivares de Achita–Iribamba a 2400 msnm. Ayacucho.

Tesis UNSCH.

CALZADA, J.1970 "Métodos Estadísticos para la Investigación". Tercera Edición. Editorial Jurídica S.A. Lima – Perú.

CAÑAHUARAY, R.1996. Determinación de la Época Crítica de Competencia de Maleza en el Cultivo de Achita (*Amaranthus caudatus L.*) Tesis UNSCH, Ayacucho.

CHAGARAY, A. 2005. Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo – Cajamarca.

FAO, 1990. Guía para el Manejo de Plagas en Cultivos Andinos Sub Explotados Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

FRANCO, P.1986. Evaluación Preliminar de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en Cajamarca, V. Congreso Internacional sobre Agricultura Andina. Puno – Perú

IBAÑEZ, A; AGUIRRE.1983.Fertilidad de Suelos. Manual de Práctica UNSCH. Ayacucho - Perú.

LEON, J. 1964. "Plantas Alimenticias Andinas". Boletín Técnico N°6 IICA. Zona. Lima Perú.

MUJICA, S. 1989. Fenología del Cultivo de la Kiwicha (*Amaranthus Caudatus L.*). En curso taller Fenología de Cultivos Andinos y Uso de Información Agro Meteorológica, Puno. 7-10 Agosto. INIA, PICA, Perú.

MARQUEZ, F. 1985. Geotecnia Vegetal, Métodos, Teoría y Resultados.

Tomo II. Editor S.A México.

- NATIONAL ACADEMY PRESS. 1989. "Lost Crops of the Incas, Little – Known Plants of the Andes wit Promise for Worldwide Cultivation" Washington.1989.
- NIETO, C. 1990. Análisis del Crecimiento y Respuesta al Fotoperiodo de Seis Especies de *Amaranthus* Tesis Msc. Universidad de Costa Rica – Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica ,1986.
- NIETO; FARGAS, J. 1987. Análisis de Crecimiento de dos Especies de *Amaranthus*. Vol. Nº 1. El Amaranto y su Potencial.
- NÚÑEZ, B. 2006 Selección Masal por Surco Panoja de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Colección Canaán Achita – 013 en el distrito de Vinchos (3000 msnm.), Ayacucho.
- ODTOJAN, J. 1986. Estabilidad Fenotípica en los Amarantos. Vol. Nº 1 El Amaranto y su Potencial Washington.
- PALACIOS, C. 1997. "Estudio Preliminar sobre el Efecto de la Decapitación Apical en el Rendimiento de 38 Entradas de Achita" en Canaán (2750 msnm.) Ayacucho. Tesis UNSCH.
- PARIONA, N. 1992. Evaluación del Rendimiento y Fenología en 14 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Tesis UNSCH Ayacucho - Perú.
- PACHECO, F. 2009. Selección Masal Estratificada en dos Variedades de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Tesis UNSCH Ayacucho - Perú.

- POEHMAN, J. 1986. Mejoramiento Genético de las Cosechas.
Limusa Wileg S.A. Mexica.
- ROBLES, E. 1987. Comparativo del Rendimiento de 13 Accesiones de
Achita (*Amaranthus caudatus*) revistas de Cultivos
Andinos, Vol. III PICA, UNSCH Ayacucho - Perú.
- ROJAS, G. 1985. Fisiología Vegetal Aplicada 3^{ra}. Edición. Mc Graw Hill.
México.
- REPO - CARRASCO 1987. Cultivos Andinos. Importancia Nutricional y
Posibilidades de Procesamiento. Centro de Estudio
Rurales. Cusco-Perú.
- RAMAMURHTY, N. 1986. Metabolismo del Carbón Fotosintético de
Amaranto de Grano (*Amaranthus hipocondriacas*), Bajo
Niveles de Agua. Boletín N°3 Setiembre.
- SANCHEZ, E. 1991. Etiología del Tizón (*Alternaria tenuis*) en Amaranto
(*Amaranthus sp.*). En Primer Congreso Internacional del
Amaranto. Oaxtepec, Morelos, México.
- SUMAR, L. 1980. "La Kiwicha": Cereal Andino con un Futuro Promisorio
en La Alimentación Popular. II Congreso Internacional
de Cultivos Andinos IICA – Ecuador.
- SUMAR, L. 1983. El Pequeño Gigante. Boletín N° 1. El Amaranto y su
Potencial.
- SFTWARE ESTADISTICA. THE SAS SYSTEM FOR WINDOWS
- TABOADA, C. 1998. "Efecto de Niveles de NPK y 5 Densidades de Siembra
en el Rendimiento de Achita (*Amaranthus caudatus L.*)

variedad PUH. Canaán 2750 msnm. Ayacucho”.

