

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto, *Amaranthus* sp, originario de América y conocido en Ecuador como ataco, sangorache o quinua de castilla, ha sido desplazado de los campos de cultivo, hasta casi desaparecer como especie alimenticia. Cuando los españoles llegaron al continente americano, encontraron al amaranto, junto con el maíz y la quinua, como los principales granos alimenticios de las poblaciones nativas (Nieto, 1989).

Entre los granos originarios de la región andina, conjuntamente con la quinua, *Chenopodium quinoa* W. y el chocho *Lupinus mutabilis* S., el amaranto constituye un cultivo de importante valor nutricional, por su alto contenido de calcio, magnesio, hierro, vitaminas A y C, así como también por la calidad y cantidad de proteína que posee: 17 - 21 %.

En la actualidad el amaranto no es cultivado en las comunidades ecuatorianas, la falta de conocimiento, la escasez de semilla, ha influenciado para que el agricultor no lo vea como un cultivo alternativo, dándole muy poca importancia y desconociendo las características nutricionales del mismo, así como el amplio rango de adaptación a ambientes desfavorables, sequía, altas temperaturas o

suelos salinos, los mismos que son limitantes para otros cultivos.

El cultivo de Amaranto posee cualidades nutricionales y la planta en sí puede ser utilizada de diferentes formas: como forraje para nutrición animal, el grano en la elaboración de concentrados para consumo humano y animal y los rastrojos como materia orgánica para ser incorporados al suelo.

Se consideró importante iniciar este trabajo de investigación para a conocer el comportamiento del cultivo en condiciones agroclimáticas que son el asiento de comunidades campesinas que lo pueden adoptar como un cultivo dentro de sus programas de rotación y que contribuya a la seguridad alimentaría de la población.

Las características del amaranto, especialmente su resistencia al ataque de plagas y enfermedades, así como la resistencia a la sequía, facilitaron la reinserción de este cultivo, en las condiciones agroclimáticas de las comunidades donde se realizó el ensayo.

El amaranto puede ser aprovechado para elaboración de harinas y mezcla con otros cereales, dando como resultado un alimento rico en nutrientes y de esta manera aportar a la dieta nutricional de los moradores tanto del área rural como urbana.

1. OBJETIVOS:

1.1. General:

- Determinar el comportamiento de cinco líneas de amaranto de grano blanco, *Amarantus caudatus* y cinco líneas de ataco o sangorache, *Amarantus hybridus* en las localidades de Mojanda y Pucará, provincia de Imbabura.

1.2. Específicos:

- Realizar la caracterización morfológica, agronómica y de calidad de las diez líneas de amaranto en estudio.
- Identificar las líneas con las mejores características en rendimiento de grano.
- Determinar las características nutricionales de las variedades en estudio.
- Obtener el costo de producción de una hectárea de amaranto.

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Las características agronómicas y nutricionales de las diez líneas en estudio son iguales en las dos comunidades.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL AMARANTO (*Amaranthus caudatus*)

2.1.1 ORIGEN, HISTORIA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Según Sauer (1976), el amaranto es una planta autóctona de América, domesticada, cultivada y utilizada desde hace más de 4000 años.

Para Hauptli (1977), las excavaciones arqueológicas revelan que las semillas y hojas fueron consumidas por habitantes prehistóricos mucho antes del proceso de domesticación, ya que en las regiones tropicales y subtropicales era una planta importante de recolección. Esta especie tuvo relevancia en la época pre-hispánica y actualmente está retomando auge, por su excelente calidad nutritiva y amplia adaptación, incluso en ambientes desfavorables. El amaranto es resistente a la sequía por ser eficiente en la fijación de CO₂, no presentar foto-respiración y requerir menor cantidad de agua para producir la misma cantidad de biomasa.

Early (1986), manifiesta que esta planta ha jugado un importante papel en la

religión de los antiguos mexicanos los cuales a través de panes zoomorfos llamados "Teycen" festejaban a los dioses de la tierra, fuego y lluvia; lo mismo ocurría en el Perú con el que se preparaba la " chicha" una bebida para la ceremonia del "sirvinacuy" (convivencia prematrimonial) efectuando una danza erótica como acto ritual a la fertilidad. Su cultivo fue prohibido desde la época colonial por los españoles en un intento por erradicar las ceremonias paganas que se efectuaban en torno a él. Su cultivo se mantiene en el Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina así como en México y Guatemala, bajo distintos sistemas de producción que van desde siembra directa; trasplante, bajo riego o secano; siembras asociadas, intercaladas, como bordes; y monocultivo; dependiendo de las condiciones ambientales y localidades.

