

***Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga***

***Facultad de Ciencias Agrarias***

***Escuela de Formación Profesional de Agronomía***



**ABONAMIENTO ORGÁNICO Y SINTÉTICO EN EL  
RENDIMIENTO DE TRES CULTIVARES DE ACHITA  
(*Amaranthus caudatus* L.). CANÁAN 2720 m.s.n.m.-AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN JOSÉ CURACA QUINTANILLA**

**AYACUCHO – PERU  
2010**

**“ABONAMIENTO ORGÁNICO Y SINTÉTICO EN EL RENDIMIENTO DE  
TRES CULTIVARES DE ACHITA (*Amaranthus caudatus* L.)  
CANAÁN 2720 m.s.n.m. – AYACUCHO”**

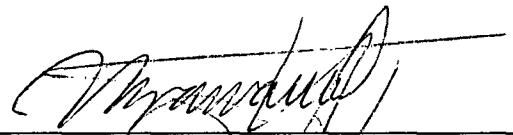
Recomendado : 23 de marzo de 2010  
Aprobado : 07 de abril de 2010



**M.Sc. ING. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA**  
Presidente del Jurado



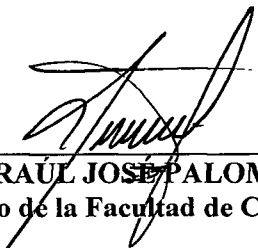
**M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO**  
Miembro del Jurado



**M.Sc. ING. FERNANDO NICOLÁS BARRANTES DEL ÁGUILA**  
Miembro del Jurado



**ING. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ**  
Miembro del Jurado



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

### Dedicatoria.

*A ti madre Grimaldina Quintanilla Bedriñana, (QEPD), que lamentablemente no estás aquí a mi lado para reír-sufrir conmigo en este momento tan grato, a ti mamita te dedico este trabajo por haber confiado en mí aun siendo un adolescente, siempre viste un gran potencial en mi y siempre me lo hiciste saber, quiero decirte que poco a poco lo logré, y aquí estoy luchando por ser aquel hombre grandote que tú querías que yo fuera, un hombre íntegro, sencillo; aquí no termina esta lucha mamita, donde estés, trataré de hacerte llenar de alegrías...*

*A ti Papá, Alfonso Curaca Peña, más que dedicarte esto, te lo entrego, esto es tuyo, esto es tu obra, gracias a tu temple, gracias a tu lucha, gracias por no dejarme caer nunca, por tus regaños, por intentar guiarme, por quererme a tu manera. Es que hemos logrado esto, esto te lo has ganado con tus traspasos, con tus preguntas, tú más que nadie te lo mereces porque sabes algo... Eres grande...*

*Desde lo más profundo de mi corazón te lo dedico a ti, mi amado hijo, José Gabriel, razón de mi existir...*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Alma máter y forjadora de grandes profesionales, quienes día a día buscan el desarrollo de su pueblo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía y a su plana docente, quienes hicieron realidad mí más caro anhelo

Al Ing José Quispe Tenorio, gestor y asesor del presente trabajo de investigación.

Al Ing Alex L. Tineo Bermúdez, por el asesoramiento en la ejecución y desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Estación Experimental Canaán Bajo, del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Ayacucho, por brindarme sus instalaciones para la realización del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I:	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ACHITA	3
1.2 TAXONOMÍA Y VARIABILIDAD DE LA ACHITA	6
1.3 MORFOLOGÍA DE LA ACHITA	7
1.4 BIOLOGÍA FLORAL Y NÚMERO CROMOSÓMICO	12
1.5 FISIOLOGÍA Y ASPECTOS DEL CRECIMIENTO	13
1.6 FENOLOGÍA	15
1.7 VALOR NUTRITIVO	15
1.8 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y DE SUELO	18
1.9 ASPECTOS DEL MANEJO DEL CULTIVO	22
1.10 FERTILIZACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA	30
1.11 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA ACHITA	38
1.12 RENDIMIENTO	43
CAPITULO II:	
MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO	47
2.2 MATERIAL GENÉTICO	53
2.3 FACTORES EN ESTUDIO	54
2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	55
2.5 UNIDAD EXPERIMENTAL	56

2.6	CAMPO EXPERIMENTAL	58
2.7	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	59
2.8	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	63
2.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	64

### CAPITULO III:

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Caracteres de Planta y Panoja	65
3.1.1	Altura de Planta	66
3.1.2	Longitud de Panoja	70
3.1.3	Diámetro de Panoja	73
3.2	Caracteres de Grano	76
3.2.1	Peso de Grano por Panoja	77
3.2.2	Peso de 1000 Semillas	81
3.2.3	Número de Granos por Panoja	82
3.3	Rendimiento de Grano	85

### CAPITULO IV:

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
RESUMEN	97
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	105

## **INTRODUCCION**

El grano de achita con su riqueza nutricional, en mezcla con otros cereales y leguminosas pueden contribuir una ración alimenticia completa y bien balanceada; porque una fracción creciente de la población urbano marginal, como la rural no cubre sus necesidades nutricionales básicas y la producción agrícola nacional no responde a la creciente demanda alimenticia interna, propiciando las importaciones costosas. Por ello la preocupación de muchas instituciones e investigadores por fomentar su cultivo, consumo e incrementar su productividad es constante y demanda cada vez mayores esfuerzos e inversiones.

Para conseguir el incremento de la producción existe una gama de técnicas y medios que la ciencia moderna ha puesto al servicio del hombre, como son la mecanización de las labores culturales, control del agua de riego, obtención de semillas mejoradas, pesticidas, etc., pero sin duda el método más fácil y de

disposición inmediata es el uso eficaz de los fertilizantes, con lo cual no solo es posible duplicar , sino hasta quintuplicar los rendimientos en casos del suelo muy pobres en los elementos nutritivos (VILLAGARCÍA, 1990).

Pero por la escasez de estos fertilizantes sintéticos y por el alto costo que estos representan, también por la contaminación que se provoca al explotarlos es necesario buscar nuevas alternativas de fertilización, como la fertilización orgánica.

Según estas consideraciones se hace necesario que el cultivo de achita debe conducirse bajo una agricultura tecnificada con utilización de paquetes adecuados que incrementen su productividad y tratar de reducir los costos de producción, y que el agricultor pueda sustituir al suelo gran parte de los nutrientes extraídos por las cosechas y así poder mantener constantemente su fertilidad. En virtud a ello y con el afán de buscar las dosis adecuadas para el uso eficaz de los fertilizantes sintéticos y orgánicos en el manejo del cultivo de achita; se ha planteado el presente trabajo, con los objetivos siguientes:

1. Evaluar la influencia de diferentes fuentes y niveles de abono orgánico en el rendimiento de tres cultivares de achita.
2. Evaluar la influencia de diferentes niveles de abono sintético en el rendimiento de tres variedades de achita.



## **CAPITULO I**

### **REVISION DE LITERATURA**

#### **1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ACHITA**

SUMAR (1980), haciendo referencia a la obra de VAVILOV (1931), “Origen de las Especies Vegetales”, señala que la achita se encuentra en los valles templados o templados fríos del centro y norte del Perú, particularmente en los departamentos del Cusco, Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

LEÓN (1964), dice que la domesticación del *Amaranthus caudatus* L., debe ser muy antigua pues no se le conoce en estado silvestre como su congénere de México; pudo ser en un comienzo tanto un planta alimenticia como mágica entre los pobladores de Sud – América, sin embargo no ha tenido la importancia religiosa que tiene “Huatli” de México. Su cultivo esta restringido a comunidades indígenas, desde el norte del Perú hasta los valles interandinos de Catarma y Salta en el noreste de Argentina.

SUMAR (1993), señala que existen dos grandes regiones, hábitat para el cultivo de achita; uno de ellos se extiende por la zona andina, desde el Ecuador hasta el norte de Argentina, con su centro principal en Perú. La segunda región abarca el suroeste de los Estados Unidos y principalmente México y Guatemala.

En la región genética andina se encuentra el *Amaranthus caudatus* y en México, Guatemala y Estados Unidos se encuentran las especies *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*.

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, Matos y Ravines, al excavar las cuevas de Junín (Pachachamay y Panauloca), en los que se encontraron restos de vegetales como la tuna y el amaranto que al ser sometidos a las pruebas del carbono 14 evidencian una antigüedad de 12000 a.C.

Se han colectado más de 1,200 ecotipos en los andes. Se conocen variedades de acuerdo a los granos y la forma de la panícula, así como por el color de la planta y otras características. Las variedades más conocidas de achita son:

- *Noel Vietmeyer*: de grano rosado y no usado como hortaliza.
- *Oscar Blanco*: de grano blanco y usado como hortaliza.
- *Chullpi*: con granos de tipo reventón, adecuados para cocción en seco.

La achita crece en Perú, Bolivia, el sur de Ecuador y el noroeste de Argentina, y ha sido introducida a países como India y Nepal, donde gozan de gran preferencia en la cocina popular.

En el Perú, la achita es cultivada en costa, sierra y selva alta, desde el nivel del mar hasta los 3400 metros, siendo los principales productores Junín, Cajamarca, Ayacucho, Ancash, Huancavelica y, en mayor escala, Cusco; habiéndose convertido en un boom para la exportación por los precios con que se vende en el exterior.

TAPIA (1982), menciona en otros continentes existen especie de amarathus domesticados, en Manchuria al interior de China, y un gran centro de concentración de genes está en Himalaya, desapareciendo gradualmente en Afganistán y Persia, algunos pequeños rezagos quedan en India y Bangladesh, así como en el continente africano.

## 1.2 TAXONOMIA Y VARIABILIDAD DE LA ACHITA

SUMAR (1980), reporta que la posición taxonómica de la achita es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógamas
Tipo	:	Embryophita Siphonógama
Subtipo	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledonea
Subclase	:	Archyclamydae
Orden	:	Centrospermales
Familia	:	Amaranthaceae
Subfamilia	:	Amarantoideas
Tribu	:	Amarantaceae
Genero	:	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” (noroeste de Argentina), “quinua” y “quinua del valle” (Argentina).

Cita que no existen estudios completos sobre la variabilidad de esta especie. Entre los factores de variación pueden considerarse los siguientes:

a) Forma de la inflorescencia, b) Coloración del tallo, hojas y fruto; c) Color de semilla. No parece existir una relación clara entre estos factores.

En el Perú pueden observarse en un mismo campo de cultivo muchos tipos diferentes de inflorescencia. Las plantas cultivadas son en su mayoría de flores y tallos verdes y semillas blancas; sin embargo no es raro encontrar entre las plantas de flores y tallos verdes, semillas negras o castañas oscuras.

### **1.3 MORFOLOGÍA DE LA ACHITA.**

SUMAR (1993), sita que es difícil hablar de uniformidad en la morfología, por lo que las siguientes descripciones deben tomarse como puntos de referencia.

#### **Semillas.**

Las semillas de la achita son elípticas redondeadas (lenticuladas), lisas de borde convexo o afilado, opacas o semitranslucidas, de color diferente según el ecotipo: negro, castaño, blanco, blanco rosado, blanco amarillento y dorado, de 1.0 a 1.3 milímetros de diámetro por 0.5 a 0.8 milímetros de espesor. Un gramo de semilla contiene aproximadamente de 800 a 1600 semillas.

El tamaño de las semillas está determinado por la herencia genética y por las condiciones de crecimiento de las plantas. Tanto el tamaño como la forma de los granos son, a menudo importantes indicadores de la salud y vitalidad.

El embrión o germen está enrollado en círculo alrededor del perisperma.

El germen contiene altas concentraciones de vitaminas, minerales proteínas y grasas.

Los granos de diversos ecotipos de achita presentan una cubierta muy dura, lo que determina semillas de alta latencia.

**Raíz:**

La radícula de la semilla comienza a crecer hacia abajo durante la germinación y forma la raíz principal. Cuando la pequeña planta de achita presenta de cuatro a seis hojas se inicia algo sorprendente: el veloz crecimiento longitudinal de la raíz principal, que otorga a la planta tolerancia a la sequía. La raíz principal de la planta adulta alcanza una profundidad de 180 cm.

**Tallo:**

SUMAR (1993), describe que las plantas de achita poseen tallos generalmente fibrosos, con fibras elásticas y esponjosas, que le permiten ceder sin romperse a la presión de los vientos fuertes. El color varía de acuerdo al ecotipo, entre el verde claro y el encarnado.

La altura de la planta se halla determinada por su eje principal, y las ramas en caso de tenerlas, no llegan a la altura del eje principal. El tamaño total de la planta oscila entre los 60 y 280 cm.

El contenido y la calidad de la fibra del tallo de la achita ha sido examinado repetidas veces, sugiriéndose su utilización en la alimentación animal y en la elaboración de papel de alta calidad.

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

- Erectos,
- Semidecumbente,
- Decumbentes,
- Con inflorescencia única y terminal,
- Con ramas que nacen cerca de la base del tallo.

Es importante señalar la característica de la planta típica del *Amaranthus caudatus* que, como su nombre lo indica tiene la inflorescencia decumbente, es decir, que cuelga del tallo como una cola o cauda.

Debido a los procesos de selección lubricación y mutación inducidas, hemos logrado obtener plantas con la inflorescencia o panoja semierecta y erecta.

Las plantas que presentan la inflorescencia o panoja decumbente no se adaptan al cultivo intensivo, debido a que las labores culturales se ven obstaculizadas al inclinarse la panoja hacia el suelo. Así mismo durante la cosecha al cortarse las plantas, manual o mecánicamente puede cortarse también parte de la panoja que cae al suelo y ya no se puede recuperar.

Si tras haber germinado, se malograra la punta del brote por la acción de una helada o por el daño de algún animal, la planta estaría en capacidad de producir normalmente varias ramificaciones principales que alcanzarían similar altura. Es conveniente distinguir entre ramificación basal fenotípica y genotípica. El mismo caso se observa cuando la achita se cultiva por transplante.

### **Hojas:**

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

### **Inflorescencia:**

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

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



- b. Amarantiformes**, cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal.

La inflorescencia de acuerdo a su densidad se clasifica:

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

LEÓN (1964); menciona que la achita, presenta una inflorescencia a continuación del tallo que llegan a medir hasta 90 centímetros de largo; son de forma variada pendientes y terminan en una panoja gruesa y larga, las hay decumbentes, semierectas y erectas, adaptando formas glomeruladas o amarantiformes típicas, densas y laxas. El eje central de la inflorescencia, la continuación del tallo lleva grupos de flores llamados dicacios (glomérulos).

#### **Flores:**

LEON (1964), señala que el número de flores de cada uno de estos dicacios es variable, con flores masculinas y femeninas dispuestas en la inflorescencia en forma sésil o ligeramente pedunculada. Las flores estaminadas o

pistiladas están compuestas de una bráctea externa y cinco sépalos verduscos, dos externos y tres internos, los primeros ligeramente más grandes. En las flores estaminadas hay cinco estambres de filamentos delgados y largos terminados en anteras que se abren en dos sacos. Las flores pistiladas tienen un ovario semiesférico que contiene un solo óvulo, con tres ramas estigmáticas. La mayoría de los amarantos son polinizados por el viento.

#### **Fruto y semilla:**

NATIONAL ACADEMY PRESS (1990), menciona que la achita es una planta dicotiledónea, los frutos son pixidios (una cápsula de dehiscencia transversal); y cada uno contiene una sola semilla. La cubierta de la semilla es lustrosa; el embrión es curvo y colocado alrededor del de un pequeño endosperma (perisperma), semejante al de la quinua, pero sin contenido de saponina.

#### **1.4 BIOLOGÍA FLORAL Y NUMERO CROMOSOMICO**

LEÓN (1964), haciendo referencia a las investigaciones de Takagi, Murria y Grant, cita para esta especie  $2n: 32$ ; Cárdenas y Hawkes  $2n: 34$ . El primer número ha sido encontrado en la mayoría de las especies de *Amaranthus*, pero en este género también se han determinado varios casos de aneuploidia. Grant sugiere que ésta se origina con toda posibilidad por hibridación entre especies, Murria ha inducido poliploidia en *A. caudatus* usando colchicina (0,25% en solución acuosa) aplicándola al punto de crecimiento. Las plantas tetraploides tenían hoja y flores de mayor tamaño, aunque no presentaban diferencias

importantes en altura; florecían una semana más tarde y no mostraban ningún cambio en características florales.

La biología floral de algunos *amaranthus* ha sido estudiada por Murray quien afirma que las especies monóicas como *A. caudatus* son autofértiles, aunque las flores pistiladas presentan estigmas receptivos varios días antes de que abran los estambres. En esta especie la primera flor de cada glómérulo es estaminada y el resto son pistiladas. La mayoría de los *amaranthus* son polinizados por el viento.

## **1.5 FISIOLÓGÍA Y ASPECTOS DEL CRECIMIENTO**

SUMAR (1993) y NACIONAL ACADEMY PRESS (1984), citan que la achita está dentro del grupo de plantas que sostiene una fotosíntesis por el camino C4, a semejanza del sorgo y de la caña de azúcar.

El camino C4 (Ciclo de Hatch – Slack) es una modificación del proceso normal de fotosíntesis, cabiendo un uso eficiente del dióxido de carbono disponible en el aire, concentrándolo e los cloroplastos de las células especializadas que circundan los haces vasculares.

La pérdida foto-respiratoria del dióxido de carbono, la unidad básica para la producción de carbonato, es suprimida en las plantas C4. De esta manera, las plantas que usan el camino C4 pueden convertir una alta cantidad de carbón atmosférico en azúcar, por unidad de agua perdida, más que aquellas plantas que poseen el clásico C3 (Ciclo de Calvin).

Incluso cuando las estomas están parcialmente cerradas, las plantas que tiene el camino C4 pueden mantener relativamente altos índices de fijación del dióxido de carbono. Las estomas se cierran cuando la planta está en un ambiente de tensión (como sequía o salinidad). Las plantas C4, como la kiwicha, funcionan mejor que las plantas C3, también en condiciones adversas.

A través de un ajuste osmótico las plantas pueden tolerar alguna falta de agua sin marchitarse o morir. Esto es también una adaptación para sobrevivir en periodos de sequía. La habilidad potencial para fotosintetizar en altas proporciones bajo altas temperaturas es otra ventaja fisiológica de las plantas C4 investigaciones sobre la kiwicha han demostrado que la cima de la actividad fotosintética ocurre a los 40 grados centígrados.

NIETO y FARGAS (1987), en una investigación realizada en Turrialba, Costa Rica en cuatro genotipos de *Amaranthus*, concluye que desde el punto de vista fisiológico es de destacar las altas tasas de asimilación neta que presentan. Ello indica la alta eficiencia fotosintética de las hojas jóvenes, mientras que al avanzar el ciclo la asimilación decrece, a pesar de aumentar el área foliar, o sea 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, las que podrían utilizarse como hortaliza, con lo que probablemente se lograría una mayor eficiencia fotosintética de la planta y una mayor producción de biomasa y grano.

## **1.6 FENOLOGÍA**

LARCHER (1976), cita que la fenología estudia los Ciclos de vástagos, flores, frutos y su desaparición a lo largo del año y fija el momento en que se inician estos fenómenos (“fechas fenológicas”). La fenología se basa también actualmente en las observaciones de las variaciones aparentes en el desarrollo vital de las plantas. Las características fonológicas dan una información ecológica válida a cerca de la duración promediada de la vegetación y el espacio de tiempo en que una especie vegetal poseerá hojas en una zona, y también a cerca de diferencias locales y debidas a fenómenos meteorológicos en la fecha en que se inicia las estaciones fenológicas. La fenología, como ciencia se une a la biología y a la climatología, no se limita a establecimientos descriptivos de fechas, sino que intenta declarar su dependencia frente a los factores climáticos.