TAPIA, M.1979. Cultivos Andinos Sud explotaos y su Aporte a la Alimentación FAO. Santiago-Chile.

TAPIA, M.1979. El Medio, los Cultivos y los Seis Temas Agrícolas en los Andes del Sur del Perú. Revista de Cultivos Andinos. UNSAC – UNTA. Cusco-Perú.

ORTEGA, L. 1990. Usos y Valor Nutritivo de los Cultivos Andinos. INIA, PICA. Arequipa, Perú.

ZAMBRANO, L.1982. Análisis de Crecimiento de Dos Ecotipos de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Blanca Glomerulada y Negra Amarantiforme, Bajo las Condiciones de Ayacucho (2750 msnm.) Tesis UNSCH. Ayacucho – Perú.

ANEXO

Anexo 05: Peso de 1000 Semillas de 12 Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Canaán 2750 msnm.

B/C	CCA027	CCA062	CCA051	CCA0104	CCA038	CCA060	CCA010	PICA	CCA023	CCA012	Canaán INIA	Oscar. Blanco	TOTAL
I	0.75	0.98	0.9	0.81	0.96	0.81	0.76	1.06	0.9	0.91	0.91	0.94	10.73
II	0.53	0.74	0.9	0.81	0.86	0.71	0.78	1	0.9	0.9	0.78	0.94	9.87
II	0.8	0.96	1.6	0.9	0.93	0.91	0.76	1.04	0.89	0.98	0.9	0.84	11.51
TOTAL	2.08	2.68	3.4	2.54	2.75	2.46	2.3	3.1	2.69	2.8	2.6	2.72	32.12
PROM	0.69	0.89	1.13	0.85	0.92	0.82	0.77	1.03	0.9	0.93	0.87	0.91	10.71

FOTO 1: SURCADO DE LA PARCELA



FOTO 2: PLANTAS de 6 a 8 HOJAS



FOTO 3: PANOJAMIENTO DEL *Amaranthus caudatus* L.
PICA



VARIEDAD CANAAN INIA

CULTIVAR CCA-051



FOTO 5: MADUREZ FISIOLÓGICA DEL *Amaranthus caudatus* L.