2.1.2 BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA.

Taxonomía

Reino	Plantael
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Género	<i>Amaranthus</i>
Especies	<i>Amaranthus caudatus</i> <i>Amaranthus cruentus</i> <i>Amaranthus hypochondriacus</i>

Denominaciones y nombres vulgares: Amaranto (español); Amaranth (inglés), Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho, Perú), Coyo (Cajamarca, Perú),

Achis (Huaraz, Perú), Coimi, Millmi e Inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, ataco, Quinoa de Castilla (Ecuador), Alegría y Huanthi (México), Rejgira, Ramdana, Eeeraí (India).

Según Robert (1981), el amaranto de grano se domesticó en América hace más de 4 000 años por culturas precolombinas y de allí posiblemente se difundió a otras partes del mundo. Fue cultivada y utilizada junto al maíz, frijol y calabaza por los Aztecas en el valle de México, por los Mayas en Guatemala y por los Incas en Sudamérica tanto en Perú, Bolivia como Ecuador junto a la papa, maíz y quinua. Los amarantos como verdura de hoja fueron utilizados en América y en otras partes del mundo desde la prehistoria en casi todo el mundo incluso desde mucho antes de su domesticación como lo demuestran las excavaciones arqueológicas, ya que en muchas zonas tropicales y subtropicales el amaranto era una planta importante de recolección sobre todo por sus hojas. El género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América y sólo 15 especies provienen de Europa, Asia, África y Australia.

De acuerdo con Transue *et al* (1994), solo tres especies de amaranto se utilizan actualmente para la producción de grano: *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. y *A. hypochondriacus* L. En tiempos precolombinos *A. cruentus* se encontraba desde el Norte de México a América Central, *A. hypochondriacus* compartía su distribución con *A. cruentus* sólo que esta comenzaba en el sudoeste de Estados Unidos y a diferencia de las otras dos especies, la distribución de *A. caudatus* se encontraba dirigida a la zona andina sudamericana. Estudios realizados con la

técnica de RAPD (*Random amplified polymorphic DNA*) sugieren que las especies *A. hypochondriacus* y *A. caudatus* son genéticamente más cercanas entre sí que comparadas con *A. cruentus* a pesar de haberse originado en áreas diferentes.

Para Sumar (1993) y Tapia, (1997) el amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias, que tiene las siguientes características:

Raíz pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo mantener el peso de la panoja. Las raíces primarias llegan a tomar consistencia leñosa que anclan a la planta firmemente y que en muchos casos sobre todo cuando crece algo separada de otras, alcanza dimensiones considerables. En caso de ataque severo de nemátodos se observan nodulaciones prominentes en las raicillas.

Tallo cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0.4 a 3 m de longitud, cuyo grosor disminuye de la base al ápice, presenta distintas coloraciones que generalmente coincide con el color de las hojas, aunque a veces se observa estrías de diferentes colores, presenta ramificaciones que en muchos casos empiezan desde la base o a media altura y que se originan de las axilas de las hojas. El número de ramificaciones es

dependiente de la densidad de población en la que se encuentre el cultivo.

Hojas pecioladas, sin estipulas de forma oval, elíptica, opuestas o alternas con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero, de tamaño variable de 6.5-15cm.

Inflorescencia con panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, con colores que van del amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0.5-0.9 m pudiendo presentar diversas formas incluso figuras caprichosas y muy elegantes. Son amarantiformes cuando los amentos de dicasios son rectilíneos o compuestos dirigidos hacia arriba o abajo según sea la inflorescencia erguida o decumbente y es glomerulado cuando estos amentos de dicasios se agrupan formando glomérulos de diferentes tamaños.

Las plantas por el tipo de polinización son predominantemente autógamas, variando el porcentaje de polinización cruzada con los cultivares.

Según Tapia (1997) el amaranto presenta flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas, estando las estaminadas en el ápice del glomérulo y las pistiladas completan el glomérulo, el androceo está formado por cinco estambres de color morado que sostienen a las anteras por un punto cercano a la base, el gineceo presenta ovario esférico, súpero coronado por tres estigmas filiformes y pilosos, que aloja a una sola semilla.

Sánchez (1980) indica que el fruto es una cápsula pequeña que botánicamente corresponde a un pixidio unilocular, la que a la madurez se abre transversalmente, dejando caer la parte superior llamada opérculo, para poner al descubierto la inferior llamada urna, donde se encuentra la semilla. Siendo dehiscente, por lo que deja caer fácilmente la semilla.

Según Nieto (1990) la semilla es pequeña, lisa, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros; el número de semillas varía de 1 000 a 3 000 por gramo.