## **1.7 VALOR NUTRITIVO**

ODTOJAN (1983), menciona que la semilla de amaranto tiene un alto valor nutricional y contiene de 12 a 16% de proteína, con altos niveles de lisina; 7.5% de grasa, 62% de carbohidratos; 3% de minerales, con prevalencia de P, Mg, K, Ca y Fe en orden decreciente; 15% de vitaminas, como vitamina C, niacina, vitamina B1 y B2 y 10% de agua.

SUMAR (1986), cita que la proteína de la achita contiene tres veces más lisina de la existe en la leche, que es el parangón de la excelencia nutritiva.

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

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

SUMAR (1982), sobre un análisis fotoquímico efectuado sobre años anteriores, muestra el siguiente resultado:

Proteína	13 – 18.9 %
Grasa	7.20 – 9.1 %
Carbohidratos	63 – 84 %
Fibra	5.7 – 8.1 %
Ceniza	2.5 – 3.1 %
Calcio	220 – 308 mg/g.

Fósforo	496 – 520 mg/g.
Hierro	16 – 44 %
Caroteno	0.01 mg/g.
Tiamina	0.14 mg/g.
Riboflavina	0.32 mg/g.
Niacina	0.95 mg/g.
Acido ascórbico	3.10 mg/g.

<b>Grano</b>	<b>Achita</b>	<b>Trigo</b>	<b>Maíz</b>	<b>Arroz integral</b>	<b>Avena</b>
Proteína %	14,9	12,3	8,9	8,9	16,1
Grasa %	6,9	1,8	3,9	3,9	6,4
Fibra %	4,2	2,3	2,0	2,0	1,9

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

REPO-CARRASCO (1988), cita que el contenido proteico es alto y su composición en aminoácidos esenciales es bien balanceada. En lo que se refiere a los minerales, los Amaranthus tienen especialmente altos contenidos de sodio y de calcio.

El principal carbohidrato contenido en el grano de la kiwicha es el almidón, el cual representa el 62 – 69% del total de carbohidratos. Las características del almidón de los Amaranthus son distintas de las del trigo; el almidón del trigo (20%). Así la capacidad del amaranthus para hincharse cuando se mezcla con agua es mucho más baja que la del trigo.

La composición de los aminoácidos de la kiwicha es bastante balanceada. En el caso de la lisina por ejemplo existe en proporción mayor que en el caso del trigo.

AVILA y ALVARES. (1989), mencionan que el contenido de proteínas en la diferentes entradas de “millmi” fluctúa entre 12,5 y 18% con una media de 14,4%. Estos valores colocan al cultivo del “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”, algunos cereales y leguminosas:

Especie	Proteína (%)	Metionina	Lisina
Millmi ( <i>A caudatus</i> )	14,1	3,34	6,37
Trigo ( <i>Taestivum</i> )	12,2	2,54	3,31
Maíz ( <i>Z mays</i> )	9,5	2,50	2,67
Frijol ( <i>P vulgaris</i> )	22,1	1,06	7,21
Tarwi ( <i>L mutabilis</i> )	31,2	1,13	5,29

## 1.8 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y DE SUELO

SUMAR (1993), cita que la achita exige un clima cálido a relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Los mayores éxitos en el cultivo de la kiwicha se han logrado en el valle interandino de Colca – Urubamba (Cuzco), que se ubica entre los 2 800 y 3 000 m.s.n.m., realizando la siembra en octubre, mas en el que la temperatura del suelo fluctúa entre los 16 y 18°C. Las precipitaciones pluviales oscilan entre 350 mm a 650 mm repartidas entre diciembre y marzo, por lo que se requiere de riegos suplementarios durante la preparación del suelo,



emergencia y crecimiento inicial. La humedad relativa oscila entre 65 y 80%, presentándose un período seco en el que la humedad relativa desciende a 55% en mayo y junio, meses en los que se realiza la cosecha.

**1.8.1 Temperatura.-** La achita es una planta de clima cálido y las heladas que se presentan fuera de temporada daña gravemente al cultivo, sí éste se encuentra germinando o en estado de plántula, por lo que la siembra en los valles interandinos debe efectuarse a partir del mes de octubre, cuando la presencia de helada es ya improbable.

La temperatura del suelo, óptima para la germinación de la kiwicha es de alrededor de 18°C. Durante el crecimiento, la temperatura óptima durante el día esta entre los 18 y 20°C. Temperaturas por debajo de los 18°C, interfieren en el adecuado desarrollo de la planta.

**1.8.2 Régimen de lluvia y humedad ambiental.-** Para el cultivo de la kiwicha en terrenos se aprovechan las lluvias como fuente natural de agua, aunque en muchas ocasiones es necesario complementar con riego. El cultivo bajo riego ya es una práctica común en algunas zonas de la costa peruana durante el verano y se realiza por surcos o por aspersión. En la irrigación de Majes, en Arequipa, se han logrado altas producciones de kiwicha empleando el riego por aspersión.

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

La condición ideal de humedad de suelo para la germinación de la kiwicha esta dada por el estado de capacidad de campo. La cantidad de agua durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 30 mm. La cantidad óptima de lluvia es de 750 mm, la máxima es de 1100 mm.

Para obtener una elevada proporción de autopolinización es indispensable contar con baja humedad atmosférica y ausencia de lluvia. Sin embargo, para la óptima formación de los granos, es ideal que las lluvias aumenten de intensidad, y que cesen totalmente para la maduración y cosecha.

Después de la maduración las lluvias pueden producir algunos daños en el grano, cuya integridad depende de la cantidad de lluvia,

humedad del aire y temperatura. Si por largos períodos el tiempo es húmedo, se desarrollarán hongos y algas que pueden deteriorar el grano.

**1.8.3 Respuesta al fotoperiodo.-** la achita es una especie propia de zonas con días cortos. Usualmente florece y forma frutos cuando la longitud del día está entre las 10 y 11 horas. La achita no prospera al norte del trópico de cáncer, ni al sur del trópico de capricornio

**1.8.4 Suelo.-** Para asegurar el óptimo crecimiento de la achita el suelo debe cumplir con las siguientes exigencias:

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

La achita crece satisfactoriamente sobre suelos con un amplio margen de pH. Como otros cultivos, este puede producir los mejores rendimientos con márgenes de pH entre 6,20 y 7,80, debido a que en estas condiciones algunos factores del suelo que inciden en la producción están cerca de lo óptimo.

Sin embargo, la achita creció satisfactoriamente y se obtuvieron buenos rendimientos con niveles de pH de 5.50 a 8.40. Cuando el pH del suelo está por debajo de 6.00, los campos se deben encalar para aumentar

la capacidad de asimilación de los nutrientes y mejorar los rendimientos. La aplicación de yeso para reducir el pH resultó generalmente antieconómica.

Puede ser necesario el incremento de fósforo para proveer un adecuado nivel del mismo en suelos con un pH por encima de 7.30.

Nuestros mejores cultivos de kiwicha crecen en áreas donde el pH es neutro o moderadamente alcalino, en el rango de 7.00 a 8.00.

Consideramos a la kiwicha un cultivo con cierta tolerancia y el crecimiento temprano únicamente.

## **1.9 ASPECTOS DEL MANEJO DEL CULTIVO**

SUMAR (1993), menciona que para asegurar el óptimo crecimiento y tener éxito en el cultivo de la achita es importante tener en cuenta los siguientes aspectos.

### **1.9.1 Preparación del Suelo para la Siembra**

- a. Labranza Tradicional.-** Se efectúa empelando bueyes y el arado de madera, con reja de hierro y se cruza el terreno dos veces, habiendo regado previamente el suelo y labrarse en condiciones óptimas de humedad. Finalmente, se desmenuzan los terrones grandes empleando herramientas apropiadas y luego se retiran del campo los restos vegetales.

- b. Labranza Mecánica.-** Es común dar al suelo dos araduras cruzadas empleando el artado de vertedera o de discos y a continuación pasar la rastra, también cruzando el suelo.
- c. Labranza Mínima.-** En muchas regiones del Perú y especialmente en aquellas ubicadas en la “ceja” de selva, no se prepara el terreno antes de la siembra. En estos lugares se retira del suelo los restos de vegetación y se procede a abrir hoyos pequeños, empleando una vara de madera con la punta aguzada; en estos hoyos se deposita una pizca de semilla de kiwicha y se revuelve la semilla dentro del hoyo. Las condiciones favorables de humedad y temperatura provocan una germinación y crecimiento veloz de la achita que compite fácilmente con las malezas.

### **1.9.2 Siembra y/o Trasplante**

La achita puede multiplicarse según varios procedimientos, los dos principales son:

- La siembra directa.
- El trasplante.

Cualquiera que sea el modo de multiplicación adoptado, la fecha de la siembra y/o trasplante puede determinar la duración del periodo vegetativo y el rendimiento, según las condiciones térmicas y la cantidad de luz que prevalezca

durante la evolución de la planta. Todo esto considerando invariables las otras condiciones, como cantidad de agua, fertilización y labores culturales.

**a. Siembra Directa.-** Es evidente que la siembra directa es mucho más fácil y rápida que el trasplante y requiere menos trabajo. Sin embargo la cantidad de semilla que se utiliza es considerablemente mayor, y la lucha contra las malas hierbas adquiere más importancia que en el caso del trasplante.

- **Siembra directa en suelos de secano.-** La siembra directa e suelos de secano se ha recomendado con buenos resultados en aquellos valles interandinos que se ubican entre 1800 a 2600 m.s.n.m. y donde se presentan precipitaciones pluviales entre 400 y 700 mm, distribuidos regularmente entre los meses de diciembre y marzo.

En estos casos la siembra se ejecuta dentro de líneas o surcos separados entre 75 y 80 cm, depositando la semilla “chorro” continuo en el fondo del surco, previamente abierto con yunta de bueyes o con una surcadora con tractor. La cantidad de semilla necesaria varia entre 8 y 10 kilos por ha; para colocar la semilla en el fondo del surco se utiliza el “tubo sembrador”, para luego tajarla con una ligera capa de tierra y obtener una densidad de 20 a 40 plantas por metro lineal.

- **Siembra directa por surcos en terrenos con riego.-** En los valles interandinos ubicados entre los 2600 y 3200 m.s.n.m. la temperatura del

medio es menor que en los valles más bajos, por lo que es necesario adelantar la siembra al período comprendido entre el 15 de setiembre y el 15 de octubre; como en tales meses la precipitación pluvial es escasa e insuficiente para lograr una germinación uniforme, se tiene que recurrir al riego. Con este objeto es imprescindible que los surcos sean trazados a nivel para luego poderlos regar con gran cantidad de agua. Para realizar la siembra, los surcos irrigados deben de orearse lo suficiente como para permitir el tránsito de operarios, quienes empleando un pico, deben abrir un pequeño surco en la costilla del mismo, en la cual se deposita la semilla contenida en el “tubo sembrador”, procediendo a tapar la semilla con una ligera capa de tierra.

- **Siembra directa con sembradora tirada por tractor.**- En terrenos que disponen de sistema de riego por aspersión, o en zonas donde la precipitación no menor a 80 mm está regularmente distribuida durante el ciclo vegetativo, puede emplearse una sembradora para cereales.

La separación entre hileras debe regularse de 22 a 25 cm y se utilizarán de 26 a 28 kilos de semilla por ha. La sembradora se regulará para depositar la semilla entre 0,5 y 1,0 cm de profundidad.

El agricultor debe tener en cuenta que la temperatura del suelo más adecuada para la germinación, sin tropiezos es de 18 °C.

**b. Trasplante.-** Si bien demanda mayor número de jornales y tiempo, es una solución para reducir el tiempo de ocupación del terreno y lograr éxito rotundo en el control de malezas. El trasplante tiene dos fases esenciales:

- Crecimiento de las plantas en almácigo.
- Trasplante de las plantas al campo definitivo.

Los almácigos contruidos en alto relieve son los más prácticos; de un metro de ancho generalmente, por el largo necesario, dejando un camino entre las “tablas” para poder acceder a todo almácigo y proporcionarle los cuidados necesarios. Sembrar en hileras separadas por unos 12 cm de distancia y ubicadas en forma transversal a las camas; estos pequeños surcos o hileras, donde se deposita la semilla a chorro continuo, deben tener una profundidad máxima de 1 cm, empleándose de 12 a 15 gramos de semilla por metro cuadrado de almácigo; la atención y cuidados del almácigo deben realizarse en la forma acostumbrada en los almácigos de hortalizas, otorgando preferente atención al riego, control de malezas y fertilización.

Las plantas están listas para su trasplante al campo a las 4 a 6 semanas después de la siembra en los almácigos, según las condiciones del piso ecológico donde se realiza el cultivo. En una hectárea de kiwicha trasplantada, con surcos a 80 cm entre sí y a 10 cm entre plantas, se



requiere aproximadamente 300 gramos de semilla y, por consiguiente, debe prepararse de 20 a 25 metros cuadrados de almácigo.

- c. **Preparación de la Semilla.-** Para la siembra se debe utilizar semilla sana, limpia y de un elevado poder germinativo. Por lo que se sugiere a los agricultores que decidan cultivar achita, utilizar preferentemente la semilla certificada que ofrecen los semilleristas.
  
- d. **Época de Siembra.-** La etapa más crítica de la achita comprende desde la germinación hasta el momento en que las plántulas alcanzan una altura de 20 cm, luego el cultivo es muy rustico y puede soportar largos periodos de sequía en mejores condiciones que otros cultivos. En los valles interandinos por debajo de los 2600 m.s.n.m. la siembra puede postergarse hasta fines del mes de diciembre en que, por lo general, las precipitaciones pluviales son regulares.

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

- e. **Profundidad de Siembra.-** La semilla debe colocarse casi superficialmente (0,5 a 1.0 cm de profundidad), cubriéndose con una ligera

capa de tierra empleando el rastrillo o con un manojo de ramas con espinos gruesos, que se arrastran por el suelo tapando la semilla, de preferencia ramas de “Tankar” (*Berberis comutata*).

- f. **Densidad de Siembra.**- Para el caso de la siembra manual en surcos a 80 cm entre si, se recomienda colocar de 8 a 10 kg de semilla/ha, utilizando el “tubo sembrador”, si bien ésta es una densidad alta de semilla, hay que considerar que muchas de las plántulas mueren por diversos factores, y durante el aporque, es normal que se entresaquen aquellas plantas débiles, o mal formadas, para dejar en la hilera un promedio de 40 plantas por metro lineal. Cuando la siembra es mecanizada, utilizando sembradoras para trigo, se recomienda el empleo de 26 a 28 kg/ha, regulando la distancia entre las hileras de 22 a 25 cm.

**1.9.3 Fertilización.**- Un cultivo de achita que produzca 3000 kilos de granos por hectárea requiere las siguientes: 12 kg de nitrógeno, 80 kg de fósforo. 80 kg de potasio, 20 kg de calcio, 16 kg de magnesio y 12 kg de azufre.

#### **1.9.4 Cosecha, Almacenamiento y Comercialización**

- a. **Cosecha Manual y Mecanizada.**- Normalmente, la planta de kiwicha no seca como lo hacen otras plantas, los granos ya están maduros pero la planta no seca, de allí la necesidad de cortarla. Este corte debe ser hecho en las primeras horas y hasta medio día, por mantenerse húmeda por el rocío y es más resistente al desgrane natural y al producido por los

movimientos bruscos del corte. Luego del corte, las plantas se deben colocar en pequeños montículos o gavillas, hasta comprobar que la panoja ha secado. Seguidamente, se deben trasladar las plantas hasta el lugar donde se encuentra la trilladora; para evitar el desperdicio del grano que cae durante el manejo de las plantas cortadas es aconsejable extender lonas de cultivo y también debajo de la trilladora.

Una gran parte de la achita para grano se trilla con las plantas en pie mediante el uso de cosechadoras combinadas, lo que permite cosechar el grano con una humedad cercana al 20%. Sin embargo, debe ser secado inmediatamente después de la cosecha para evitar el enmohecimiento de los granos. Cuando el grano de achita alcanza la madurez, el peso seco, la calidad del grano y el rendimiento del cultivo están en su nivel máximo, después del cual todos ellos empiezan a decrecer. Por esta razón, la cosecha temprana es clave para lograr los mejores beneficios.

- b. Almacenamiento de la Cosecha.-** El grano de achita puede ser almacenado con toda seguridad cuando su contenido de humedad es de 11% a 13%. Si la aireación es apropiada, se le puede almacenar en forma igualmente segura, con una humedad de 15%. Se recomienda el almacenamiento del grano de la achita en envases de polipropileno, con una cubierta interior de polietileno de una capacidad de 50 kg, ubicándose sobre entramados de madera, en locales que ofrezcan una adecuada ventilación.

- c. Comercialización.-** La comercialización del grano de achita está variando; debido a que se modifican las pautas de utilización en el mercado interno, y en el externo se produce demanda de un grano de buena calidad. Con la reciente tendencia de apertura a los mercados extranjeros, es de prever un incremento considerable de la actual área bajo cultivo.

### **1.10 FERTILIZACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA**

IBÁÑEZ y AGUIRRE (1 983), dice que con la fertilización se obtiene los siguientes objetivos:

- Máxima calidad del producto.
- Reducción al mínimo de los costos de producción.
- Obtención del máximo beneficio por unidad de fertilizante utilizado.
- Máximo beneficio económico y de la explotación en su conjunto.
- Máxima precocidad del cultivo.

VOISIN (1979), afirma que “El abono es un instrumento maravilloso cuando se aplica bien, pero es un grave peligro si se utiliza mal”. Se debe saber cómo debemos aplicar los abonos minerales para que, al tiempo que aumente el rendimiento de sus cosechas, no deterioren la fertilidad del suelo, como también para no disminuir en la calidad de los productos agrícolas, con el riesgo de dañar la salud de animales y el hombre.

## **Importancia del Nitrógeno**

DEVLIN (1970), dice que el papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de la molécula proteica. Además el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como la purina, pirimidinas, porfirinas y coenzimas. Las purinas y pirimidinas se encuentran en los ácidos nucleicos ARN y ADN esenciales para la síntesis de proteínas. El anillo de poririna se encuentra en compuesto tan importante, desde el punto de vista metabólico como las clorofilas y las enzimas del grupo citocromos, esenciales para la fotosíntesis y la respiración. Las coenzimas son indispensables para el funcionamiento de muchas enzimas.

DAVELOUIS (1991), considera que es el elemento más importante porque se pierde más rápidamente en el suelo, es el más móvil de todos, es el que determina el rendimiento de las cosechas y cuando se agrega al suelo como fertilizante, es el que produce mayor respuesta en el incremento de los rendimientos.

GROS (1981), indica que el nivel de abonado es el que determina el rendimiento, hay que aportar a cada cultivo la máxima cantidad posible de nitrógeno, teniendo en cuenta las características físicas del suelo, del clima y de la variedad cultivada.

## **Importancia del Fósforo**

BEINGOLEA (1977), cita los siguientes objetivos con relación del fósforo en las plantas, y son los siguientes:

- El fósforo estimula el crecimiento radicular, lo que implica que ejerce un efecto especial sobre aquél que no actúa en las partes de las plantas.
- Interviene en el metabolismo vegetal, en el cual el fósforo desempeña un papel directo como transportador de energía. El transportador más importante es el adenosin trifosfato (ATP).
- Participa en el fenómeno de fotosíntesis.
- El fosfato tiene efecto sobre la incidencia de enfermedades en las plantas, principalmente las provocadas por hongos.