FOTO 6: SELECCIÓN DE PANOJAS



CULTIVAR CCA-051



OSCAR BLANCO

CULTIVAR CCA-027



CULTIVAR CCA-012

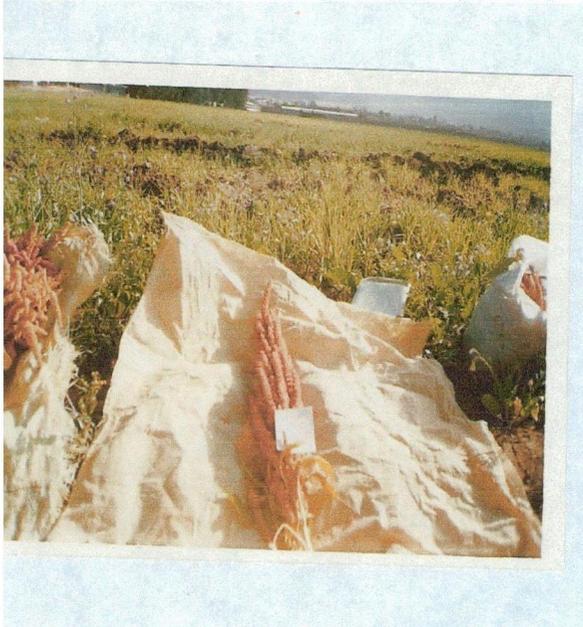


CULTIVAR CCA-060



CULTIVAR CANAN INIA

CULTIVAR CCA-010



CULTIVAR CCA-060



FOTO 7: SECADO DE LAS PANOJAS SELECCIONADAS





FOTO 8: COSECHA DE LAS 36 PARCELAS DE ACHITA



FOTO 9: PESO DE GRANO POR PANOJA

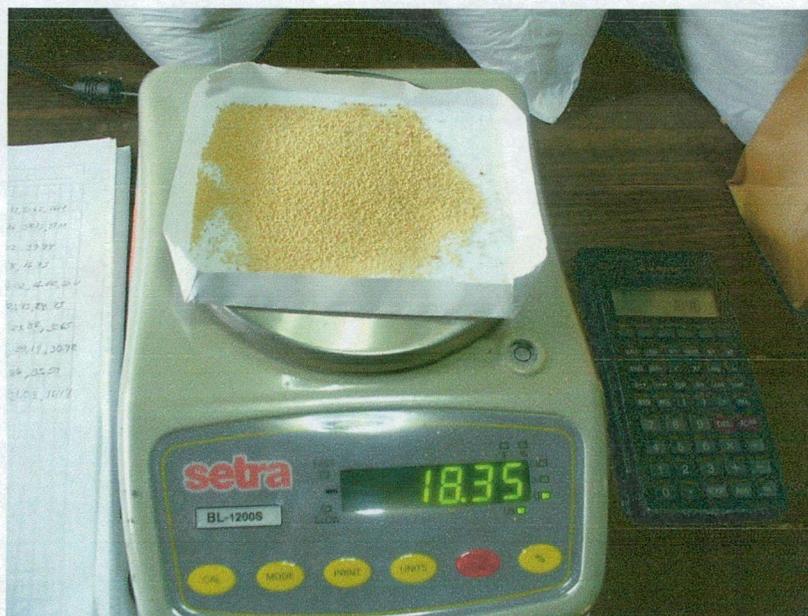
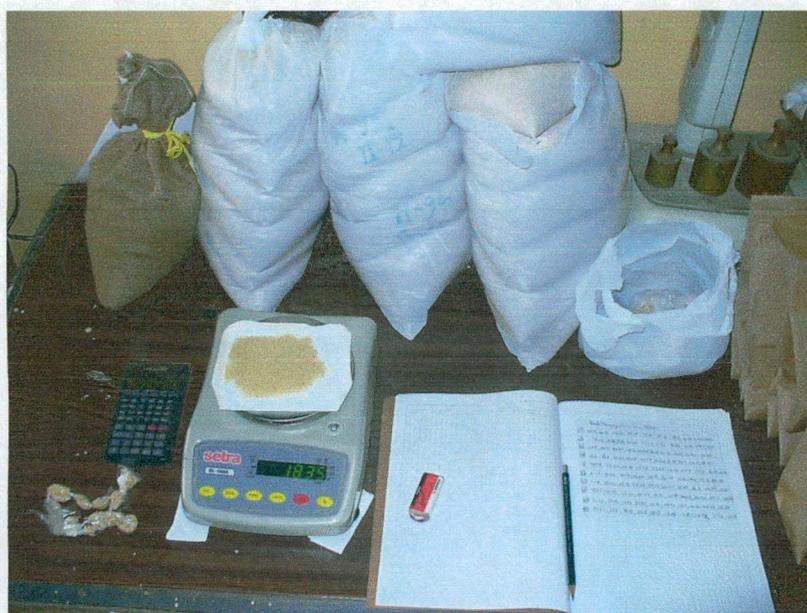
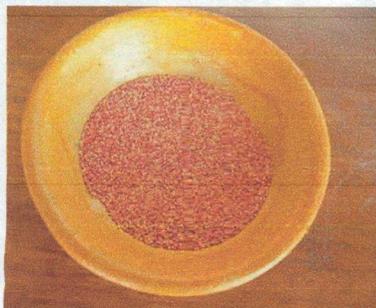