De acuerdo con Irving *et al* (1981), las especies silvestres, presentan granos de color negro con el episperma muy duro. En el grano se distinguen cuatro partes importantes: episperma que viene a ser la cubierta seminal, constituida por una capa de células muy finas, endosperma que viene a ser la segunda capa, embrión formado por los cotiledones que es la más rica en proteínas y una interna llamada perisperma rica en almidones.

2.1.3 FISIOLÓGÍA Y GENÉTICA.

Nieto (1989) señala que el amaranto es una de las pocas plantas no gramíneas que realiza fotosíntesis vía C4, es decir mediante una modificación del proceso fotosintético normal. Esto le permite tener una alta eficiencia fotosintética, ya que las pérdidas de carbono por foto respiración son nulas. Las tasas de

conversión de carbono atmosférico en azúcares son altas, aunque los estomas estén semicerrados, como ocurre en ambientes secos, o con altas temperaturas; es decir que los amarantos están adaptados fisiológicamente para crecer y producir en ambientes desfavorables para otras plantas. Por lo que las plantas no se marchitan ni se secan en condiciones de relativa escasez de agua.

Según Hauptli (1977). Las plantas C4 crecen mas rápidamente que las C3 y usan cerca del 3/5 partes de la cantidad de agua que utiliza una planta C3 para producir la misma cantidad de materia vegetal. Vietmeyer (1982) indica que el amaranto solo requiere la mitad de agua que las plantas usuales.

Para Nieto (1989) Cuando dos o más especies de amaranto crecen juntas, se producen hibridaciones ínter específicas debido a la acción del viento o de los insectos, sin embargo, los híbridos en su mayoría presentan anomalías como: mortalidad de plántulas, deformación del follaje, deformaciones de las flores y esterilidad masculina o femenina.

Los porcentajes de alogamia entre individuos de una misma población varían del 10 al 15%, dependiendo de varios factores como: la presencia de vientos, de insectos o de la cantidad de polen producido y de la duración de la viabilidad de éste. En *A. cruentus* y *A. caudatus*, se ha encontrado que el polen se mantiene viable hasta 4 horas después de que se ha producido la dehiscencia luego declina rápidamente hasta perder totalmente su viabilidad a las 10 horas.. La apertura de las flores masculinas (anthesis) se produce generalmente en las primeras horas de

la mañana y desde la antesis hasta la dehiscencia del polen hay un lapso de aproximadamente dos horas, por lo que se presume que la receptividad de los estigmas debe ser máxima también en las primeras horas de la mañana. (Nieto,1989)

2.1.4 REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO.

Según Mijica (1992) el amaranto tiene un amplio rango de adaptación que va desde el nivel del mar hasta los 3 200 msnm, se desarrolla adecuadamente con precipitaciones que varían de 400- 2 000 mm de lluvia anual, resistiendo adecuadamente períodos de déficit hídrico.

Para National Research Council (1984) la temperatura óptima de germinación de semillas es de 35°C, y la mayor eficiencia fotosintética ocurre a 40°C. La temperatura mínima de crecimiento ha sido estimada en 8°C y sufre daño por enfriamiento con temperaturas menores a 4°C.

Experimentos realizados sobre germinación de la semilla revelaron un alto porcentaje de germinación de semillas, después del desarrollo algo lento de la plántula, el amaranto crece en forma rápida y ahoga las malezas competidoras, (Singal y David, 1984).

De acuerdo con Monteros *et al* (1994) comenta que en Ecuador el amaranto estuvo considerado como una especie casi desconocida, recientemente está siendo

investigado por el INIAP y Universidades, así como por la actividad privada.

Nieto (1990) manifiesta que el aspecto productivo, tiene grandes posibilidades, sobre todo en los valles de la Sierra, cuyas altitudes no superan los 2 800 msnm y que presentan alta luminosidad y poca pluviosidad. Las mejores posibilidades estarían en las provincias de Loja, Azuay, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y en las zonas secas y con riego de la costa.

Actualmente se cuenta con algunas variedades mejoradas de alta producción y tecnología de cultivo y transformación adecuada que puede permitir un desarrollo sobresaliente del cultivo en este país. Los rendimientos comerciales que se obtienen varían de 640-3750 kg/ha. En los ensayos llevados a cabo en Quito en 1992-93 los rendimientos fluctuaron entre 800 y 2 492 kg/ha.

Según Hauptli (1977) el amaranto crece desde suelos ácidos hasta fuertemente alcalinos (4.5-8.5). Además, tiene alta tolerancia al aluminio del suelo y a la salinidad. Así mismo, por ser una planta C₄, hace un uso más eficiente del agua utilizando sólo las 3/5 partes de la cantidad de agua que necesitaría una planta C₃ para producir la misma cantidad de biomasa.