DELVIN (1970), informa que el fosfato se encuentra en las plantas formando parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, de las coenzimas NAD y NADP, lo que es especialmente importante, como parte integral del ATP, pero éstos se consideran menos importantes. En los tejidos meristemáticos, sede de un activo crecimiento se encuentran fuertes concentraciones de fósforo, que interviene allí en la síntesis de nucleoproteínas. Se cree que además de las proteínas, los fosfolípidos son importantes constituyentes de la membrana celular. Son importantes en los procesos vegetales como la fotosíntesis, glucólisis, respiración, síntesis de ácidos grasos, etc.

El fósforo es necesario para el crecimiento de las plántulas. Por lo tanto, el fósforo se aplica antes o al momento de la siembra. Favorece el crecimiento vigoroso de la planta.

### **Importancia del Potasio**

GROS (1981), menciona que la potasa realiza un papel importante como regulador de las funciones de la planta, en las que participa activamente, lo que explica su mayor concentración en los tejidos jóvenes y son:

- Interviene en la fotosíntesis favoreciendo la síntesis en la hoja de los glúcidos ó hidratos de carbono hasta su acumulación en ciertos órganos.
- La potasa interviene en la formación de los prótidos, lo que justifica la necesidad de una alimentación potásica conveniente para obtener una eficacia satisfactoria del abonado nitrogenado.
- Disminuye la transpiración de la planta, con la cual se obtiene una economía del agua en los tejidos. Asegura una mayor resistencia de la planta a la sequía, aprovechando al máximo el agua de riego.
- Al elevar el contenido de la savia en elementos minerales aumenta también la resistencia de la planta a las heladas.
- En combinación con el ácido fosfórico, la potasa favorece el desarrollo de las raíces y da mayor consistencia a los tejidos, asegurando así una mayor resistencia de los cereales al encamado.
- Independientemente de su acción sobre los rendimientos, la potasa constituye para la planta un elemento de equilibrio y de salud.

## **Rol de la Materia Orgánica**

BOHN (1993), señala que la materia orgánica del suelo consiste en organismos vivos, plantas secas y residuos de origen animal. En una unidad de masa, esta porción orgánica es la fracción químicamente más activa del suelo. Dicha porción almacena varios elementos esenciales, estimula la estructura adecuada del suelo, es una fuente con capacidad de intercambio de cationes y regula los cambios de pH, propicia también las relaciones convenientes entre el aire y el agua en los suelos y es un enorme depósito geoquímica de carbono.

## **Abonamiento Orgánico**

Con respecto al uso de estiércol como abono orgánico en la producción, LASKESA citado, por BONILLA (1987) refiere que el estiércol solo aminora la calidad y el poder de conservación, más es deseable como abono adicional. Frente a una sola aplicación de estiércol de establo el abono completo adicional elevó el rendimiento y la calidad. Especialmente después de un abonamiento con estiércol más fertilizante completo se observó un producto para una fermentación impecable.

BONILLA (1987) cita a DOMÍNGUEZ (1984) quien afirmó que la mayoría de los productos orgánicos tienen contenidos muy pequeños de elementos nutritivos que no obstante deben tenerse en cuenta, dado que la aplicación de estos productos al suelo se hace en cantidades bastante considerables, ya que su objetivo principal es mantener el contenido de materia orgánica del suelo.



ALVAREZ (1967), menciona que se puede abonar con guano de corral de la siguiente manera; después de surcar el distanciamiento adecuado, se echa el guano a lo largo de todo el surco abierto, y luego con el mismo arado o cajón surcador se vuelve a surcar el campo, pero esta vez partiendo los bordes o camellones por la mitad, de manera que el guano quede enterrado en el camellón entre los surcos de riego. Pero es mejor echar el guano de corral con bastante anticipación, si es posible echarlo en el sembrío anterior.

### **Uso del Estiércol**

CAMASCA (1994), refiere que el estiércol puede usarse en varias formas como estiércol fresco y descompuesto.

El estiércol descompuesto, siempre que se pueda, debe aplicarse. Este estiércol ha estado varias semanas o meses en un corral de animales o en un estercolero especialmente construido desde luego ya está seco y ya no va a fermentar.

El estiércol descompuesto es más uniforme y fácil de manipular, no causa quemaduras en las plantas tiernas, las semillas de malas hierbas son destruidas durante la fermentación, no causa pérdidas de nitrógeno por baja actividad microbiana.

El estiércol fresco provoca una menor pérdida de nutrientes por percolación, solubiliza muchos compuestos insolubles del suelo, incrementa la

flora microbiana del suelo y mejora la estructura de los suelos arcillosos. Este tipo de estiércol tiene las siguientes desventajas, puede quemar a las plantas tiernas porque se produce una fermentación con súbito incremento de la temperatura, el estiércol fresco trae consigo mucho nitrógeno amoniacal que va a ser utilizado por los microorganismos del suelo, esto puede ocasionar un déficit de nitrógeno, interfiere con la movilidad del agua, puesto que es un elemento grosero.

La cantidad de estiércol que debe usarse varía con el terreno. Puede variar entre 1 tn/ha para terrenos ricos en materia orgánica y de 30 a 40 tn/ha en terrenos pobres en materia orgánica.

Elementos nutritivos suministrados por una tonelada de estiércol (CAMASCA, 1994)

Clase de estiércol	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)
Equino	5.99	2.31	5.49
Vacuno	5.17	1.40	4.49
Porcino	4.49	3.04	4.22
Ovino	7.17	3.04	8.16
Gallina	9.80	7.44	4.63
Patos	5.17	1.30	4.44

### **Gallinaza.**

MURILLO, T (1996) reporta que se denomina gallinaza a la excreta de ave sola ó en mezcla con otros materiales, aunque también en el caso específico de excreta de pollo de engorde se le denomina pollinaza.

En Costa Rica, comercialmente, todo el pollo de engorde y los reproductores pesados son criados "en piso". Las ponedoras livianas crecen, durante la etapa de levante (hasta las 15-16 semanas), aproximadamente un 30% de ellas en jaula y el resto en piso, luego durante la etapa de producción aproximadamente un 80% son mantenidas en jaulas y el 20% restante en piso. Para aves criadas en piso los materiales de "cama" más comúnmente utilizados son el aserrín, viruta de madera y cascarilla arroz; para las aves criadas en jaula no se utiliza material de cama.

El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en piso usualmente se encuentra entre 15 a 25%. Durante la época seca tiende a disminuir y se incrementa durante la época lluviosa. La humedad también es menor en galpones donde se utiliza el sistema de bebederos de niple y mayor cuando el sistema de bebederos es de campana ó canoas abiertas. Los techos en buenas condiciones impiden la entrada de agua a los galpones durante la época lluviosa, en consecuencia, la humedad de la gallinaza es menor. El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en jaula generalmente tiene valores mucho mayores que las de aves criadas en piso, pero pueden variar ampliamente de acuerdo al sistema de producción.

La cantidad de gallinaza tiende a ser menor en galpones de piso de concreto y mayor en los que tienen piso de tierra, esto por cuanto, el piso debe tener un nivel uniforme a fin de que las aves alcancen los comederos y bebederos. El suelo de galpones de piso de tierra por lo general es de nivel irregular y se nivela

aumentando el grosor de material de cama. Este hecho puede influir en la composición química, porque algo de tierra se recoge junto con la gallinaza cuando esta es retirada de los galpones.

### **Estiércol de Vacuno.**

Los estiércoles son los excrementos de los vacunos que resultan como desecho del proceso de digestión de los animales que estos consumen. Solo una pequeña parte de los alimentos que consumen los animales, es asimilada y aprovechada por su organismo, el resto (80%) contiene elementos nutritivos que son eliminados después de la digestión junto con el estiércol; por esta razón el estiércol tiene capacidad para enriquecer el suelo.

Las principales ventajas que se logran con la incorporación del estiércol es el aporte de nutrientes, incremento de la retención de humedad y mejora de la actividad biológica con lo cual se incrementa la productividad del suelo.

## **1.11 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA ACHITA**

### **1.11.1 Plagas**

FLORES y VILCA (1986), reportan que la achita cuenta con cuatro plagas foliares: “Mirador de Hojas” (Diptera: Anthony idea), “Esqueletizador y Pegador de Hojas” (Lepidóptera: Pyralidae) y “Perforador de Hojas” (Lepidóptera: Noctuidae, y Coleóptera: Chrysomelidae).

Como “Cortador de Pendúnculos de Inlorescencia” se presenta el *Gryllus assimilis* L. (Orthoptera: Gryllidae).

CISNEROS (1995), en su estudio halla la población insectil formado por Diabrotica sp, larva del pegador y esqueletizador de hojas (Haerpetogramma bipuntalis), Lygaeidos (Nysius simulans), curculionidos (Nonotrachelus sp), aphidos (Aphis sp) y un controlador biológico (Cycloneda sanguinea).

SUMAR (1993), menciona que el cultivo de achita para la producción de grano crece y se desarrolla, desde la siembra hasta la recolección, bajo los efectos de cierto factores que limitan su rendimiento. Entre éstos tienen importancia las enfermedades, las plagas insectiles, las malezas y el ataque de algunas aves.

### **1.11.2 Enfermedades**

Los patógenos que ocasionan la pudrición del tallo y la raíz son Sclerotinia aclerotiorum y Alternaria spp; también existe la presencia de un micoplasma que provoca filodia en las flores.

GONZÁLES y BRESSANI (1987), expresan que el problema principal ha sido la pudrición causada por Pythium spp lo que ocurre particularmente en suelos arcillosos pesados, con mal drenaje. Los cultivares del Perú no se han adaptado bien a las condiciones en la Inca Experimental de INCAP, y cuando la floración comienza las ataca en la base del tallo Sclerotium rolfsii. Esta enfermedad se caracteriza por una mancha oscura de naturaleza acuosa, que dobla la planta ocasionando pérdidas considerables. Los insectos de tierra tales como Lachonosterna arcuata inducen grandes pérdidas.

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

**Roya Blanca:** Es la más frecuente y ataca casi todos los cultivos, produce defoliación y presenta grandes pústulas con enrojecimiento que deterioran la clorofila. El agente causal es el hongo Albugo sp., para este hongo le favorece la alta humedad, la transmisión se realiza por el viento, causando daños en la planta adulta antes de la floración, permaneciendo infestado hasta el final del cultivo.

**Necrosis de nervaduras:** Los síntomas se presentan en el haz de las hojas son manchas necróticas, irregulares, grandes, marrón oscuro; es característico en el envés fuertes necrosis de nervaduras; cuando es avanzada la necrosis, aparecen zonas cloróticas alrededor de las manchas. Su transmisión es también por el viento, muchos más por agua de lluvia con presencia de vientos

**Mancha Pajiza Circular:** Esta enfermedad es esporádica dependiendo del clima y la presencia suficiente de inóculos; las manchas necróticas son redondeadas, pajizas y rodeadas por zona rojizo-morada. Las hojas del tercio medio de la planta son más atacadas. Los daños a la planta no son significativos, puesto que se manifiesta tolerancia durante el periodo corto de influencia.

**Necrosis Macrótica Foliar:** Es otra enfermedad esporádica y de menor intensidad en las hojas, que puede pasar desapercibida, pero permanentemente como potencial por la susceptibilidad por las plantas. Presentan necrosis

irregulares de color marrón y bordes poco definidos, ubicado por lo largo de las nervaduras secundarias, de mayor claridad por el haz y difusas en el envés, con algunas necrosis en nervaduras. Se observó al inicio de la inflorescencia. En la necrosis aparecen picnidios con conidios hialinos, unicelulares, grandes del genero Macrophoma.

**Fusariosis Foliar:** Esta enfermedad causa daños foliares bastante significativas en ciertas variedades que se muestran susceptibles. También depende de la presencia y cantidad de inóculo en el lugar del cultivo.

El diagnóstico indico el hongo Fusarium roseum cuyos micelios son abundantes en las hojas y brotes tiernos axilares afectados.

**Virosis:** Son poco frecuentes, pero desde que se amplió las superficies cultivadas e ingresaron muchos cultivares para prueba, la incidencia aumento al 5%.

Una de las virosis presenta un enanismo severo con mosaico generalizado; el tamaño de las plantas se reduce en un 80% y de panoja pequeña.

En otro caso, las plantas presentan poco enanismo y un mosaico errático, es decir, solo aparece en algunas hojas y al azar; esta Virosis se transmite por semilla y por tejidos infectados, se encuentran partículas virales isométricas de 30 mm.; la planta enferma alcanza a producir pocos granos, de los cuales solo algunas de ellos portan el virus.

**Alteraciones de tipo micoplasma:** La virescencia de la panoja ya es un síntoma frecuente en la variedad Oscar Blanco. La alteración se manifiesta cuando la planta ya tiene panoja formada, es decir, antes de la floración; la planta adulta no presenta otros síntomas, de modo que parecería una planta normal. El verdeamiento se va acentuando y la panoja se diferencia de los otros sanos por el color verde algo oscuro. Lo más significativo es que en esta panoja verde no se forma granos por la deformación.

BARRANTES y VILLANTOY (1995), en su estudio observaron lo siguiente:

	1991	1993
Mosaico común	74,5%	20 – 60%
Enanismo	17,0%	0,5%
Mosaico clorótico	7,4%	0,1%
Hoja blanca	0,0%	0,1%
Mosaico rugoso	1,1%	2,0%
Filodia	5,0%	10,0%

Los efectos fisiológicos más comprometidos son la reducción de la actividad fotosintética y la traslocación de sustancias reguladoras del crecimiento. La intensidad de acción de los patógenos ocasiona fallas en la floración y formación de granos, virescencia y filodia en la inflorescencia, fuerte enanismo, escasa o ninguna producción de granos. Sin embargo no se altera la germinación de las semillas bien conformadas ni se impide el crecimiento de las plántulas. Se tiene evidencia de que en una misma semilla están presentes dos o más patógenos haciéndose complicada la sintomatología. Algunas variedades de ataque (*Amaranthus hybridus*) parecen ser reservorios de algunos de estos patógenos, sobre todo en la Hoja Blanca y el Mosaico Clorótico.



## 1.12 RENDIMIENTO

NATYONAL ACADEMY PRESS (1984), informan que en Pensylvania las parcelas experimentales de las razas de amaranto para grano, están rindiendo notoriamente 1800 kg/ha. En California y otros lugares parcelas de ensayo han rendido casi el doble de la cantidad ante dicha y en cuatro localidades en la India, linajes seleccionados de las razas de tierras locales han rendido 3000 kg de semilla/ha.

SALIS (1985), manifiesta que los rendimientos de los ensayos efectuados por el F.I.P.S. oscilaron entre 650 y 2900 kg/ha en la campaña 83 - 84. Se puede lograr un promedio de 2000 kg/ha en suelos ricos en materia orgánica y complementados con una buena preparación del terreno.

AEDO (1989), obtuvo rendimientos que oscilaron entre 6328.88 y 3762.77 kg/ha en grano de achita. El cultivar Oscar Blanco con un rendimiento de 6288.88 kg/ha.

AVILÉS (1990), en su estudio de seis accesiones de achita obtuvo rendimientos que oscilan entre 3 122,91 a 1 393,75 kg/ha.

CACÑAHUARAY (1996), en su estudio de determinación de la época crítica de competencia de maleza en achita, halla rendimientos de 5,53 t/ha para un deshierbo continuo hasta la madurez fisiológica, seguido de 5,29 t/ha para un

deshierbo hasta la cuarta semana y contrariamente un rendimiento de 0,89 t/ha para un tratamiento sin deshierbo.

VELÁSQUEZ (1995), en un estudio de 12 colecciones de achita para sustitución parcial de harina de trigo, obtiene los mejores rendimientos de 3698 kg/ha y 3398 kg/ha para las entradas S39 – INIA y S55 – INIA respectivamente.

PALACIOS (1997), en un estudio preliminar sobre el efecto de la 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 de 1 m entre surcos y 10 cm entre plantas.

CAITUIRO (1984), en Cuzco encontró un nivel óptimo de 160 kg de nitrógeno/ha, logrando un rendimiento de 3 314,50 kg.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL ANDENES – INIA, Cuzco (1997), cita en su resumen presentado a la 1 Reunión del Sistema Nacional de Investigaciones y Transferencia de Tecnología Agraria – Región Inka, sus resultados y proyecciones en cuanto a aporte tecnológico con variedades desarrolladas de achita.

<b>Variedad</b>	<b>Rendimiento real hasta</b>
- Variedad Panoja Roja	2,50 t/ha
- Variedad Oscar Blanco	3,00 t/ha.

### 1.13 USOS DE LA ACHITA

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 el Callejos de Huaylas (Ancash), Paruro (Cusco), las semillas se colocan en un recipiente de barro fuertemente calentado; éstas revientan a manera de maíz (pop corn); 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.

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

Las hojas de ciertas variedades de achita presentan antocianinas, sustancias de color rojo púrpura, se usan tradicionalmente en la elaboración de tintes para fibras que se pueden emplear en la industria alimentaría por no ser tóxicas.

#### **Alimento:**

- Muy versátil en el arte culinario.
- Las **hojas** se consumen cocidas, añadiéndolas a las sopas.
- Los **tallos** han comenzado a usarse en la preparación de bebidas rehidratantes.

- Los **granos** o semillas sirven para la elaboración de un sinnúmero de platos alimenticios, tanto dulces como salados, cocidos o tostados, y también en forma de harina.
- La **semilla** se consume cocida con dulce, en forma tostada, en forma de harina tostada, etc.

#### **Medicinal:**

- Las **hojas** cocidas son utilizadas para inflamaciones de la vejiga, dolores reumáticos, y menstruación excesiva; e irritación de boca y garganta (en gárgaras).
- La cocción de las **raíces** es empleada contra la diarrea.
- La infusión obtenida de los **tallos** actúa como un efectivo laxante.
- El cocimiento de las **hojas** en gárgaras es útil contra la irritación de boca y garganta.

#### **Forraje:**

- Los residuos de la cosecha de la achita (tallos, hojas, etc.) se utilizan en la alimentación animal, por contener un alto porcentaje de proteínas, similar a la alfalfa, y mucho más alto que la paja de trigo y maíz

#### **Ornamental:**

- La achita es un cultivo de gran belleza por la variedad de sus colores, en algunos lugares es utilizado como una planta ornamental.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO**

##### **2.1.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Canaán Bajo INIA - Ayacucho, situado a 2 km al este de la ciudad, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho; a una altitud de 2720 m.s.n.m. cuyas coordenadas: 13° 08' 05'' Latitud Sur y de 74° 32' 00'' Longitud Oeste.

##### **2.1.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO**

En la campaña anterior de 2005 – 2006, se cultivó cebada con un abonamiento sintético, permaneciendo en descanso durante 2 meses hasta la instalación del experimento.