FOTO 10: PESO DE 1000 SEMILLAS

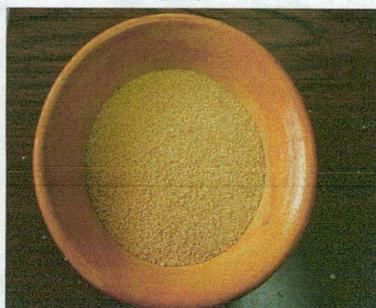


GRANO DE LOS CULTIVARES DE ACHITA

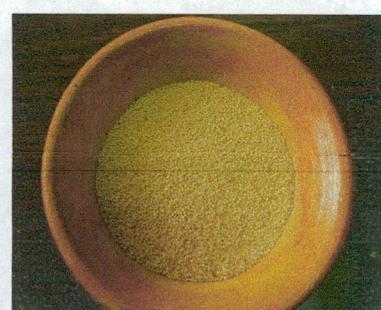
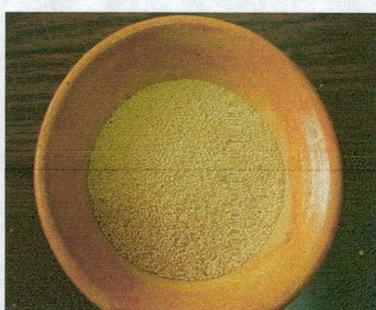
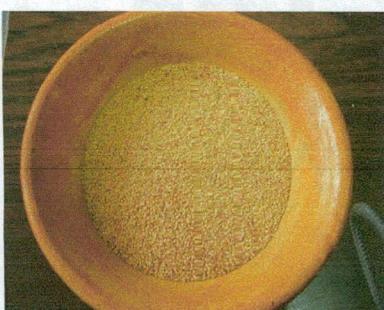
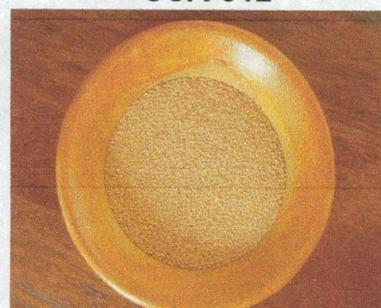
CANAAN INIA



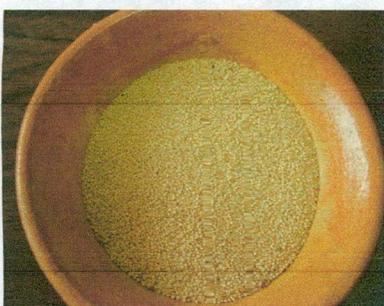
CCA-010



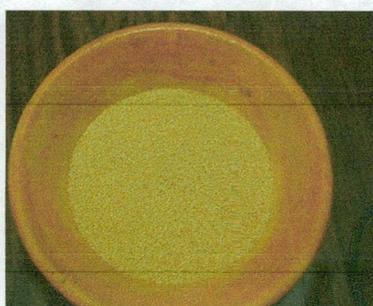
CCA-012



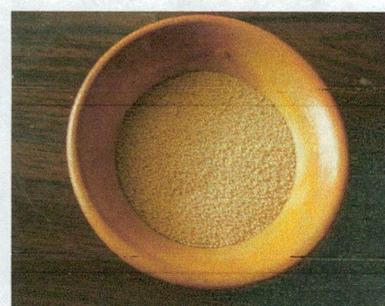
CCA-038



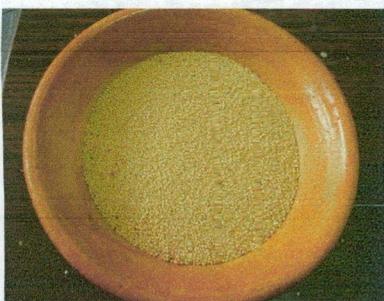
CCA-062



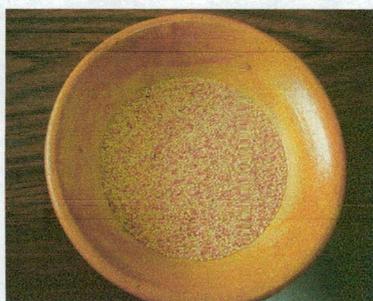
CCA-051



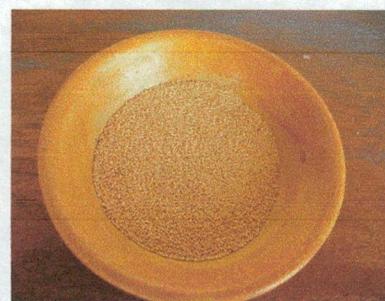
CCA-023



CCA-027



CCA-104



OSCAR BLANCO

PICA

CCA-060

FOTO 12: SELECCIÓN DEL CULTIVAR CCA-051