Para Wang *et al.*(1985) citado por Arévalo (1990) El amaranto crece bien en suelos con un contenido de agua de 11.5 y 13.0 %, mientras que bajo las mismas condiciones esto no se logra con el arroz de secano ni el maíz. La cantidad total de agua requerida por el amaranto de semilla a través de su ciclo vital es de solo 60%

del que necesitan el trigo o la cebada. En cuanto a la cantidad de agua necesaria para producción de materia seca por unidad, el trigo o la cebada. En cuanto a la cantidad de agua necesaria para producción de materia seca por unidad, el trigo y el arroz necesitan tres o dos veces más que el amaranto, respectivamente, por consiguiente el amaranto de semilla es un cultivo ideal para las regiones secas.

2.1.5 SELECCIÓN Y MEJORAMIENTO.

En ambiente natural una especie silvestre demuestra amplia variabilidad. (Scheldeman *et al* 2001). Esto es debido a las diferencias del ambiente (efecto fenotípico) y a la variabilidad genética (efecto genotípico). Esta variabilidad presente incluye características deseadas, como frutas dulces o resistencia a enfermedades, pero en la mayoría de los casos habrá más características deseables para un cultivo o para la comercialización. Ahora, el reto es encontrar las accesiones que combinan el mayor número de características deseadas.

La selección obviamente es el procedimiento menos complejo. La calidad de los resultados dependería mucho de la variabilidad genética que forma la base del programa de selección. Una mayor cantidad de accesiones que muestran una variabilidad grande habrá mayor probabilidad de encontrar la accesión que reúna todas las características deseadas (Scheldeman *et al*, 2001)

2.1.6 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DEL AMARANTO.

El cultivo del amaranto presenta algunas dificultades que han podido ser

encontradas tanto por los agricultores modernos como por los agroindustriales (Espitia, 1991). Estos problemas se pueden reducir por medio de algunas técnicas de cultivo, pero sin embargo, existen otros que resultan como consecuencia de la falta de un esfuerzo organizado para la selección y mejoramiento, como se ha efectuado en otros cultivos. Los agricultores de la zona andina y de otras latitudes presentan problemas similares que tendrán que resolverse por medio de la selección cuidadosa del germoplasma existente y por medio del mejoramiento genético de esta planta.

Cabrera (1987) citado por Benavides (1996) indica que el rango de adaptación para el amaranto va desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm; sin embargo, las especies que mejor comportamiento presentan a altitudes superiores a los 1000 msnm, son *Amaranthus caudatus* y *Amaranthus quitoensis*. En general las especies crecen mejor cuando la temperatura promedio no es superior a los 15°C y temperaturas de 18 a 24°C pueden ser considerados las óptimas para el cultivo.

Para Benavides (1996) los rendimientos alcanzados con relación a su calidad ambiental, se comprueba que las especies amaranto (millmi), *Amaranthus caudatus* L. por sus características fisiológicas y genéticas se adaptan a diferentes ambientes con prioridad a ambientes favorables y moderados.

2.1.7 INTERACCIÓN GENOTIPO X MEDIO AMBIENTE.

Según Carballo y Márquez (1970) citado por Benavides (1996) manifiesta que el conocimiento de la interacción variedad por localidad y variedad por año y la

importancia de cada uno de ellos dentro de el programa de mejoramiento, orientará mejor respecto a la conveniencia de una estratificación de una región en subregiones o bien en la continuidad de la metodología actual que involucre una sola localidad. Para minimizar u optimizar las combinaciones de pruebas ambientales para una medida adecuada de valores genéticos de un cultivar.

Según Espitia (1991) la interacción del genotipo con el medio ambiente es de gran importancia para el fitomejorador en la formación y desarrollo de variedades mejoradas, ya que cuando éstas son comparadas en ambientes diferentes su comportamiento varía.

La habilidad de los genotipos para resistir a los cambios del medio ambiente y mantener una menor interacción con éste se le ha definido como amortiguamiento y estabilidad.

El germoplasma evaluado el amaranto tiende a ser una planta con una alta estabilidad del rendimiento, ya que su plasticidad le permite modificar su fenología y estructura al ser sometida a diferentes ambientes para conservar la expresión del rendimiento (Espitia, 1991).

De acuerdo a Lang (1985) y citado por Benavides (1996), informa acerca de la respuesta de genotipos a condiciones ambientales muy específicos tales como un periodo de baja temperatura, días, luz o foto periodo, al inicio de la floración. La temperatura es un factor importante que determina el tiempo de inflorescencia,

iniciación y desarrollo subsiguiente del amaranto.