### 2.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El suelo del terreno experimental fue muestreado a una profundidad de 20 cm, tratando de obtener una muestra representativa, la que se llevó para su análisis físico – químico al Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua “Nicolas Roulet” del Programa de Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.S.C.H; cuyos resultados se indican en el Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1: Análisis Físico – Químico del suelo del terreno experimental**

#### CANAÁN – UNSCH

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Caracterización (Ibáñez y Aguirre 1983)
pH		6.7	Potenciometria	Ligeramente ácido
M.O	(%)	2.0	Walkley Black	Pobre
N-Total	(%)	0.09	Kjeldahl	Pobre
P-Disp	(ppm)	5.96	Bray-kurtz	Bajo
K-Disp	(ppm)	137.00	Fotometria	Alto
S-Disp	(ppm)	10.37	turbidimetrico	Bueno
Arena	(%)	25.59	Hidrómetro	— · —
Limo	(%)	19.20		— · —
Arcilla	(%)	55.20		— · —
Clase Textual				Franco - Arcilloso

**FUENTE:** Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua “Nicolas Roulet”

De los resultados, se interpreta que el pH es ligeramente ácido y está dentro del rango que cita SUMAR (1993), en el cual la achita crece satisfactoriamente y puede producir los mejores rendimientos con márgenes de pH entre 6.20 y 7.80, debido a que en estas condiciones algunos factores del suelo que inciden en la producción están cerca de lo óptimo. El contenido de materia orgánica es pobre;

pobre en el contenido de N – total, bajo en el contenido de P – disponible; alto en el contenido de K – disponible (IBÁÑEZ y AGUIRRE, 1983); pobre (4 – 10.4 ppm) en el contenido de S- disponible (PALOMINO, 1987) y la clase textural franco – arcilloso.

#### 2.1.4 ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

El análisis químico de los abonos orgánicos se realizó en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua “Nicolas Roulet” del Programa de Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la U.N.S.C.H. Cuyo resultado se muestran en el Cuadro 2.2

**Cuadro 2.2: Análisis químico de las fuentes de abono orgánico**

	Gallinaza	Estiércol de Vacuno
N total	1.90 %	1.44 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.56 %	0.59 %
K <sub>2</sub> O	2.76 %	0.27 %
Ca	10.1 %	1.98 %
Mg	3.26 %	0.58 %
pH	10.52	9.67

**FUENTE:** Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua “Nicolas Roulet”

#### 2.1.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS.

Los datos meteorológicos fueron tomados de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la UNSCH, ubicado en la ciudad Universitaria los Módulos, de la UNSCH. a una altitud de 2767 m.s.n.m.

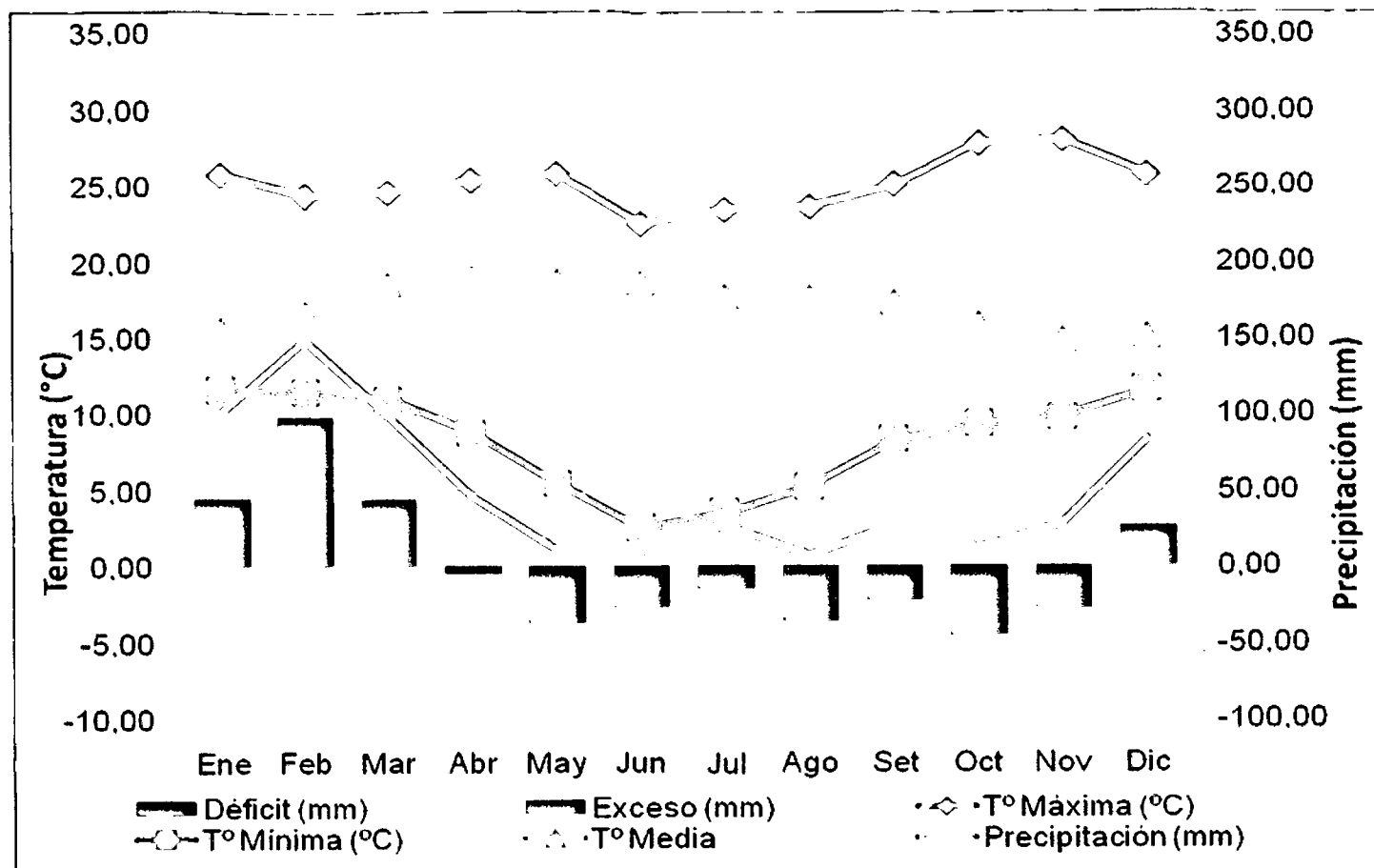
Los mismos fueron procesados utilizando la fórmula propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). Cuadro N° 2.3 donde se puede observar que durante los meses de agosto a diciembre época donde se realizó el desarrollo del presente trabajo de investigación, se tiene una precipitación de 158.1 mm., nivel según SUMAR (1993) está por debajo del requerimiento, pues el asevera que la achita requiere de 300 a 800 mm., de lluvia en todo el ciclo vegetativo; sin embargo cabe indicar que las deficiencias de agua fueron complementadas con riegos oportunos.



**Cuadro N° 2.3: Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2007, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco- Ayacucho.**

Departamento : Ayacucho                      Altitud : 2772 msnm  
 Provincia : Huamanga                      Latitud : 13°8' sur  
 Distrito : Ayacucho                      longitud : 74°3'06"

AÑO	2007												TOTAL	
MESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL	PROMEDIO
T max (°C)	25,80	24,30	24,60	25,40	25,90	22,50	23,40	23,60	25,10	27,80	28,10	25,80		25,27
T min (°C)	11,60	11,40	11,00	8,80	5,50	2,50	3,50	5,20	8,30	9,30	9,80	11,60		8,21
T med (°C)	18,70	17,85	17,80	17,10	15,70	12,50	13,45	14,40	16,70	18,55	18,95	18,70		16,70
Factor (ONERN)	4,96	4,64	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96		
ETP(mm)	92,75	82,82	88,29	82,08	77,87	60,00	66,71	71,42	80,16	92,01	90,96	92,75	977,82	
Precipitación (mm)	102,00	149,10	98,50	45,50	11,30	10,10	26,30	7,50	27,20	11,60	28,00	83,80	600,90	
ETP Ajustado(mm)	57,00	50,90	54,25	50,44	47,85	36,87	41,00	43,89	49,26	56,54	55,90	57,00		
H suelo(mm)	45,00	98,20	44,25	-4,94	-36,55	-26,77	-14,70	-36,39	-22,06	-44,94	-27,90	26,80		
Déficit (mm)				-4,94	-36,55	-26,77	-14,70	-36,39	-22,06	-44,94	-27,09			
Exceso (mm)	45,00	98,20	44,25									26,80		



**Figura N° 2.1: Temperaturas Máxima, Media, Mínima, Precipitación y Balance Hídrico.**

## 2.2 MATERIAL GENETICO

El material genético estuvo conformado de 3 cultivares de achita, procedentes del Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estos cultivares son:

### CULTIVARES

#### - CCA – 012

- Rendimiento potencial = 3500 – 4000 kg/ha
- Tipo de panoja = Erecta compacta
- Color inflorescencia = Rosado
- Color grano = Amarillo claro

#### - CCA – 051

- Rendimiento potencial = 4000 – 4500 kg/ha
- Tipo de panoja = Erecta compacta
- Color inflorescencia = Rosado
- Color grano = Amarillo claro

#### - PICA

- Rendimiento potencial = 3500 kg/ha
- Tipo de panoja = Erecta compacta
- Color inflorescencia = Rosado oscuro
- Color grano = Rosado

## 2.3 FACTORES EN ESTUDIO.

### • FUENTES

- Gallinaza  $f_1$
- Estiércol de vacuno  $f_2$
- Fertilización Química  $f_3$

### • NIVELES

	$n_0$	$n_1$	$n_2$	$n_3$
Gallinaza (kg/ha)	0	600	1200	1800
Estiércol vacuno (t/ha)	0	5	10	15
Fertilización Químico	0-0-0	40-40-20	80-80-40	120-120-60

### • CULTIVARES

- CCA - 012  $c_1$
- CCA - 051  $c_2$
- PICA  $c_3$

### 2.3.1 TRATAMIENTOS

Los 12 tratamientos en estudio estuvieron conformados por los niveles y fuentes de abonamiento, de la siguiente manera:

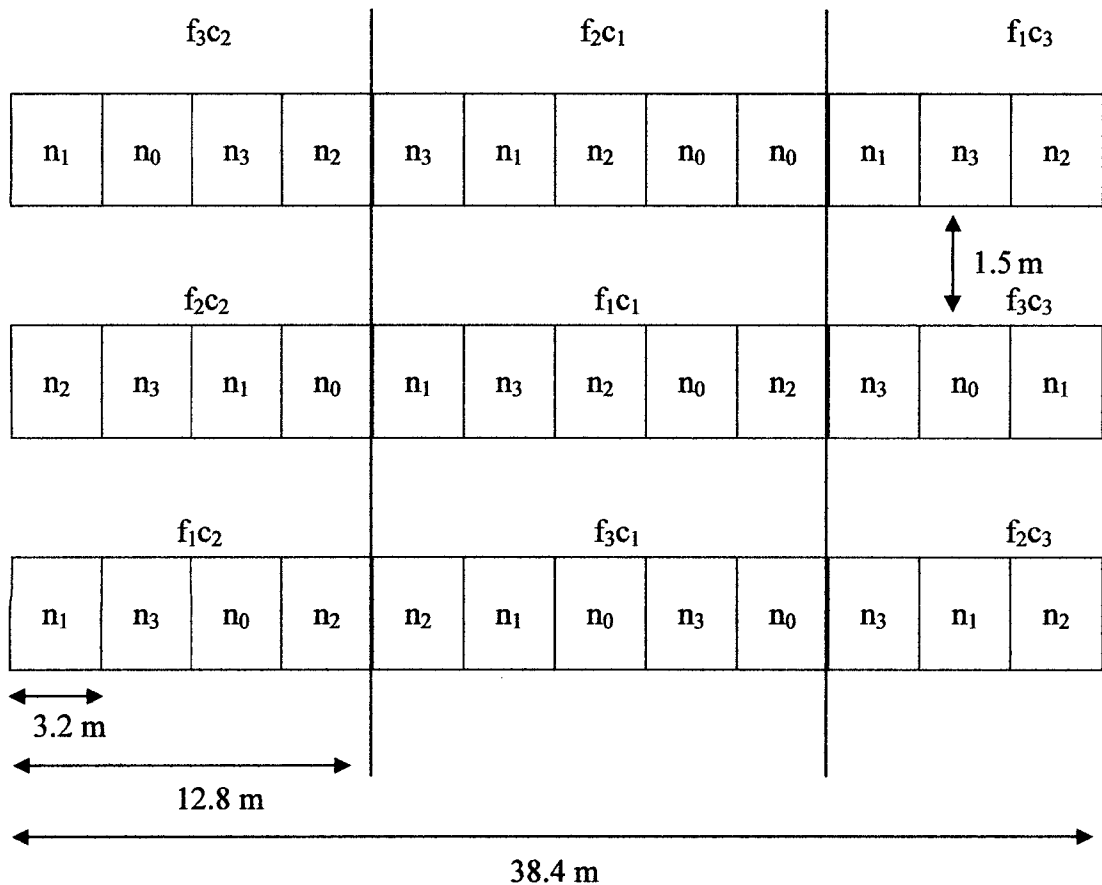
Tratamiento	Fuente de abonamiento (parcela)	Nivel codificado (sub parcela)	Gallinaza kg/ha	Estiércol vacuno tn/ha	Fórmula química
t <sub>01</sub>	Gallinaza	0	0	0	00-00-00
t <sub>02</sub>	Gallinaza	1	600	0	00-00-00
t <sub>03</sub>	Gallinaza	2	1200	0	00-00-00
t <sub>04</sub>	Gallinaza	3	1800	0	00-00-00
t <sub>05</sub>	Estiércol vacuno	0	0	0	00-00-00
t <sub>06</sub>	Estiércol vacuno	1	0	5	00-00-00
t <sub>07</sub>	Estiércol vacuno	2	0	10	00-00-00
t <sub>08</sub>	Estiércol vacuno	3	0	15	00-00-00
t <sub>09</sub>	Químico	0	0	0	00-00-00
t <sub>10</sub>	Químico	1	0	0	40-40-20
t <sub>11</sub>	Químico	2	0	0	80-80-40
t <sub>12</sub>	Químico	3	0	0	120-120-60

### 2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se instaló y condujo bajo el Diseño Experimental Cuadrado Latino 3 x 3, con arreglo factorial de 12 tratamientos del Diseño de Parcelas Divididas. Las 3 filas del Cuadrado Latino fueron asignadas a 3 franjas de terreno

perpendicular a su pendiente, las 3 columnas fueron asignadas a los tres cultivares de achita. Las 3 parcelas fueron asignadas a las 3 fuentes de abonamiento y las 4 subparcelas se asignaron a 4 niveles de abonamiento.

### Croquis Del Campo Experimental.

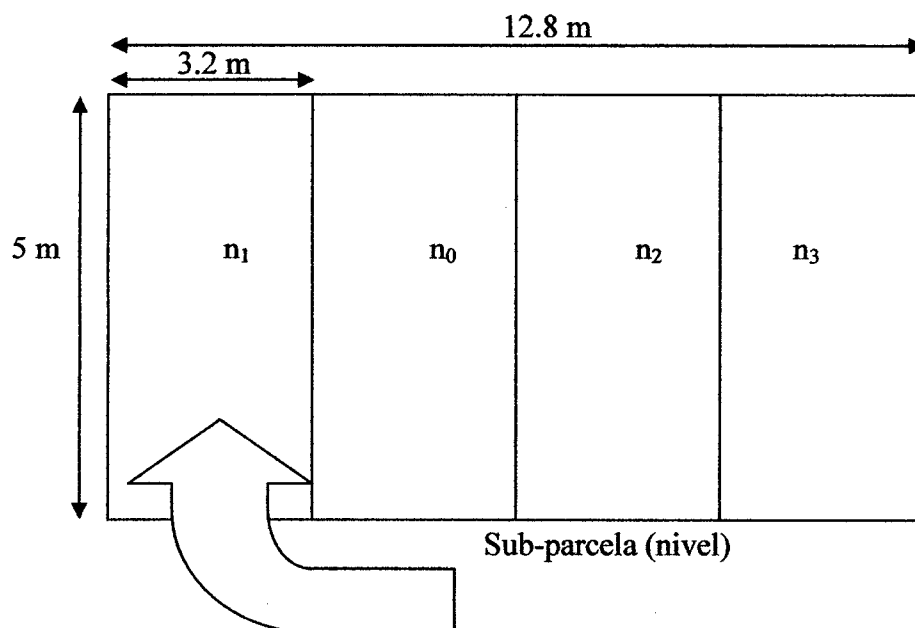


### 2.5 UNIDAD EXPERIMENTAL

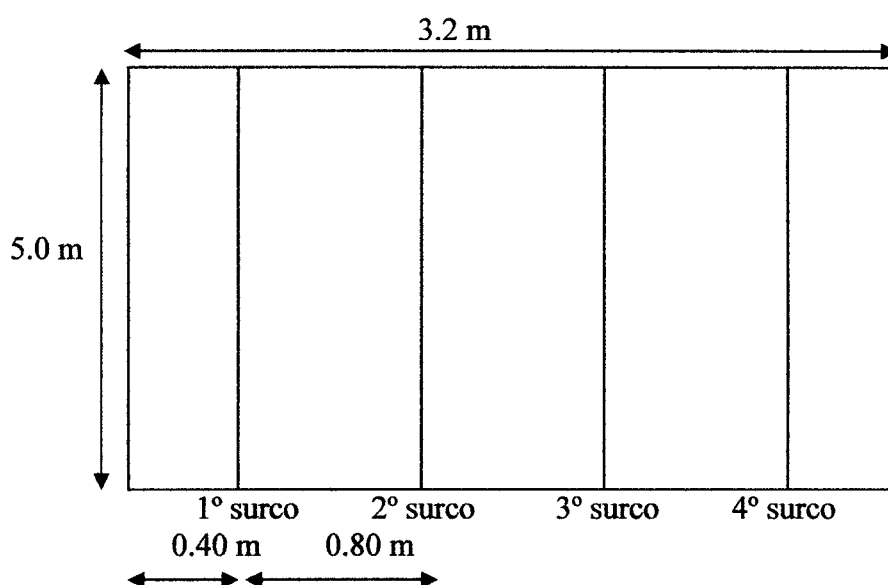
La unidad experimental estuvo conformada de una sub - parcela con plantas de achita, que recibieron algún nivel de abonamiento (n<sub>0</sub>, n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, n<sub>3</sub>), de cualquier fuente (gallinaza, estiércol de vacuno y sintético), sembradas en 4

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

### Parcelas (Fuente)



### Unidad experimental (Sub-parcela)



## 2.6 CAMPO EXPERIMENTAL

### a. Filas

- Número de filas 03
- Ancho de fila 5 m
- Largo de fila 38.4 m
- Área de fila 192 m<sup>2</sup>

### b. Calles

- Largo de calles 38.4m
- Ancho de las calles 1.5 m
- Número de calles 02
- Área de las calles 57.6 m

### c. Parcelas

- Número de parcelas por fila 03
- Ancho de la parcela 12.8 m
- Largo de la parcela 5 m
- Área de parcela 16 m<sup>2</sup>

### d. Sub parcelas

- Número de sub parcelas por parcela 04
- Número de surcos por sub parcela 04
- Distanciamiento entre surcos 0.80 m



- Distanciamiento entre plantas 5 cm – 7 cm
- Densidad de siembra 4 kg/ha
- Densidad de plantas 15 – 20 plantas/ml

**e. Área total del experimento**

- Área efectiva de las filas 576 m<sup>2</sup>
- Área total de las calles 115.2 m
- Área total del campo 691.2 m<sup>2</sup>

**2.7 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO**

El experimento se condujo agronómicamente, en base a las siguientes labores:

**a. Preparación del terreno**

La preparación de terreno se realizó el 24 y 25 de julio del 2007, con una pasada de arado de disco a una profundidad de 40 cm, luego se realizó el gradeo con rastra de disco para roturar los terrones que quedaron en el terreno, posteriormente se realizó el mullido y nivelado manual con el empleo de lampas y rastrillos.

**b. Estacado**

Se realizó el 26 de julio del 2007 de acuerdo al croquis del campo experimental, delimitando el terreno a sembrar, las calles y los canales de riego.

**c. Surcado**

Se realizó el 02 de agosto del 2007, a una distanciamiento de 0.80 m entre surcos, esta labor se realizó con tracción mecánica, de acuerdo al croquis del campo experimental.

**d. Aplicación de Abonamiento**

El abonamiento se realizó de acuerdo a los tratamientos y niveles establecidos, al fondo del surco y a chorro continuo y luego se cubrió con un aligera capa se suelo, para evitar el contacto directo con las semillas, previo a esta operación se realizó el pesaje de los fertilizantes orgánico y sintéticos, con un día de anticipación, de acuerdo a los tratamientos. Los abonos que se utilizó son: gallinaza, estiércol de vacuno y fertilizante sintético (urea agrícola, fosfato di-amónico y cloruro de potasio).

En caso de la urea se aplicó la mitad de la urea agrícola en el momento de la siembra, y la otra mitra mitad de la urea se aplicó en el momento del aporque.

**e. Siembra**

La siembra se efectuó el 03 de agosto del 2007, ésta labor se ejecutó dentro de los surcos, distribuyéndose la semilla a chorro continuo en el fondo del surco, de acuerdo a los tratamientos. Después de la siembra se procederá al tapado de las semillas.

**f. Riego**

El riego más importante, es el primer riego por que se tiene que tener mucho cuidado para evitar que el agua se lleve a las semillas, este primer riego se realizó el 04 de agosto del 2007.

Los riegos se realizaron de acuerdo a la necesidad del cultivo y al ciclo vegetativo de la planta. Las que se determinaron mediante observación directa en el campo, efectuándose semanalmente.

**g. Control de Plagas y Enfermedades**

Se realizó el primer control el 13 de agosto del 2007, al observar las primeras incidencias de las diabroticas y grillos, la que se controló utilizando Cypreklin25, 15ml/18 lt.

El segundo control de plagas se realizó el 22 de agosto del 2007, ya que el ataque de los cortadores era fuerte, se utilizó Cyperklin 25 15 ml/18 lt que es un insecticida agrícola, y Benlate 100 g/100 lt. contra la chupadera.

Aprovechando estas labores también se aplicó nutrientes foliares como: Bayfolan cuya riqueza es 11 – 8 – 6 de NPK, en una dosis de 10cc y Grow More cuya riqueza es 20 – 20 – 20 de NPK, en una dosis de 3 cucharadas/mochila.

#### **h. Control de Malezas**

El primer control de maleza se realizó el 11 de setiembre del 2007 con la labor denominado “raspado”, cuando las plántulas de achita alcanzaron una altura de 10 a 15 cm. El segundo control de malezas se realizó en el aporque.

#### **i. Desahije o entresaque**

Se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 15 – 20 cm de altura, a los 41 días después de la siembra (13 de setiembre del 2007) y dejando aproximadamente de 10 cm a 15cm entre plantas y de 15 a 20 plantas por metro lineal.

#### **j. Aporque**

Antes de realizar el aporque se aplicó el segundo abonamiento nitrogenado de acuerdo a los tratamientos establecidos. Esta labor cultural se realizó el 17 de setiembre del 2007, cuando la planta tuvo una altura promedio de 20 cm, a los 45 días después de la siembra, utilizando herramientas de labranza, con la finalidad de dar a la planta una buena estabilidad y evitar la pudrición radicular.

#### **k. Cosecha**

Es de gran importancia vigilar los detalles de la cosecha; porque normalmente la planta de achita no seca como lo hacen otras plantas. Esta labor se realizó el 05 de Diciembre del 2007 (entre 124 días después de la

siembra), en forma manual, previa verificación de la madurez de cosecha de todos los tratamientos.

## **2.8 CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD**

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

- **Altura de planta a la madurez fisiológica (cm)**

Se tomó la medida entre el cuello de la raíz y la base de la panoja principal.

- **Longitud de la panoja (cm)**

Se tomó la medida (en la madurez fisiológica) entre la base de la panoja y el extremo distal de la misma.

- **Diámetro de panoja (cm)**

Las 10 panojas seleccionadas se cosecharon por separado, las mismas que sirvieron para determinar el diámetro de la panoja (en la madurez de cosecha).

- **Peso de grano/panoja (g)**

Luego de la trilla de las panojas cosechadas por separado se registró el peso de grano por panoja.

- **Peso de 1000 semilla (g)**

Se tomaron 3 repeticiones del peso de 100 semillas por muestra, luego fué expresadas en peso de 1000 semillas.

- **Número de granos/panoja**

Se determinó en base al peso de 1000 semillas y peso de grano por panoja.

- **Rendimiento (kg/ha)**

El rendimiento se determinó cosechando las panojas de los dos surcos centrales eliminando un metro en cada extremo ( $4.8 \text{ m}^2$ ), y se registró el peso del grano trillado, esta medida se expresará en kg/ha.

## **2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico consistió en realizar análisis de variancia de acuerdo al diseño, así como las pruebas de comparación múltiple y análisis de correlación correspondiente.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Caracteres de planta y panoja**

El análisis de variancia para los caracteres de planta y panoja (altura de planta, longitud de panoja y diámetro de panoja) se presenta en el Cuadro 3.1; se determinó que existen influencias significativas de las fuentes de abono en la altura de planta, niveles de abonamiento en los tres caracteres señalados, y solamente en algunas de las interacciones entre fuentes de abonos y niveles de abonamiento. Los bajos coeficientes de variación (10.75 a 14.56) indican que las fuentes de variación ejercieron influencias marcadas en algunos parámetros, permitiendo una menor desviación de las medidas dentro de una misma variable.

**Cuadro 3.1 Cuadrados medios del análisis de variancia para caracteres de planta y panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

F de V	G L	Cuadrados medios		
		Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja
Fila	2	269.44	74.36	0.40
Cultivar	2	54.86	32.51	105.14
Fuente (F)	2	1867.36 *	28.73	25.95
Error a	2	34.03	46.65	9.28
Total Fuente	8			
Nivel (N)	3	675.00 **	135.92 **	47.26 *
F x N	6	297.92 *	131.29 **	14.30
Fuentes en Nivel 0	2	119.44	73.09	2.03
Fuentes en Nivel 1	2	158.33	58.84	1.26
Fuentes en Nivel 2	2	975.00 **	13.45	14.44
Fuentes en Nivel 3	2	1508.33 **	277.20 **	51.12 *
Niveles en Gallinaza	3	29.86	23.89	5.65
Niveles en Químico	3	955.56 **	362.07 **	54.11 *
Niveles en Vacuno	3	285.42	12.53	16.11
Error b	18	111.11	26.40	10.77
Sub Total	27			
Total	35			
Promedio		98.06	47.80	22.53
CV (%)		10.75	10.75	14.56

### 3.1.1. Altura de planta

A partir del Cuadro 3.2 se pueden indicar que la gallinaza no favoreció el mejoramiento de la altura de las plantas (81.6 cm – 88.3 cm), a diferencia del estiércol de vacuno que la mejoró ligeramente (91.6 cm – 115.0 cm); el mayor incremento de la altura se logró con el fertilizante sintético (90.0 cm – 126.6 cm)



**Cuadro 3.2 Altura de Planta (cm)**

	Gallinaza				Estiércol de Vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0 0	40 40 20	80 80 40	120 120 60
CCA-012	80	90	85	80	80	95	120	110	100	95	130	140
CCA-051	85	85	100	80	95	110	90	120	80	95	110	120
PICA	80	90	60	90	100	100	110	115	100	80	110	120
Altura promedio	81.7	88.3	81.7	88.3	91.7	101.7	106.7	115.0	93.3	90.0	116.7	126.7

**Cuadro 3.3 Prueba de diferencia límite de significación (0.05) para la altura de planta de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según fuentes y niveles de fertilización. Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

Fuente	Nivel codificado	Descripción	n	Altura de planta (cm)	
Testigo 1	0	Químico 00-00-00	3	93.33	a
Testigo 2	0	Vacuno 0	3	91.67	a
Testigo 3	0	Gallinaza 0	3	81.67	a
Vacuno	1	Vacuno 5	3	101.67	a
Químico	1	Químico 40-40-20	3	90.00	a
Gallinaza	1	Gallinaza 600	3	88.33	a
Químico	2	Químico 80-80-40	3	116.67	a
Vacuno	2	Vacuno 10	3	106.67	a
Gallinaza	2	Gallinaza 1200	3	81.67	b
Químico	3	Químico 120-120-60	3	126.67	a
Vacuno	3	Vacuno 15	3	115.00	a
Gallinaza	3	Gallinaza 1800	3	83.33	b
LSD (0.05)				18.08	

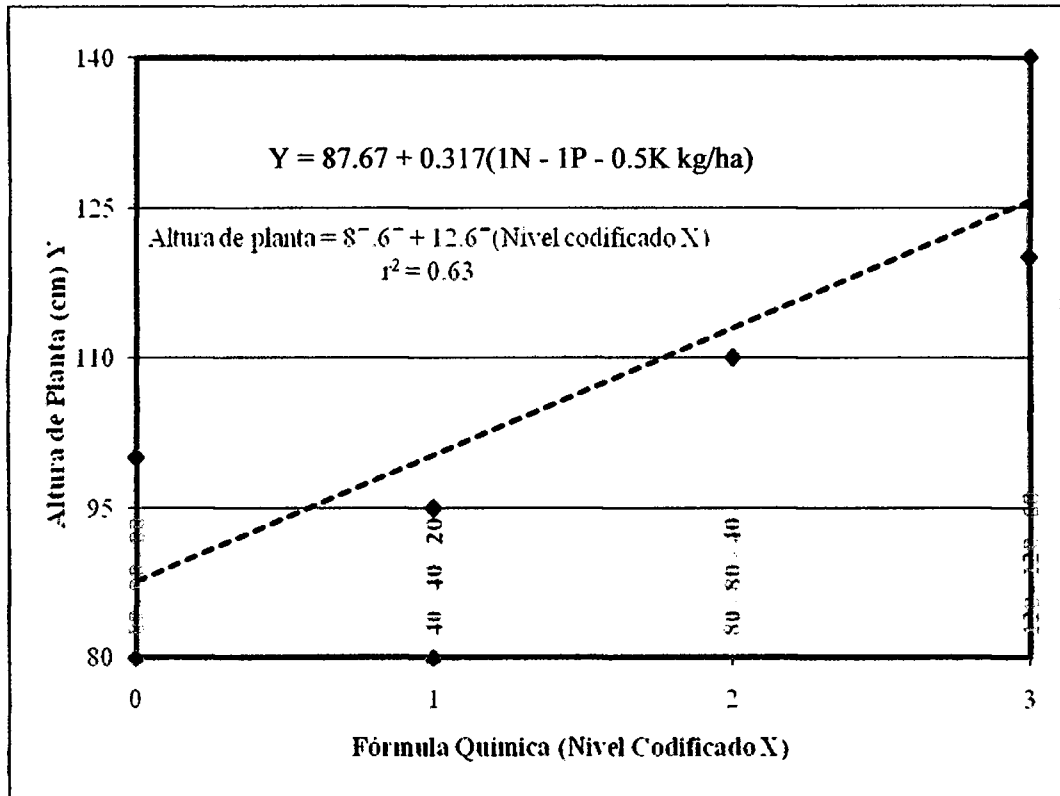
Cuando se comparó las fuentes y niveles de fertilización (Cuadro 3.3), no se encontró diferencias significativas entre las alturas de plantas obtenidas en los testigos; los niveles de fertilización (niveles codificados 1, 1, 1) tampoco se

diferencian en sus efectos sobre la altura de la planta. Cuando se incrementan los niveles de fertilización comienza a observarse su efecto sobre la altura de la planta, resultando mejores la fertilización sintética y con estiércol de vacuno en forma significativa (niveles codificados 2, 2, 2 y 3, 3, 3). Se determinó que el abonamiento químico con 80 – 80 – 40 de NPK y el abonamiento con 10 tn/ha de estiércol de vacuno ejercieron efectos similares en la altura de la planta; la misma tendencia se registró con el abonamiento químico 120 – 120 – 60 de NPK con una altura de planta de 126.67 cm y el abonamiento con 15 tn/ha de estiércol de vacuno con una altura de planta de 115.00 cm. Se concluye además que el incremento de la gallinaza no genera incremento de la altura de la planta, por el contrario parece tener un efecto contrario.

Para determinar el efecto cuantitativo del nivel de abonamiento químico (X), en la altura de planta (Y), se realizó el análisis de regresión (Cuadro 3.4); se determinó una relación lineal altamente significativa que se ajusta al modelo codificado  $Y = 87.67 + 12.67(X)$ , ó al modelo real  $Y = 87.67 + 0.317 (1N - 1P - 0.5K)$ , cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.1.

**Cuadro 3.4 Análisis de variancia de la regresión de la altura de planta sobre niveles codificados de fórmulas químicas. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Regresión	1	2406.67	2406.67	17.07 **
Error	10	1410.00	141.00	
Total	11	3816.67		



**Figura 3.1 Efecto del abonamiento sintético en la altura de la planta de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple, se concluye que por el incremento de una unidad de la fórmula básica 40 – 40 – 20 de NPK , es decir (1 – 1 – 0.5 kg/ha de NPK) se espera un incremento de 0.317 cm en la altura de planta.

LEÓN (1964) menciona que la achita alcanza una altura de planta hasta 2.60 m en suelos fértiles. Se han reportado alturas de planta de 1.59 a 1.66 m y 1.55 a 2.18 m (ZAMBRANO, 1982).

### 3.1.2. Longitud de panoja

A partir del cuadro 3.5 se puede indicar que la gallinaza y el estiércol de vacuno no favorecieron el mejoramiento de la longitud de la panoja (44.1 cm – 49.8 cm) y (45.9 cm – 50.6 cm) respectivamente; el mayor incremento en la longitud de la panoja se logró con la fertilización sintética (41.0 cm – 64.5 cm).

**Cuadro 3.5 Longitud Panoja (cm)**

	Gallinaza				Estiércol de Vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0 0	40 40 20	80 80 40	120 120 60
CCA-012	41.1	53.9	49.0	45.3	47.8	47.0	48.2	43.7	43.5	36.8	39.8	68.4
CCA-051	38.6	39.1	38.8	43.9	54.0	54.9	44.8	52.2	37.8	37.7	52.0	66.3
PICA	52.5	56.3	43.1	50.6	50.1	43.8	44.6	52.8	41.6	50.2	51.8	58.9
Longitud promedio	44.1	49.8	43.6	46.6	50.6	48.6	45.9	49.6	41.0	41.6	47.9	64.5

**Cuadro 3.6 Prueba de diferencia límite de significación (0.05) para la longitud de panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según fuentes y niveles de fertilización. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.**

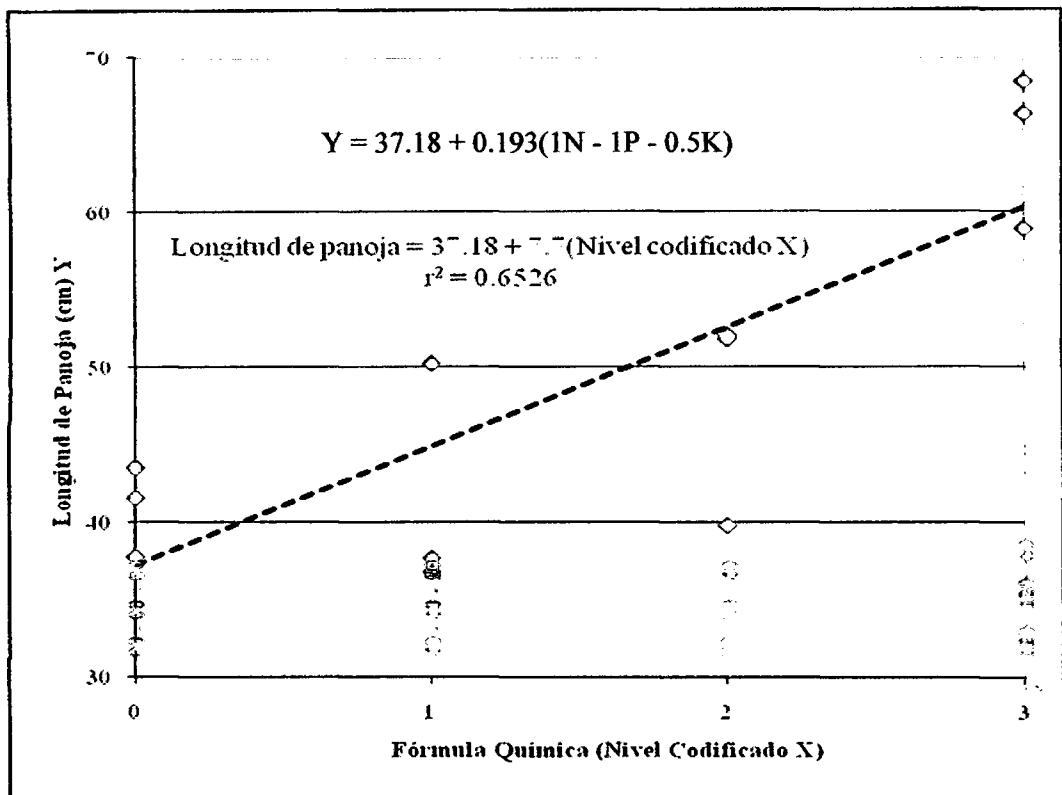
Fuente	Nivel codificado	Descripción	n	Longitud de panoja (cm)	
Testigo 2	0	Vacuno 0	3	50.63	a
Testigo 3	0	Gallinaza 0	3	44.07	a
Testigo 1	0	Químico 00-00-00	3	40.97	a
Gallinaza	1	Gallinaza 600	3	49.77	a
Vacuno	1	Vacuno 5	3	48.57	a
Químico	1	Químico 40-40-20	3	41.57	a
Químico	2	Químico 80-80-40	3	47.87	a
Vacuno	2	Vacuno 10	3	45.87	a
Gallinaza	2	Gallinaza 1200	3	43.63	a
Químico	3	Químico 120-120-60	3	64.53	a
Vacuno	3	Vacuno 15	3	49.57	b
Gallinaza	3	Gallinaza 1800	3	46.60	b

Cuando se comparó las fuentes y niveles de fertilización (Cuadro 3.6), no se encontró diferencias significativas entre las longitudes de las panojas obtenidas en los testigos; los niveles de fertilización (1, 1, 1 y 2, 2, 2) tampoco se diferencian en sus efectos sobre la longitud de las panojas. Cuando se incrementa los niveles de fertilización comienza a observarse su efecto sobre la longitud de las panojas, resultando mejor la fertilización sintética en forma significativa (niveles codificados 3, 3, 3). Se determinó que el abonamiento químico con 120 – 120 – 60 de NPK (64.53 cm) es superior al abonamiento con 15 tn/ha de estiércol de vacuno (49.57 cm) y al abonamiento con 1800 kg/ha de gallinaza (46.60 cm).

Para determinar el efecto cuantitativo del nivel de abonamiento químico (X), en la longitud de panoja (Y), se realizó el análisis de regresión (Cuadro 3.7), el mismo que señala una relación lineal altamente significativo que se ajusta al modelo codificado  $Y = 37.18 + 7.7X$ , o al modelo real  $Y = 37.18 + 0.193 (N - P - 0.5K)$ , cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.2.

**Cuadro 3.7 Análisis de variancia de la regresión de la longitud de panoja sobre niveles codificados de fórmulas químicas. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Regresión	1	889.35	889.35	18.79 **
Error	10	473.36	47.34	
Total	11	1362.71		



**Figura 3.2. Efecto del abonamiento sintético en la longitud de la panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple, se concluye que por el incremento de una unidad de la fórmula básica 40 – 40 – 20 de NPK, es decir (1 – 1 – 0.5 kg/ha de NPK) se espera un incremento de 0.193 cm en la longitud de la panoja.