Poey (1978) indica que las condiciones ambientales influyen en la expresión del genotipo modificando o limitando el potencial genotípico de las plantas. Durante el proceso de mejoramiento el efecto ambiental puede controlarse para crear condiciones de presión, que permitan identificar ciertos fenotipos para su selección.

Para Gaderi *et al* (1980) señala, que cuando los genotipos son repetidos en tiempo y espacio la interacción genotipo/ambiente puede ser partida en genotipo por localidades, genotipo por año y genotipo por localidad por año. La presencia de grandes interacciones de genotipo por año indica BAKER, (1969), requiere que los grandes programas de selección, incluyan más de un año de pruebas, mientras que grandes interacciones de genotipo por localidad indican la necesidad de probar el material en varias localidades o una gran interacción genotipo por localidad por año pueden ser considerados en cualquier programa de selección para probar el material en diversos años y en diversas localidades.

Según Allard y Drasdshaw (1964) y Citado por Benavides (1996) denominan a una variedad como "buena amortiguadora" o con "buena flexibilidad", cuando puede ajustar su condición genética y fenotípica en respuesta a condiciones del medio ambiente y distinguen dos tipos de flexibilidad:

- a. Flexibilidad individual, cuando cada individuo de una población tiene buena adaptación a un rango de ambientes.

- b. Flexibilidad poblacional, que surge de la coexistencia de diferentes genotipos, adaptados a determinados rangos de ambientes.

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

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 UBICACIÓN

	LOCALIDAD 1	LOCALIDAD 2
Provincia	Imbabura	Imbabura
Cantón	Otavalo	Antonio Ante
Parroquia	Mojanda	San Roque
Sector	Mojandita Mirador	Pucará
Altitud	2922 msnm	2513 msnm
Latitud	00° 12' 05.4'' N	00° 15' 05.3'' N
Longitud	78° 16' 57.7'' O	78° 13' 51.3'' O

3.1.2 CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS

Temperatura media	14,1°C	15,8 °C
Precipitación	1100mm	734,8mm

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIALES

Experimental

- Semilla de las 10 líneas de amaranto; 7,2g/ unidad experimental

De campo

- Flexómetro.
- Madera (pingos y barrotes)
- Martillo, clavos
- Herramientas (hoz, azadón, azadilla).
- Tamiz

De Laboratorio (equipos)

- Calculadora
- Balanza electrónica.
- Balanza granera
- Calibrador

De Oficina

- Computador
- Impresora
- Accesorios de oficina
- Cámara fotográfica
- filmadora

Insumos

- Fertilizantes químicos

18 – 46 – 0

sulpomag

urea

- Materia orgánica
- Insecticidas.

Neem-X

En ambas localidades, se perdieron variedades, las lluvias y vientos presentes en los meses de octubre y noviembre del 2005, provocaron el volteamiento de las mismas, razón por la cual, en la localidad 1, se redujo a 7 variedades y en la localidad 2 a 9 variedades cabe resaltar, que para facilidad de estudio, se decidió trabajar con 7 variedades de cada comunidad las mismas que se detallan a continuación.

Cuadro 1. Variedades del ensayo Mojanda-Pucara, 2006.

Tratamiento	Descripción
V1	ECU-0014 Grano Blanco
V 2	ECU-0113 Grano Blanco
V3	ECU-2210 Grano Blanco
V4	ECU-4737 Grano Blanco
V5	ECU-4744 Grano Blanco
V8	ECU-0102 Grano Negro
V9	ECU-0123 Grano Negro

3.3 MÉTODOS

3.3.1 FACTORES EN ESTUDIO

Se trabajó con un factor constituido por 10 variedades, cinco de grano negro y cinco de grano blanco.

3.3.2 TRATAMIENTOS

Los tratamientos en estudio fueron:

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos y variedades Mojanda-Pucara 2006.

Tratamientos	Variedades
T1	ECU-0014 Grano Blanco
T2	ECU-0113 Grano Blanco
T3	ECU-2210 Grano Blanco
T4	ECU-4737 Grano Blanco
T5	ECU-4744 Grano Blanco
T6	ECU-0069 Grano Negro
T7	ECU-0082 Grano Negro
T8	ECU-0102 Grano Negro
T9	ECU-0123 Grano Negro
T10	ECU-0162 Grano Negro

3.3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 10 tratamientos (variedades) y 3 repeticiones en cada localidad.

3.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Las características para cada localidad fueron:

Repeticiones:	3
Tratamientos:	10
Unidades Experimentales:	30
Superficie del ensayo:	378 m ²

3.3.5 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

Distancia de siembra	0. 60 m entre surco
Largo del surco	3 metros
Sistema de siembra	chorro continuo
Número de surcos por parcela	3
Área	6 m ²

3.3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El esquema del análisis estadístico para cada localidad fue el siguiente:

Cuadro 3. Esquema del Adeva

FV	GL
Total	20
Repeticiones	2
Variedades	6
Error E.	12

- Al detectarse diferencias significativas entre variedades, se utilizó prueba de Tukey al 5%.
- Una vez realizada esta etapa se empleó el Análisis Combinado para el estudio de la interacción variedades y localidades.

Cuadro 4. Esquema del Análisis Combinado.

FV	GL
Loc	1
BxL	4
VarxL	6
LV	6
Error	24

- Al detectarse una diferencia significativa entre localidades se realizó la prueba DMS al 5%.

3.3.7 TOMA DE DATOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

3.3.7.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.

3.3.7.1.1. Altura de planta

Se tomó este dato desde el cuello de la raíz hasta la parte apical de la planta y se expresó en centímetros.

3.3.7.1.2 Grosor del tallo

Se registró este dato, realizando un corte en la base del tallo y

tomando la medida con un flexímetro los valores de las lecturas se realizaron en milímetros.

3.3.7.1.3 Longitud del tallo

Se procedió a medir desde la base del tallo a la base de la panoja los resultados se expresaron en centímetros.

3.3.7.1.4 Longitud de la panoja

Se realizó esta medida desde el final del tallo al final de la panoja y se expresó en centímetros.

3.3.7.1.5 Rendimiento de grano/parcela

Se obtuvo de la cosecha de la unidad experimental sin considerar el borde y se lo expresó en kg/m^2 .

3.3.7.1.6 Días a la formación de la panoja

Desde la fecha de siembra hasta que por lo menos el 50% de plantas de cada entrada contaron con la panoja principal.

3.3.7.1.7 Días a la floración

Se realizó tomando en cuenta desde la siembra hasta que por lo menos el 50% de plantas estuvieron en estado de floración.

3.3.7.1.8 Días a la cosecha

Se tomó el dato contando los días desde la siembra hasta que por lo menos el 50% de las plantas estuvieron listas para la cosecha.

3.3.7.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

3.3.7.2.1 Ramificación

Se tomó a la floración y de acuerdo a la siguiente escala:

- 0 sin ramas
- 1 pocas ramas, todas cerca de la base del tallo
- 2 muchas ramas, todas cerca de la base del tallo
- 3 todas las ramas a lo largo del tallo.

3.3.7.2.2 Forma de la inflorescencia o panoja

Se consideró la floración, tomando en cuenta la siguiente escala:

- 1 Amarantiforme
- 2 Glomerulada

3.3.7.2.3 Tipo de Inflorescencia

Se lo registró después de la floración, tomando en cuenta la siguiente escala:

- 1 Diferenciada Terminal
- 2 No diferenciada

3.3.7.2.4 Densidad de la Inflorescencia

Se lo realizó en la floración, de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 Laxa
- 2 Intermedia
- 3 Compacta

3.3.7.2.5 Actitud de la inflorescencia Terminal

Se la tomó en época de madurez fisiológica:

- 1 Erecta
- 2 Semierecta
- 3 Decumbente

3.3.7.2.6 Color de la inflorescencia

Se lo consideró en la floración, de acuerdo a las siguientes opciones:

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Verde
- 4 Rosada
- 5 Parda
- 6 Roja
- 7 Púrpura
- 8 Café dorado
- 9 Naranja oscuro

3.3.7.3 CARACTERÍSTICAS FARINÁCEAS

3.3.7.3.1 Porcentaje de proteína

Se lo obtuvo después de la cosecha, a través de análisis de laboratorio

3.3.7.3.2 Contenido de minerales

Estuvo dado por el laboratorio a través del análisis del grano

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 DELIMITACIÓN DEL TERRENO

Se delimitó el terreno en una extensión de 300 metros cuadrados, de los cuales se ocuparon 290 metros cuadrados para la instalación del ensayo.

3.4.2 MUESTRA Y ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Las muestras se tomaron un mes antes de instalar el ensayo en cada comunidad y se procedió el envío de las mismas al laboratorio de suelos del INIAP. Los resultados se presentan en el Anexo 1.

3.4.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se realizó siguiendo la tecnología propia de los agricultores de la comunidad quienes lo hacen con la ayuda de una yunta. Las actividades fueron las siguientes: de rastrada, surcada y luego se procedió a delimitar cada una de las parcelas.