Se puede decir que la longitud de las panojas en la achita se deben a los hábitos de crecimiento de la planta de achita y por ende de las panojas, es decir es de carácter varietal y la longitud final se ve influenciada por la

disponibilidad del agua en el suelo durante el crecimiento de las plantas y es fundamental la época de siembra.

Los valores obtenidos en promedio son similares a los hallados por AVILÉS (1990) que varían de 35 a 54.37 cm. mientras que los valores encontrados por AEDO (1989) están entre 85 y 54cm.

PAREJA (1992), en un estudio de esta especie, encontró un promedio de 78 cm. de longitud de la panoja principal.

### 3.1.3. Diámetro de panoja

A partir del cuadro 3.8 se puede indicar que la gallinaza no favoreció el mejoramiento del diámetro de la panoja (19.5 cm – 22.3 cm), a diferencia del estiércol de vacuno que la mejoró ligeramente (20.1 cm – 25.2 cm); el mayor incremento en la longitud de la panoja se logró con la fertilización sintética (21.1 cm – 30.1 cm).

**Cuadro 3.8 Diámetro de Panoja (cm)**

	Gallinaza				Estiércol de vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0 0	40 40 20	80 80 40	120 120 60
CCA-012	15.7	17.9	18.3	18.0	19.8	15.4	21.4	17.9	18.7	17.1	16.3	33.0
CCA-051	19.7	21.8	21.8	22.8	19.5	24.3	25.7	30.1	26.0	24.0	27.5	25.0
PICA	23.0	27.2	20.2	24.9	22.5	23.5	26.2	27.5	18.5	22.9	24.8	32.3
<b>Diámetro Promedio</b>	19.5	22.3	20.1	21.9	20.6	20.1	24.4	25.2	21.1	21.3	22.9	30.1

**Cuadro 3.9 Prueba de diferencia límite de significación (0.05) para el diámetro de las panojas de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según fuentes y niveles de fertilización. Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

Fuente	Nivel codificado	Descripción	n	Altura de planta (cm)	
Testigo 1	0	Químico 00-00-00	3	21.07	a
Testigo 2	0	Vacuno 0	3	20.60	a
Testigo 3	0	Gallinaza 0	3	19.47	a
Gallinaza	1	Gallinaza 600	3	22.30	a
Químico	1	Químico 40-40-20	3	21.33	a
Vacuno	1	Vacuno 5	3	21.07	a
Vacuno	2	Vacuno 10	3	24.43	a
Químico	2	Químico 80-80-40	3	22.87	a
Gallinaza	2	Gallinaza 1200	3	20.10	a
Químico	3	Químico 120-120-60	3	30.10	a
Vacuno	3	Vacuno 15	3	25.17	a b
Gallinaza	3	Gallinaza 1800	3	21.90	b
LSD				5.63	

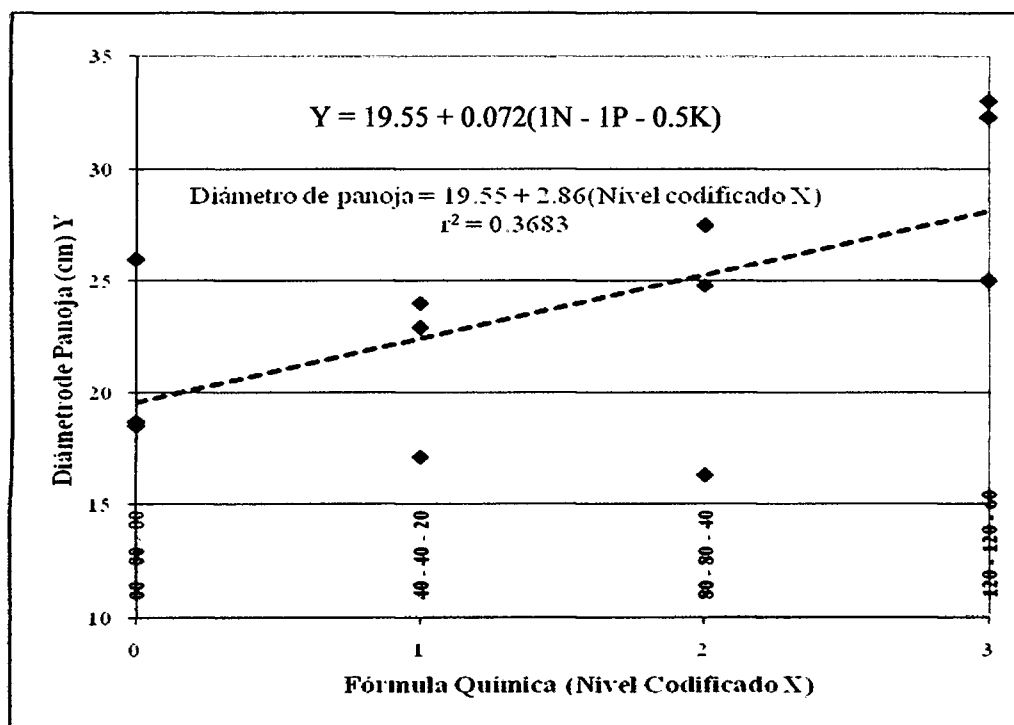
Cuando se comparó las fuentes y niveles de fertilización (Cuadro 3.9), no se encontró diferencias significativas entre los diámetros de las panojas obtenidas en los testigos; los niveles de fertilización (1, 1, 1 y 2, 2, 2) tampoco se diferencian en sus efectos sobre el diámetro de las panojas. Cuando se incrementa los niveles de fertilización comienza a observarse su efecto sobre el diámetro de la panoja, resultando mejores la fertilización sintética y el estiércol de vacuno en forma significativa (nivel codificado 3, 3, 3). Se determinó que el abonamiento químico con 120 – 120 – 60 de NPK (30.10 cm) y el abonamiento con 15 tn/ha de estiércol de vacuno (25.17 cm) ejercieron efectos casi similares en el diámetro de las panojas; se concluye además que el incremento de la gallinaza no genera incremento significativo en el diámetro de la panoja.



Para determinar el efecto cuantitativo del nivel de abonamiento químico (X), en el diámetro de las panojas (Y) se realizó su análisis de regresión (Cuadro 3.10), el mismo que señala una relación lineal altamente significativa que se ajusta al modelo codificado  $Y = 19.55 + 2.86(X)$ , ó al modelo real  $Y = 19.85 + 0.072(1N - 1P - 0.5K)$ , cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.3.

**Cuadro 3.10 Análisis de variancia de la regresión del diámetro de panoja sobre niveles codificados de fórmulas químicas. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Regresión	1	122.98	122.98	5.83 *
Error	10	210.95	21.09	
Total	11	333.93		



**Figura 3.3. Efecto del abonamiento sintético en el diámetro de las panojas de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple se concluye que por el incremento de una unidad de la formula básica 40 – 40 – 20 de NPK, es decir (1 – 1 – 0.5 kg/ha de NPK) se espera un incremento de 0.072 cm en el diámetro de panoja.

El diámetro de panoja se ve influenciado por la forma de la inflorescencia (glomeruladas y amarantiformes), también por la densidad de la inflorescencia (laxa, intermedia y compacta), los cuales son caracteres varietales, (SUMAR 1993).

Estos caracteres varietales interrelacionados con la disponibilidad de agua y la época de siembra, van a determinar el diámetro de panoja final.

### **3.2 Caracteres de grano**

El análisis de variancia para los caracteres de grano de achita (Peso de grano por panoja, Peso de 1000 semillas y Número de granos por panoja) se presenta en el Cuadro 3.11; se determinó que existen influencias significativas del cultivar en el peso de 1000 semillas, niveles de abonamiento en el peso de grano por panoja y N° de granos por panoja, y solamente en algunas de las interacciones entre fuentes de abonos y niveles de abonamiento. Los bajos coeficientes de variación (6.60 a 18.49) indican que las fuentes de variación ejercieron influencias marcadas en algunos parámetros, permitiendo una menor desviación de las medidas dentro de una misma variable.

**Cuadro 3.11 Cuadrados medios del análisis de variancia para caracteres del grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

F de V	G L	Cuadrados medios		
		Peso de grano por panoja	Peso de 1000 semillas	Nº de granos por panoja
Fila	2	0.10	0.0004	1.538
Cultivar	2	96.00	0.0381 *	55.582
Fuente (F)	2	269.98	0.0049	274.051
Error a	2	41.40	0.0010	53.561
<b>Total Fuente</b>	<b>8</b>			
Nivel (N)	3	273.99 *	0.0015	275.587 **
F x N	6	144.94 *	0.0012	145.172 *
Fuentes en Nivel 0	2	19.15	0.0009	20.404
Fuentes en Nivel 1	2	15.54	0.0009	7.716
Fuentes en Nivel 2	2	29.44	0.0037	21.622
Fuentes en Nivel 3	2	640.66 **	0.0032	659.825 **
Niveles en Gallinaza	3	36.65	0.0012	24.884
Niveles en Químico	3	492.51 **	0.0011	514.070 **
Niveles en Vacuno	3	34.71	0.0018	26.977
Error b	18	54.33	0.0038	53.906
<b>Sub Total</b>	<b>27</b>			
<b>Total</b>	<b>35</b>			

Promedio	18.16	0.93	19.15
CV (%)	18.49	6.60	17.40

### 3.2.1. Peso de grano por panoja

A partir del cuadro 3.12 se puede indicar que el abonamiento con gallinaza y con estiércol de vacuno no favoreció el mejoramiento del peso de grano por panoja (11.4 cm – 19.2 cm) y (14.7 cm – 21.7 cm) respectivamente; el mayor incremento en el peso de grano por panoja se logró con la fertilización sintética (16.3 cm – 42.6 cm).

**Cuadro 3.12 Peso del Grano por Panoja (g)**

	Gallinaza				Estiércol de vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0 0	40 40 20	80 80 40	120 120 60
CCA-012	9.76	14.33	12.84	10.56	12.02	7.79	15.26	11.35	11.13	8.25	9.89	58.28
CCA-051	7.40	15.15	13.79	14.55	11.68	22.08	16.15	24.04	24.46	19.16	22.80	32.22
PICA	17.02	28.22	10.39	18.34	21.34	14.31	13.74	29.79	13.18	21.86	23.07	37.38
Peso de grano Promedio	11.4	19.2	12.3	15.5	15.0	14.7	15.05	21.7	16.3	16.4	18.6	42.6

**Cuadro 3.13 Prueba de Diferencia Límite de Significación (0.05) para el peso de grano por panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según fuentes y niveles de fertilización. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

Fuente	Nivel codificado	Descripción	n	Peso de grano por panoja (g)
Testigo 1	0	Químico 00-00-00	3	16.26 a
Testigo 2	0	Vacuno 0	3	15.01 a
Testigo 3	0	Gallinaza 0	3	11.39 a
Gallinaza	1	Gallinaza 600	3	19.23 a
Químico	1	Químico 40-40-20	3	16.42 a
Vacuno	1	Vacuno 5	3	14.73 a
Químico	2	Químico 80-80-40	3	18.59 a
Vacuno	2	Vacuno 10	3	15.05 a
Gallinaza	2	Gallinaza 1200	3	12.34 a
Químico	3	Químico 120-120-60	3	42.63 a
Vacuno	3	Vacuno 15	3	21.73 b
Gallinaza	3	Gallinaza 1800	3	14.48 b
LSD				12.64

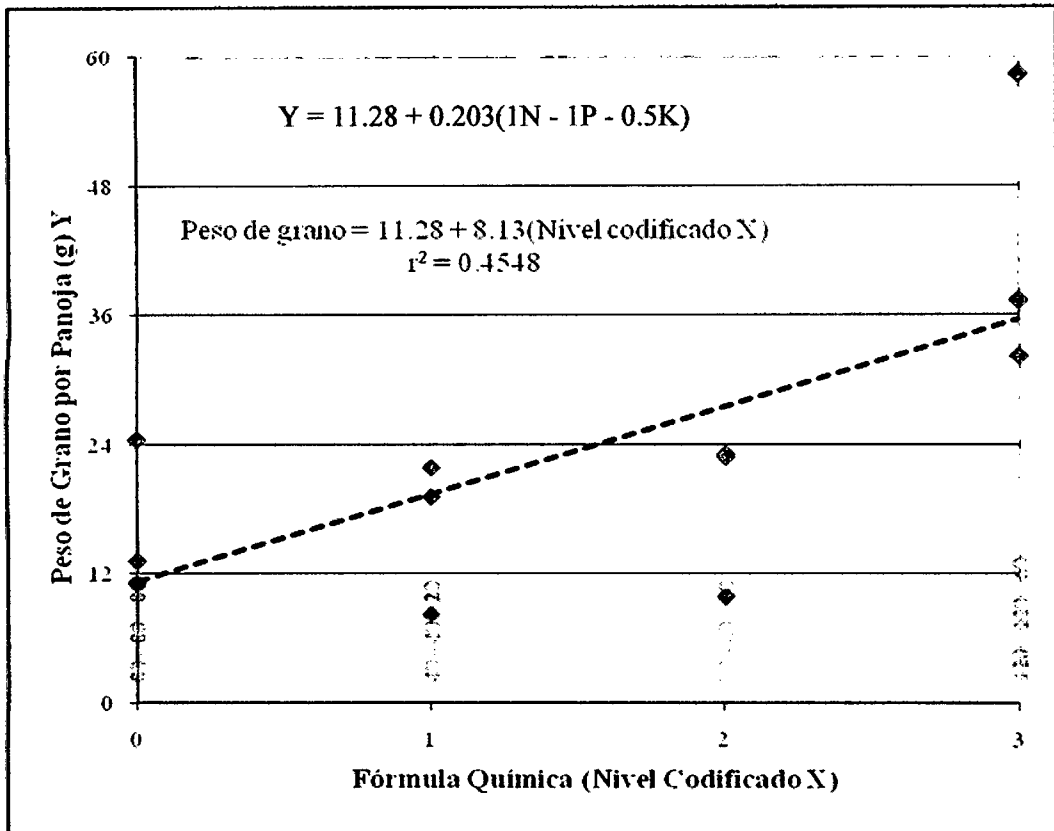
Cuando se comparó las fuentes y niveles de fertilización (Cuadro 3.13), no se encontró diferencias significativas entre los pesos de los granos por panojas obtenidas en los testigos; los niveles de fertilización (1, 1, 1 y 2, 2, 2) tampoco se

diferencian en sus efectos sobre el peso de los granos por panojas. Cuando se incrementa los niveles de fertilización comienza a observarse su efecto sobre el peso de los granos por panojas, resultando mejor la fertilización sintética en forma significativa (nivel codificado 3, 3, 3). Se determinó que el abonamiento químico con 120 – 120 – 60 de NPK (42.63 g) es superior al abonamiento con 15 tn/ha de estiércol de vacuno (21.73 g) y al abonamiento con 1800 kg/ha de gallinaza (14.48 g); se concluye además que el incremento de estiércol de vacuno y de la gallinaza no generan incrementos significativos del pesos de los granos por panojas.

Para determinar el efecto cuantitativo del nivel de abonamiento químico (X), en el peso de grano por panoja (Y), se realizó su análisis de regresión (Cuadro 3.14), se determinó una relación lineal altamente significativo que se ajusta al modelo codificado  $Y = 11.28 + 8.13(X)$ , o al modelo real  $Y = 11.28 + 0.203 (1N - 1P - 0.5K)$ , cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.4.

**Cuadro 3.14 Análisis de variancia de la regresión del peso de grano por panoja sobre niveles codificados de fórmulas químicas. Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Regresión	1	990.80	990.80	8.34 *
Error	10	1187.96	118.80	
Total	11	2178.77		



**Figura 3.4. Efecto del abonamiento sintético en el peso del grano por panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple, se concluye que por el incremento de una unidad de la fórmula básica 40 – 40 – 20 de NPK, es decir (1 – 1 – 0.5 kg/ha de NPK) se espera un incremento de 0.203 g en el diámetro de panoja.

PARIONA (1992) en su ensayo que realizó los resultados que obtuvo en el peso de grano por panoja fue de 23.88g a 49.96 g.

### 3.2.2. Peso de 1000 semillas

A partir del cuadro 3.15 se puede indicar que la gallinaza no favoreció el mejoramiento del peso de 1000 semillas (0.89 g – 0.93 g), a diferencia del estiércol de vacuno y de la fertilización sintética (0.91 g – 0.97 g) y (0.92 g – 0.97 g) respectivamente, que mejoraron ligeramente en el incremento del peso de 1000 semillas.

**Cuadro 3.15** Peso de 1000 semillas (g)

	Gallinaza				Estiércol de vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0 0	40 40 20	80 80 40	120 120 60
CCA-012	0.87	0.90	0.83	0.90	0.97	0.73	0.90	0.90	0.87	0.90	0.90	0.97
CCA-051	0.83	0.87	0.90	0.90	0.90	0.93	0.90	0.97	0.97	0.93	0.90	0.90
PICA	1.00	1.03	0.93	0.93	0.93	1.07	0.97	1.03	0.93	1.00	1.07	1.03
<b>Peso de 1000 Promedio</b>	0.90	0.93	0.89	0.91	0.93	0.91	0.92	0.97	0.92	0.94	0.96	0.97

**Cuadro 3.16** Prueba de Diferencia Límite de Significación (0.05) para el peso de 1000 semillas de tres cultivares de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.

Cultivar	n	Promedio (g)
PICA	12	0.9933 a
CCA - 051	12	0.9083 b
CCA - 012	12	0.8867 b

Cuando se comparó el peso de 1000 semillas en los tres cultivares (Cuadro 3.16), no se encontró una diferencia significativa en los cultivares CCA – 051 y CCA - 012, pero se encuentra una diferencia significativa en el cultivar PICA, que es superior a los dos anteriores, esto se debe a la característica del cultivar.

REPO-CARRASCO (1988), que según la clasificación de los agricultores de Ayacucho la variedad Oscar Blanco es almidón entonces se puede afirmar que la variación en el tamaño y por ende el peso de las semillas se debe al carácter varietal.

CALDERÓN (1989), en un ensayo realizado en la localidad de Wayllapampa, reporta un rendimiento alcanzado por el ecotipo blanco (E12) de 4700 kg/ha y su calidad expresada en el peso de 1000 semillas de 0.80 g. El peso de 1000 semillas encontrada por PARIONA (1992), con un promedio de 0.99 g. para la colección E2 y para la colección E5 con 0.89 g.

### **3.2.3. Número de granos por panoja**

A partir del cuadro 3.17 se puede indicar que la gallinaza no favoreció el mejoramiento del número de grano por panoja (10,623 – 19,083), a diferencia del estiércol de vacuno que la mejoró ligeramente (15,895 – 22,105); el mayor incremento en el número de granos por panoja se logró con la fertilización sintética (17,184 – 44,753).