3.4.4 SEMILLA

Se utilizó 10kg/ha, equivalentes a 7.2g por unidad experimental. La semilla proveniente del banco de germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos (DENAREF), no fue tratada con ningún tipo de fungicida.

3.4.5 SIEMBRA.

Se efectuó de manera manual, a chorro continuo, en surcos de 10 – 15cm de profundidad espaciados a 60 cm, con una longitud de 3 metros. La semilla fue cubierta con materia orgánica (humus) en una capa de 2cm de espesor.

3.4.6 DENSIDAD DE SIEMBRA

La cantidad de semilla utilizada fue la recomendada por el INIAP esto es, 10 kg/ha. Se distribuyó uniformemente para lograr una apropiada densidad de plantas. Por el reducido tamaño de la semilla se trató de enterrarla a una profundidad entre 0.5 a 2 cm.

3.4.7 FERTILIZACIÓN

De acuerdo con la recomendación en base al análisis del suelo, esto es 100 kg/ha de 18-46-0 y 25 kg/ha de urea para la localidad 1 y de 100 kg/ha de 18-46-0, 25 kg/ha de urea y 25 kg/ha de sulphomag para la localidad 2, se realizó la aplicación

del fertilizante a chorro continuo y al fondo del surco.

El fósforo y el potasio se aplicó al momento de la siembra, mientras que el nitrógeno se fraccionó en dos partes: 50% a la siembra y 50% a los 50 días después de la siembra, las fuentes de fertilizantes fueron las siguientes: Sulpomag, Urea y 18-46-0

3.4.8 LABORES CULTURALES

Se realizó un rascadillo y limpieza de acuerdo a las necesidades para impedir la competencia con las malezas a los 30,60 y 90 días, el aporque se realizó a los 60 días después de la siembra.

3.4.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se encontró una especie de chinche en la panoja y pulgones en las hojas, estos fueron controlados con la aplicación de un insecticida orgánico (Neem X, en la dosis de 1 ml por litro de agua) a los 3 y 4 meses después de la siembra.

3.4.10 COSECHA Y TRILLA.

La cosecha se realizó de acuerdo con los signos de madurez: hojas secas en la base y amarillentas hacia el ápice de la planta y granos secos en la panoja, de un aspecto harinoso. Una vez detectados estos signos, se procedió a la recolección de las panojas, las mismas que fueron secadas y luego trilladas para obtener el

grano. La trilla se la realizó de forma anual, con la utilización de sacos de polipropileno, vara de madera y tamices, de diferentes diámetros de trama.

3.4.11 ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DEL GRANO

Luego de la trilla se procedió a almacenar el grano en fundas de papel, las mismas que fueron ubicadas en lugares ventilados, con el fin de evitar la fermentación, pudrición, ataque de insectos y mohos.

3.4.12 ANÁLISIS DE CONTENIDO NUTRICIONAL

Una vez procesado el grano en harina a través de un molino de martillo, se procedió al etiquetado y envió de las muestras de cada una de las variedades en estudio, a la Universidad de Brigham Young (EEUU), en donde se realizó el análisis nutricional.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos al analizar las variedades en estudio, en las dos localidades fueron:

4.1. ALTURA DE PLANTA.

Cuadro 5. Medias de las variedades. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda (cm)	Pucará (cm)
V1	110.3	93.5
V2	105.0	89.9
V3	104.2	90.2
V4	93.3	91.0
V5	104.1	84.0
V8	121.0	95.6
V9	122.2	81.7

Cuadro 6. Análisis de Varianza. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM	
		Mojanda	Pucará
Total	20		
Bloques	2	151.95ns	337.90ns
Tratamientos	6	313.11ns	73.83ns
Error	12		

ns = no significativo

CV:	3.26%	2.76%
X:	108.6cm	89.38cm

En el análisis de varianza (Cuadro 6) se observa que no existe diferencia significativa entre bloques y tratamientos, en las dos localidades en estudio, las diferencias no significativas entre tratamientos indican que el crecimiento en altura de las plantas fue similar en los dos lugares.

En Mojanda, se encontró un coeficiente de variación de 9.77% y una media de 108.6 cm.

En Pucará, se encontró un coeficiente de variación de 8.27% y una media de 89.32cm.

Cuadro 7. Arreglo combinado. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda	Pucará	Sumatoria
V1	330.8	280.4	611.2
V2	315.0	269.6	584.6
V3	312.5	270.5	583.0
V4	280.0	272.9	552.9
V5	312.4	251.9	564.3
V8	362.9	286.8	649.7
V9	366.6	245.0	611.6

Cuadro 8. Análisis combinado. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM
Localidades	1	3871.10**
Bloques/Localidad	4	
Variedad/Localidad	6	180.29ns
Localidad/Variedad	6	206.65ns
Error	24	83.63

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 8) detecta diferencias significativas al 1% entre localidades.