**Cuadro 3.17 Número de Granos por Panoja.**

	Gallinaza				Estiércol de vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0 0	40 40 20	80 80 40	120 120 60
CCA-012	11,264	15,923	5,410	11,734	12,430	10,616	16,957	12,616	12,843	9,169	10,989	60,290
CCA-051	8.884	14,015	15,326	16,161	12,981	23,657	17,946	24,866	25,306	20,526	25,336	37,798
PICA	17,023	27,312	11,134	19,651	22,869	13,412	14,211	28,832	14,119	21,859	21,627	36,170
Nº de grano Promedio	12,390	19,083	10,623	15,849	16,093	15,895	16,371	22,105	17,422	17,184	19,317	44,753

**Cuadro 3.18 Prueba de Diferencia Límite de Significación (0.05) para el número de granos por panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según fuentes y niveles de fertilización. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

Fuente	Nivel codificado	Descripción	n	Número de granos por panoja	
Testigo 1	0	Químico 00-00-00	3	17.42	a
Testigo 2	0	Vacuno 0	3	16.09	a
Testigo 3	0	Gallinaza 0	3	12.39	a
Gallinaza	1	Gallinaza 600	3	19.08	a
Químico	1	Químico 40-40-20	3	17.18	a
Vacuno	1	Vacuno 5	3	15.90	a
Químico	2	Químico 80-80-40	3	19.32	a
Vacuno	2	Vacuno 10	3	16.37	a
Gallinaza	2	Gallinaza 1200	3	13.96	a
Químico	3	Químico 120-120-60	3	44.09	a
Vacuno	3	Vacuno 15	3	22.10	b
Gallinaza	3	Gallinaza 1800	3	15.85	b
LSD				12.60	

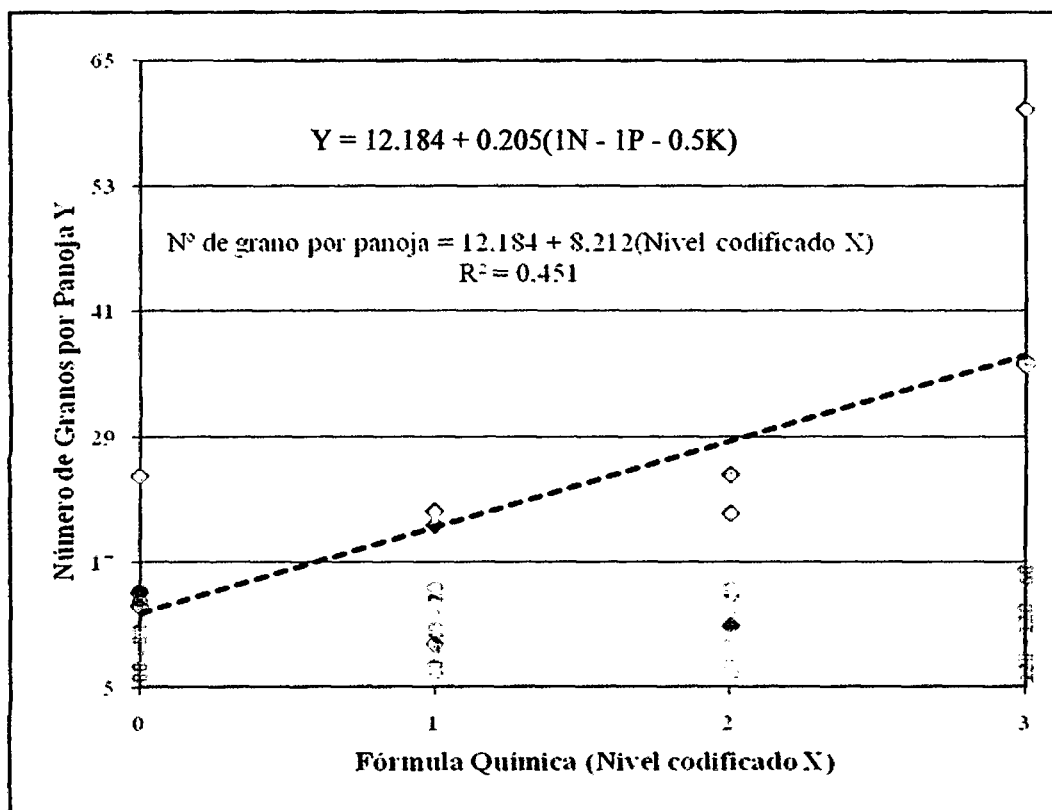
Cuando se comparó las fuentes y niveles de fertilización (Cuadro 3.18), no se encontró diferencias significativas entre el número de granos por panojas obtenidas en los testigos; los niveles de fertilización (1, 1, 1 y 2, 2, 2) tampoco se

diferencian en sus efectos sobre el número de granos por panojas. Cuando se incrementa los niveles de fertilización comienza a observarse su efecto sobre el número de granos por panojas, resultando mejor la fertilización sintética en forma significativa (nivel codificado 3, 3, 3). Se determinó que el abonamiento químico con 120 – 120 – 60 de NPK (44,09) es superior al abonamiento con 15 tn/ha de estiércol de vacuno (22,10) y al abonamiento con 1800 kg/ha de gallinaza (15,85); se concluye además que el incremento de estiércol de vacuno y de la gallinaza no generan incrementos significativos en el número de granos por panojas.

Para determinar el efecto cuantitativo del nivel de abonamiento químico (X), en el número de granos por panoja (Y), se realizó su análisis de regresión (Cuadro 3.19), se determinó una relación lineal altamente significativa que se ajusta al modelo codificado  $Y = 12.184 + 8.212(X)$ , o al modelo real  $Y = 12.184 + 0.205(1N - 1P - 0.5K)$ , cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.5.

**Cuadro 3.19 Análisis de variancia de la regresión del número de granos por panoja sobre niveles codificados de fórmulas químicas. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Regresión	1	1011.62	1011.62	8.25 *
Error	10	1226.75	122.67	
Total	11	2238.36		



**Figura 3.5. Efecto de la fórmula química en el número de granos por panoja de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple, se concluye que por el incremento de una unidad de la fórmula básica 40 – 40 – 20 de NPK, es decir (1 – 1 – 0.5 kg/ha de NPK) se espera un incremento de 0,205 en el número de granos por panoja.

### 3.3 Rendimiento de grano

A partir del cuadro 3.20 se puede indicar que la fertilización con gallinaza y con estiércol de vacuno no favorecieron el mejoramiento del rendimiento del grano de achita (0.703 tn/ha – 1.085 tn/ha) y (0.688 tn/ha – 1.070 tn/ha) respectivamente; el

mayor incremento en el rendimiento del grano de achita se logró con la fertilización sintética (0.813 tn/ha – 1.914 tn/ha).

**Cuadro 3.20 Rendimiento tn/ha.**

	Gallinaza				Estiércol de vacuno				Sintético			
	0 kg/ha	600 kg/ha	1200 kg/ha	1800 kg/ha	0 tn/ha	5 tn/ha	10 tn/ha	15 tn/ha	0 0	40 40	80 80	120 120
CCA-012	0.714	0.784	0.924	1.058	0.585	0.927	0.943	1.077	0.729	0.863	1.117	2.182
CCA-051	0.654	0.677	1.145	1.049	0.633	0.915	0.930	1.032	0.853	0.983	1.453	1.765
PICA	0.741	0.910	0.981	1.149	0.846	0.923	0.910	1.100	0.858	0.859	1.447	1.796
<b>Rendimiento Promedio</b>	0.703	0.790	1.017	1.085	0.688	0.922	0.928	1.070	0.813	0.902	1.339	1.914

**Cuadro 3.21 Análisis de variancia para el rendimiento de grano de achita**

*(Amaranthus caudatus L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.*

F de V	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado
Fila	2	0.0073	0.0037	2.00
Cultivar	2	0.0167	0.0084	4.55
Fuente (F)	2	0.9346	0.4674	254.89 **
Error a	2	0.0037	0.0019	
<b>Total Fuente</b>	<b>8</b>	<b>0.9623</b>		
Nivel (N)	3	1.9988	0.6665	42.82 **
F x N	6	0.8055	0.1342	8.63 **
Fuentes en Nivel 0	2	0.0281	0.0140	0.90
Fuentes en Nivel 1	2	0.0300	0.0150	0.97
Fuentes en Nivel 2	2	0.2810	0.1405	9.03 **
Fuentes en Nivel 3	2	1.4009	0.7003	45.02 **
Niveles en Gallinaza	3	0.2964	0.0989	6.35 **
Niveles en Químico	3	2.2831	0.7610	48.91 **
Niveles en Vacuno	3	0.2249	0.0750	4.82 *
Error b	18	0.2801	0.0155	
<b>Sub Total</b>	<b>27</b>	<b>3.0844</b>		
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>4.0467</b>		

Promedio	1.01
CV (%)	12.30

El Análisis de variancia, Cuadrados medios y F calculado, para el carácter de rendimiento de grano, se presenta en el Cuadro 3.21; se determino que existe influencia significativa en las fuentes y niveles de fertilización y en la interacción entre fuentes de abonos y niveles de abonamiento. El bajo coeficiente de variación (12.30) indican que las fuentes de variación ejercieron influencias marcadas en algunos parámetros, permitiendo una menor desviación de las medidas dentro de una misma variable.

**Cuadro 3.22 Prueba de Diferencia Límite de Significación (0.05) para el rendimiento de grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.) según fuentes y niveles de fertilización. Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

Fuente	Nivel codificado	Descripción	n	Rendimiento (tn/ha)	
Testigo 1	0	Químico 00-00-00	3	0.81	a
Testigo 2	0	Gallinaza 0	3	0.70	a
Testigo 3	0	Vacuno 0	3	0.69	a
Gallinaza	1	Vacuno 5	3	0.92	a
Químico	1	Químico 40-40-20	3	0.90	a
Vacuno	1	Gallinaza 600	3	0.79	a
Químico	2	Químico 80-80-40	3	1.34	a
Vacuno	2	Gallinaza 1200	3	1.02	b
Gallinaza	2	Vacuno 10	3	0.93	b
Químico	3	Químico 120-120-60	3	1.91	a
Vacuno	3	Gallinaza 1800	3	1.09	b
Gallinaza	3	Vacuno 15	3	1.07	b
LSD				0.21	

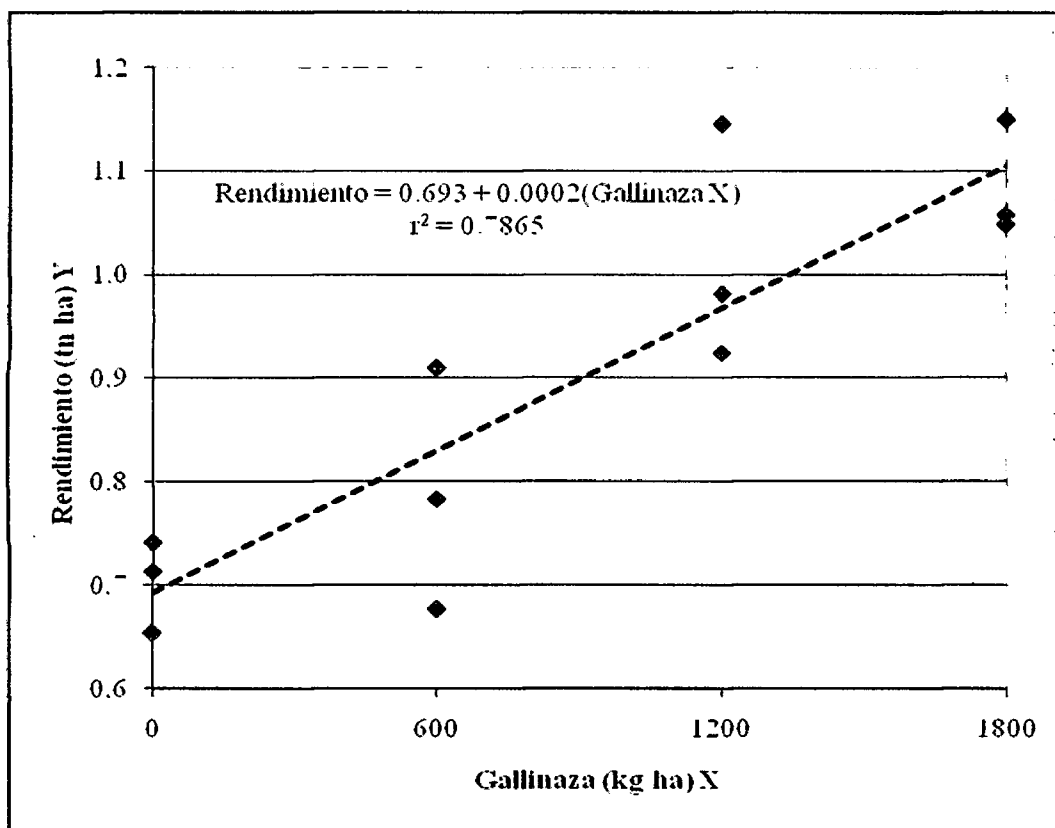
Cuando se comparó las fuentes y niveles de fertilización (Cuadro 3.22), no se encontró diferencias significativas en el rendimiento de grano obtenido en los testigos; los niveles de fertilización (nivel codificado 1, 1, 1) tampoco se

diferencian en sus efectos sobre el rendimiento de granos. Cuando se incrementa los niveles de fertilización comienza a observarse su efecto sobre el rendimiento de granos, resultando mejores la fertilización sintética en forma significativa (niveles codificados 2, 2, 2 y 3, 3, 3). Se determinó que el abonamiento sintético con 80 – 80 – 40 de NPK es superior al abonamiento con 1200 kg/ha de gallinaza y al abonamiento con 10 tn/ha de estiércol de vacuno; la misma tendencia se registro con el abonamiento sintético 120 – 120 – 60 de NPK (1.91 tn/ha); se concluye además que el incremento del estiércol de vacuno y de la gallinaza no generan incrementos significativos en el rendimiento de granos.

**Cuadro 3.23 Cuadrados medios del análisis de variancia de la regresión del rendimiento según fuentes de abonamiento. Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

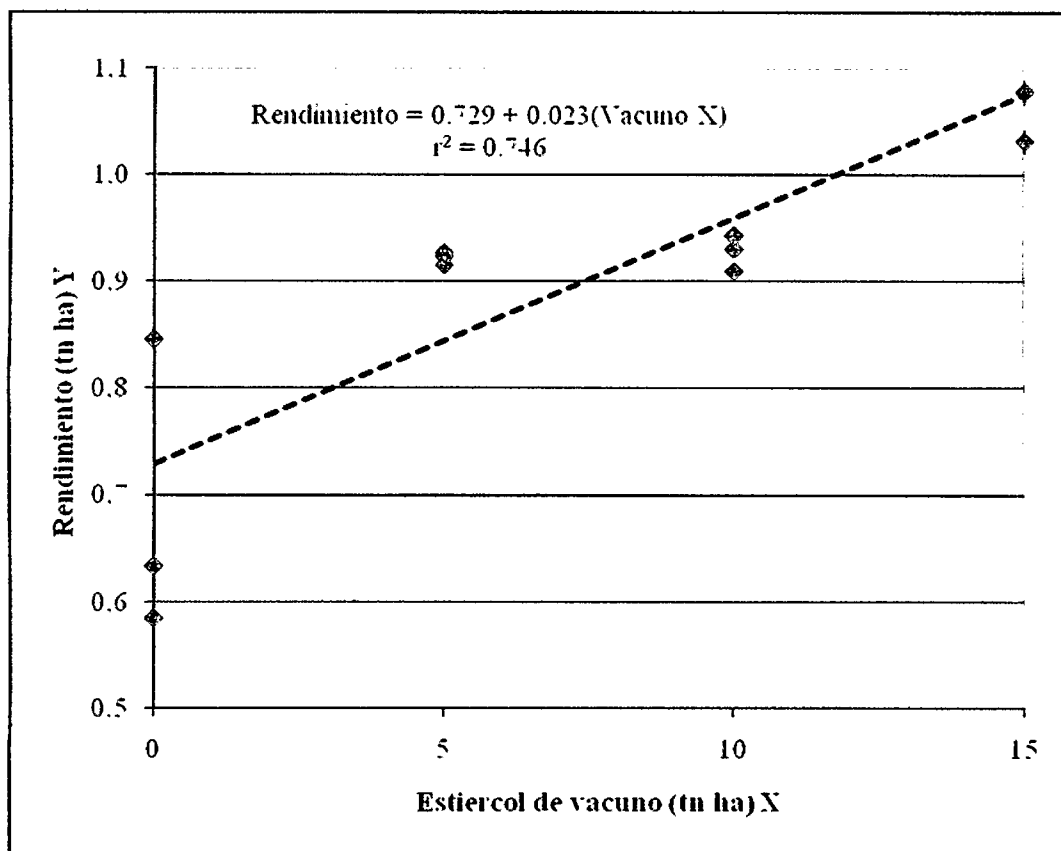
F de V	G L	Cuadrados medios		
		Gallinaza	Fórmula química	Estiércol de vacuno
Regresión	1	0.2829 **	2.0985 **	0.1987 **
Error	10	0.0077	0.0387	0.0067
Total	11			

El efecto lineal positivo de los niveles codificados de las fórmulas químicas es altamente significativo, vale señalar que cuando se aplica las fórmulas de abonamiento químico subyacentemente se está aplicando 00 kg (00 – 00 – 00), 100 kg (40 – 40 – 20), 200 kg (80 – 80 – 40) y 300 kg (120 – 120 – 60) que equivalen a los niveles codificados 0 1 2 3, este efecto significativo era de esperarse principalmente por el incremento de los tres nutrientes.



**Figura 3.6. Efecto del abonamiento con gallinaza en el rendimiento de grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

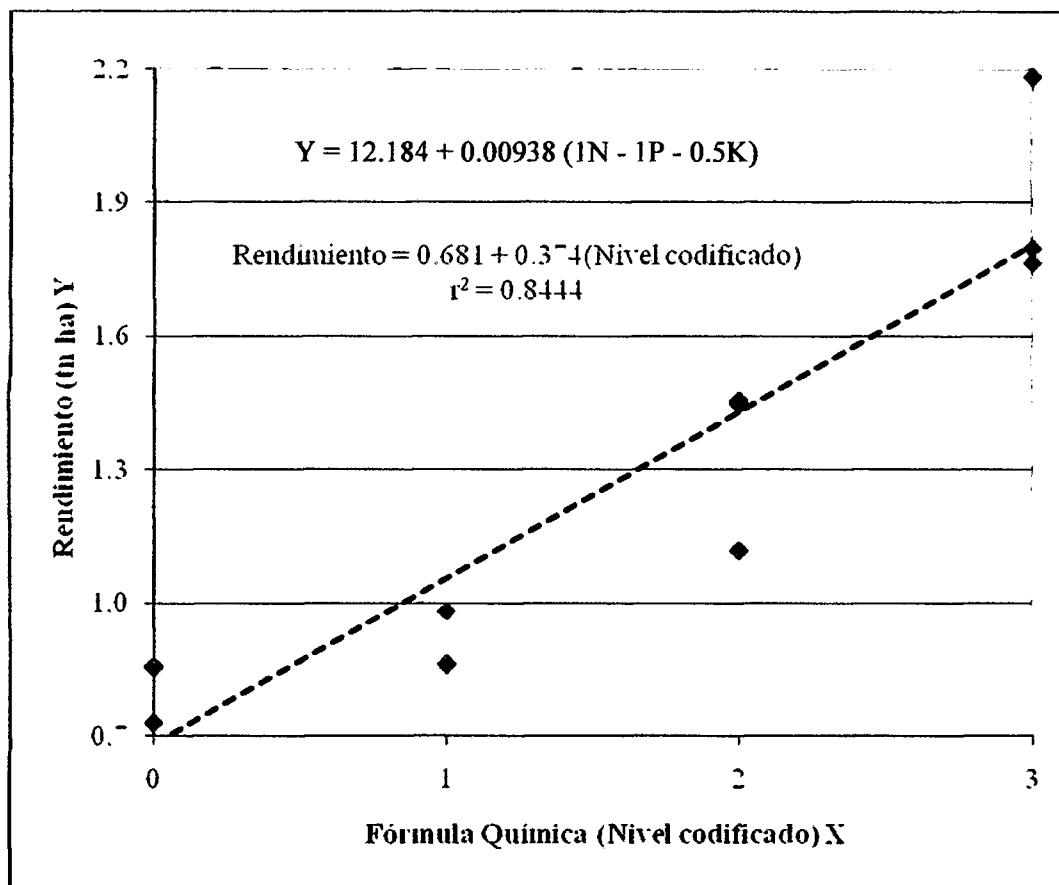
De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple mostrada en la Figura 3.6 el efecto significativo antes señalado, se concluye que por el incremento de 1 kg/ha de gallinaza, se espera un incremento en el rendimiento de grano de achita de 0.0002 tn/ha.



**Figura 3.7. Efecto del abonamiento con estiércol de vacuno en el rendimiento de grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple mostrada en la Figura 3.7 el efecto significativo antes señalado, se concluye que por el incremento de 1 kg/ha de estiércol de vacuno, se espera un incremento en el rendimiento de grano de achita de 0.023 tn/ha.



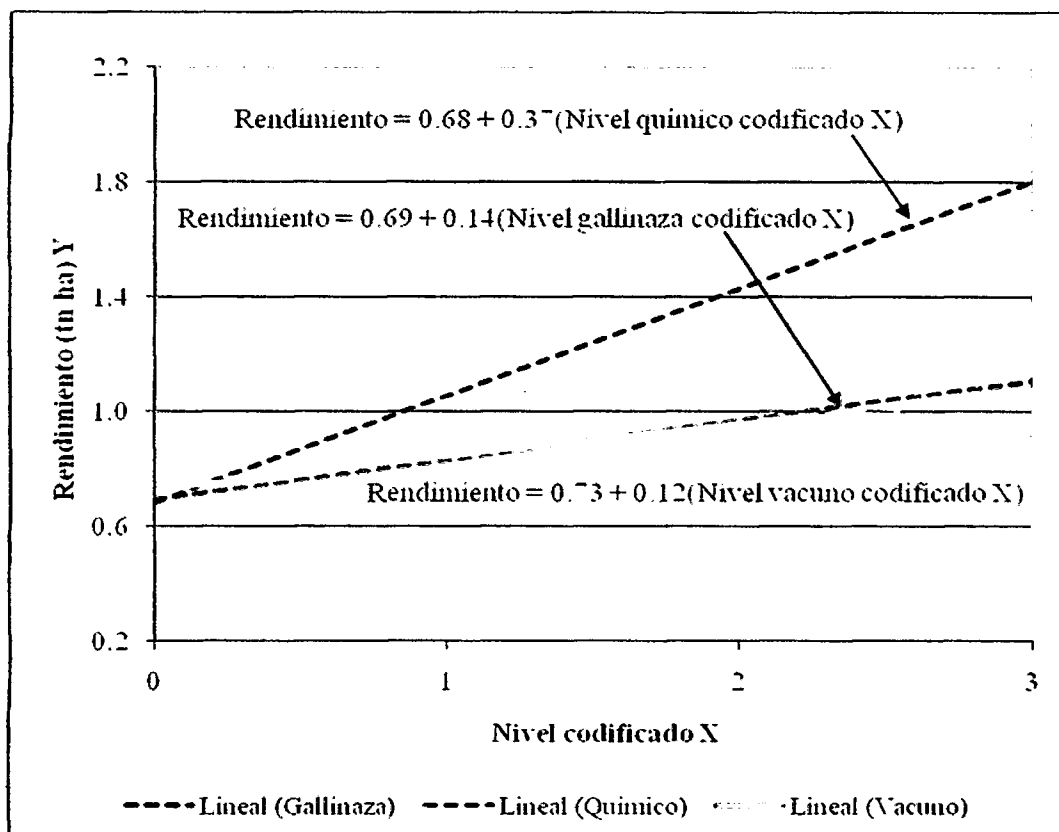


**Figura 3.8. Efecto del abonamiento químico en el rendimiento de grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm, Ayacucho.**

De acuerdo a la información calculada mediante regresión simple mostrada en la figura 3.8 el efecto significativo antes señalado, se concluye que por el incremento de 1 – 1 – 0.5 kg/ha de NPK se espera un incremento en el rendimiento de grano de achita de 0.00938 tn/ha.

CARBAJAL (1987), reporta un rendimiento que varía de 1.244 kg/ha a 3.682 kg/ha, AVILÉS (1990) informa rendimiento que varían de 1.394 a 3.122 kg/ha,

FRANCO (1986) encontró en Cajamarca, 3.400 kg/ha, PARIONA (1992) los rendimientos en grano fluctuaron entre 2928.57 y 4183.33 kg/ha.



**Figura 3.9. Comparativo del abonamiento con gallinaza, formula química y estiércol de vacuno en el rendimiento de grano de achita (*Amaranthus caudatus* L.). Canaán 2720 msnm. Ayacucho.**

Se aprecia la interacción de las fuentes con los niveles codificados, mediante este comparativo, se puede determinar que los efectos de la gallinaza y el estiércol de vacuno en el incremento del rendimiento son similares, es decir que por el incremento de una unidad codificada de gallinaza (600 kg/ha) el rendimiento se incrementa en 0.14 tn/ha de grano y por el incremento de una unidad codificada

de estiércol de vacuno (5 tn/ha) el rendimiento se incrementa en 0.12 tn/ha; el abonamiento químico produce mayor incremento en el rendimiento comparado con las dos fuentes antes indicadas, en este caso por el incremento de una unidad codificada de abonamiento químico (40 – 40 – 20) el rendimiento se incrementa en 0.37 tn/ha, aproximadamente 3 veces más que las dos fuentes anteriores.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Dada las condiciones de la Estación Experimental Canaán Bajo y la época de siembra en la cual se condujo el presente trabajo de investigación, objeto de la presente tesis, los resultados obtenidos permiten señalar las siguientes conclusiones y recomendaciones

#### **4.1 CONCLUSIONES.**

1. Las características agronómicas de altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de grano por panoja, número de grano por panoja y rendimiento de grano, de las 3 variedades de achita, no difieren significativamente.

2. El mayor peso de 1000 semillas corresponde al cultivar PICA con 0.993 g, mientras los cultivares CCA – 051 y CCA – 012 no se diferenciaron significativamente.
3. El incremento de la producción por 100 kg/ha de gallinaza aplicado es de 20 kg/ha de grano de achita, corresponde al modelo lineal: Rendimiento (kg/ha) = 693 + 0.2 (gallinaza kg/ha).
4. El incremento de la producción por tn/ha de estiércol de vacuno aplicado es de 23 kg/ha de grano de achita, corresponde al modelo lineal: Rendimiento (kg/ha) = 729 + 0.023 (estiércol de vacuno tn/ha).
5. El incremento de la producción por 10 – 10 – 5 kg/ha de NPK aplicado es de 93.8 kg/ha de grano de achita, corresponde al modelo lineal: Rendimiento (kg/ha) = 681 + 9.38 (N – P – 0.5K kg/ha).
6. La máxima producción del grano de achita en las condiciones en la que se condujo el experimento fue de: 2.182 tn/ha, con el abonamiento sintético y para los niveles de 120 – 120 – 60 de NPK.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Es evidente que el presente, es un trabajo inicial que debería ser continuado en la misma Estación Experimental y/o zonas aledañas. Así mismo, sería conveniente llevar a cabo este tipo de experimento bajo

condiciones de suelos, abonos orgánicos y época de siembra, con el objeto de adquirir una información más amplia y completa.

2. Se recomienda la utilización de abonos orgánicos en este caso estiércol de vacuno y gallinaza, como complemento del abonamiento químico, ya que los abonos orgánicos dan condiciones especiales al suelo, para su mejor aprovechamiento.
3. Promover el cultivo de achita en nuestra zona, por su alto valor nutricional y económico que se puede generar.
4. Así mismo, se recomienda en trabajos posteriores probar en parcelas de mayor extensión que los empleados en el presente, para tener mayor confiabilidad en cuanto a los resultados obtenidos.

## RESUMEN

El experimento fue ejecutado en la Estación Experimental de Canaán Bajo del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA – Ayacucho, ubicado a una altura de 2720 m.s.n.m., cuyos objetivos fueron:

Evaluar la influencia de diferentes fuentes y niveles de abono orgánico en el rendimiento de tres cultivares de achita, y Evaluar la influencia de diferentes niveles de abono sintético en el rendimiento de tres variedades de achita.

La siembra de la achita para este trabajo de investigación se realizó en el mes de agosto del 2007, según los tratamientos indicados, y la cosecha se realizó en el mes de diciembre; para satisfacer los requerimientos de agua se realizaron riegos continuos, la cual se vio interrumpida por la falta de disponibilidad de agua en el reservorio de la Estación Experimental de Canaán Bajo –INIA, así mismo se produjo la ruptura y deslizamiento de tierra sobre el canal que transporta el agua hacia la dicha Estación Experimental.

Se utilizaron tres cultivares de achita (PICA, CCA 051, CCA 012).

El experimento se condujo bajo el diseño de parcelas divididas dentro de un cuadrado latino, con 12 tratamientos por bloque y 4 surcos por subparcela, distanciadas a 0.80 m entre surcos, para la fertilización se consideró 3 fuentes (2 fuentes de abono orgánico y 1 fuente de abono sintético), con 4 niveles de abonamiento.

No se presentaron enfermedades que atacan al cultivo de achita, esto se puede atribuir a la época de siembra, ya que el experimento se instaló en época de secano, y las condiciones medio ambientales no fueron favorables para el

desarrollo de las enfermedades, pero las plagas (cortadores) si se presentes durante la conducción del experimento.

En lo que concierne a la altura de planta, diámetro de panoja, longitud de panoja, peso de grano por panoja, peso de 1000 semillas, número de granos por panoja, el abonamiento sintético es superior a los abonos orgánicos.

Se dieron algunas diferencias en cuanto a los cultivares, esto se debe a factores de carácter varietal y a la respuesta del medio ambiente debido a que las cultivares y las variedades se comportan en forma particular, por lo que está gobernado por factores genéticos y climáticos.

El mejor rendimiento de grano logrado con el abonamiento sintético y orgánico en el presente estudio fueron en promedio los siguientes:

Químico 120 – 120 – 60	1.91 tn/ha.
Gallinaza 1800 kg/ha.	1.09 tn/ha.
Estiércol de vacuno 15 tn/ha.	1.07 tn/ha.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AEDO P., M. 1989. "Fenología y Rendimiento de 14 Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Viñaca a 2,420 m.s.n.m., Ayacucho". Informe de Prácticas Pre Profesional, UNSCH. Ayacucho – Perú.
2. AVILA L., G.; ALVAREZ Z., P. 1989. "Introducción al Mejoramiento del "Millmi" (*Amaranthus caudatus* L.). Centro Fitoecogenético de Pairumani, Bolivia". El Amaranto y su Potencial. Boletín N° 3; setiembre de 1989
3. AVILES L., E. F. 1990. "Evaluación del Rendimiento y Aspectos del Crecimiento en Seis Accesiones de Achita 2750 m.s.n.m.". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.
4. BARRANTES DEL A., F. 1991. "Enfermedades de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho a 2600 m.s.n.m.". Informe de Investigación. PICA - UNSCH. Ayacucho - Perú.
5. BARRANTES DEL A., F. y VILLANTOY P., A. 1995. "Observaciones de Sintomatología Viral Transmitida por Semilla en Achita (*Amaranthus caudatus* L.)". Vol.5, N° 1-1995. PICA-UNSCHE, INIA-CANAAN, Ayacucho - Perú.
6. BEINGOLEA O., J. 1977. "Problemas Resueltos de: densidad de siembra, Plantación, Abonamiento, Riesgos y Rendimiento". Programa Académico de Agronomía UNSCH. Ayacucho – Perú.
7. BONILLA H., F. 1987. "Respuesta del Col Variedad Quintal Brunswick a Niveles de NPK y Estiércol en Huayllapampa. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.

8. CACÑAHUARAY A., R. 1996. "Determinación de la Época Crítica de Competencia de Malezas en el Cultivo de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Canaán a 2750 m.s.n.m.". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
9. CAITUIRO A., W. 1984. "Fertilización con NPK en *Amaranthus* en Línea CAC – 065". Tesis Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco – Perú.
10. CALDERON P., V. 1989. "Efectos de la Reducción Foliar Sobre el Rendimiento y Calidad de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Ecotipo Blanco (C12) Wayllpampa 2450 m.s.n.m. Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
11. CAMASCA, A. 2002. Granos Andinos. Agronomía. UNSCH. Ayacucho - Perú.
12. CARBAJAL N., A. 1987. "Evaluación Morfológica de 13 accesiones de Achita (*Amaranthus Caudatus* L.) y su relación con el rendimiento bajo las condiciones de Ayacucho a 2500 m.s.n.m.". Tesis. Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.
13. CISNEROS Q., J. 1995. "Dinámica Poblacional de Plagas del Follaje en Cuatro Cultivares de Achita (*Amaranthus caudatus* L.), Iribamba a 2400 m.s.n.m. Huanta - Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH, Ayacucho - Perú.
14. DAVELOUIS M., J. 1991. "Fertilidad del Suelo". 2<sup>da</sup> edición. UNALM. Lima – Perú.
15. DEVLIN R., M. 1970. "Fisiología Vegetal". Ediciones Omega S. A. Barcelona - España.

16. EARLY K., D. y CAPISTRAN, J. 1987. "Transferencia de Tecnología Indígena para la Preparación de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.)". Primera parte. El Amarantho y su Potencial. Boletín nº 4; diciembre, 1987.
17. ESTACION EXPERIMENTAL ANDENES – INIA CUZCO 1997. "Aporte Tecnológico: Variedades Desarrolladas"; marzo de 1997 Cuzco – Perú.
18. FLORES F., V. 1986. Evaluación de los Daños Causados por Plagas Foliare de la Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Ayacucho-Boletín N° 2. Revista del Programa de Cultivos Andinos UNSCH. Ayacucho - Perú.
19. FRANCO, P; y LEON, S, 1986. Evaluación preliminar de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Cajamarca, V. Congreso Internacional Sobre Agricultura Andina. Puno - Perú
20. GROS, A. 1981. "Abonos: Guía de Practica de Fertilidad". Séptima edición. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España.
21. GONZALES J., M. y BRESSANI R. 1987. "Una Guía para el Cultivo del Amaranto de Grano". Resumen de Experiencias en la Finca Experimental de INCAP. El Amaranto y su Potencial. Boletín N° 2; junio de 1987
22. IBAÑEZ A., R. y AGUIRRE Y., G. 1983. Fertilidad de Suelos, Manual de Prácticas Programa Académico de Agronomía UNSCH, Ayacucho-Perú.
23. LARCHER, W. 1976. "Ecofisiología Vegetal". Ediciones Omega S. A. Barcelona - España.
24. LEÓN, J. 1964. "Plantas Alimenticias Andinas". Boletín Técnico N° 6 junio 1964 IICA - Zona Andina. Lima - Perú.

25. MURILLO, T. 1996. Manejo de Residuos en la Industria Avícola. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (10:8-12 Julio: 1996: San José), Memoria: Agronomía y Recursos Naturales. Editores Floria Bertsch, Walter Badilla, Jaime Garcia. I. ed San José, Costa Rica: EUNED, EUNA, 1996.
26. NATIONAL ACADEMY PRESS. 1984. "Amaranth Modern Prospects for an Ancient Crop. Washington"
27. NIETO C., C y FARGAS, J. 1987. "Análisis de crecimiento de dos Especies de *Amaranthus*". INIA-Ecuador. El Amaranto y su potencial. Boletín N° 2; junio, 1987.
28. ODTOJAN R., C. 1983. "El Amaranto: Una Cosecha Promisoria Descuidada". Estación Experimental de Davao, Filipinas.
29. PALACIOS S., C. R. 1997. "Estudio Preliminar sobre el Efecto de la Decapitación Apical en el Rendimiento de 38 Entradas de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Canaán a 2750 m.s.n.m." Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
30. PALOMINO M., R. 1987. "Estado Nutricional de Algunos Suelos Agrícolas de las Provincias de Huamanga, Cangallo, Víctor Fajardo y Vilcashuamán del Departamento de Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
31. PARIONA N., M. 1992. "Evaluación del Rendimiento y Fenología de 24 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Guayacondo a 2600 m.s.n.m. Ayacucho". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.

32. REPO-CARRASCO, R. 1988. "Cultivos Andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de Procesamiento". Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé De las Casas. Cuzco-Perú.
33. SALIS, A. 1985. Cultivos Andinos. Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Casas". Cusco - Perú.
34. SUMAR, K. L. 1980. "La Kiwicha, Cereal Andino con un Futuro Promisorio en la Alimentación y en la Industria". II Congreso Internacional de Cultivos Andinos. IICA - Ecuador.1980.
35. SUMAR K., L. 1993. La Kiwicha y su Cultivo. Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas". Cusco - Perú.
36. SUMAR K., L. 1986. "Nuevas Alternativas Alimentarias para el Perú". Revista Agroenfoque. Año 1, N° 4. Lima-Perú.
37. TAPIA N., M. E. 1982. Manual de Agricultura Andina. IICA-IBTA serie: Informe de Conferencias y Reuniones N° 189 La Paz-Bolivia. 1979.
38. TAPIA, M. 1979. Cultivos Andinos Sub explotados y su Aporte a la Alimentación. FAO. Santiago-Chile.
39. TENORIO L., W. 1996. "Caracterización y Evaluación del Rendimiento de 7 Colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho a 2750 m.s.n.m.". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.
40. VELASQUEZ P., J. A. 1995. Evaluación Productiva de 12 Selecciones de Achita Almidón (*Amaranthus caudatus* L.) para la Sustitución Parcial de Harina de Trigo en la Panificación a 2750 m.s.n.m.". Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho - Perú.

41. VILLAGARCIA, et al, 1990. “Resultados de Ensayos de Campo Sobre Fertilización y Nutrición Mineral en el Cultivo de la Papa, Campaña 1989 – 1990”. UNALM y CIP. Lima – Perú.
42. VOISIN, A. 1979. “Nuevas Leyes Científicas en la Aplicación de Abonos”. Editorial Tecnos S.A. 2<sup>da</sup> Reimpresión. Madrid España.
43. ZAMBRANO O., L. 1982. “Análisis de Crecimiento de dos Ecotipos de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Blanca Glomerulada y Negra Amarantiforme, Bajo las Condiciones de Ayacucho 2750 m.s.n.m.”. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho-Perú.
44. [http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_kiwicha\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_kiwicha_1.htm)
45. <http://www.minag.gob.pe/kiwicha.shtml>
46. <http://www.ciedperu.org/productos/kiwicha.htm>
47. <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/crom/contenido/libro01/Cap2.htm>

# **ANEXO**

**Foto N° 01 Preparación del campo experimental**



**Foto N° 02 Nivelado y estacado del campo experimental**



**Foto N° 03 Demarcación de las parcelas experimentales**





**Foto N° 04** Surcado del campo experimental



**Foto N° 05** Tapado de las semillas de achita sembradas



**Foto N° 06** Primer riego, se realizo el riego por inundación



**Foto N° 07** Control fitosanitario, para prevenir ataque de plagas y enfermedades



**Foto N° 08** Identificación de la parcela con un cartel



**Foto N° 09** Inicio de floración



**Foto N° 10 Plena floración**



**Foto N° 11 Toma de datos, como: altura de panta, diámetro de panoja, etc.**



**Foto N° 12 Momento en que se realiza la cosecha de las panojas**