No se detectaron diferencias para la interacción variedad x localidad. La significancia entre localidades indica la influencia que tienen las diferentes condiciones ambientales en esta variable.

Cuadro. 9 DMS al 5% para localidades. Mojanda – Pucará, 2006

Localidad	Medias	Rangos
Mojanda	108.6	A
Pucará	89.4	B

La prueba DMS al 5% (Cuadro 9) detecta la presencia de dos rangos ocupando el primer rango la Mojanda, por las condiciones que presenta la misma, como son altas precipitaciones, suelo arenoso, y temperaturas frías.

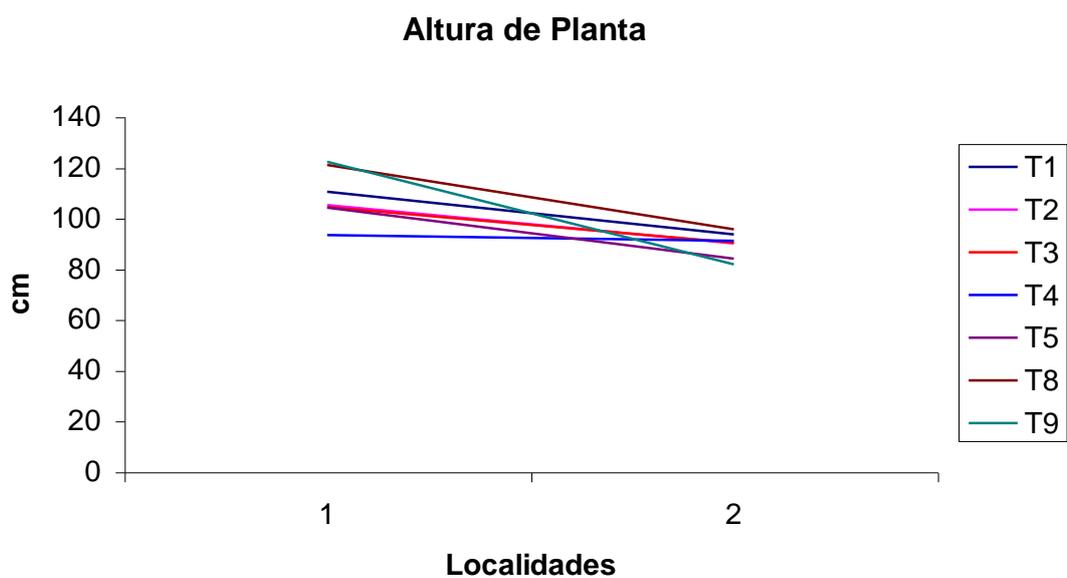


Fig. 1. Interacción entre localidades

En la fig. 1, se puede observar que todas las variedades tienen mayor altura en Mojanda, siendo la variedad 8 la que se comporta mejor en las dos localidades.

4.2. DIÁMETRO DEL TALLO BASAL

Cuadro 10. Medias de las variedades. Mojanda – Pucará, 2006

Varietades	Mojanda (mm)	Pucará (mm)
V1	7.0	8.4
V2	7.0	8.5
V3	7.2	7.5
V4	6.1	7.4
V5	6.5	7.0
V8	8.1	5.8
V9	8.6	5.5

Cuadro 11. Análisis de Varianza. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM	
		Mojanda	Pucará
Total	20		
Bloques	2	0.43ns	2.98ns
Tratamientos	6	2.30*	4.10*
Error	12		

ns = no significativo

* = significativo al 5%

CV: 3.25% 4.60%

X: 7.2 mm 7.2 mm

En el análisis de varianza cuadro 11, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, en cambio es significativo al 5% para tratamientos, la significancia entre variedades indica que el diámetro del tallo entre variedades no fue igual.

En Mojanda, se encontró un coeficiente de variación de 3.25% y una media de 7.2 mm.

En Pucará, se encontró un coeficiente de variación de 4.60% y una media de 7.2 mm.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5%

Mojanda		
Variedad	Media (mm)	Rangos
V9	8.6	A
V8	8.1	A B
V3	7.2	B C
V1	7.0	B C
V2	7.0	B C
V5	6.5	B C
V4	6.1	C

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5%

Pucará		
Variedad	Media (mm)	Rangos
V2	8.5	A
V1	8.4	A B
V3	7.5	A B
V4	7.4	A B
V5	7.0	A B
V8	5.8	A B
V9	5.5	B

La prueba de Tukey al 5% (Cuadros 12 y 13) detecta la presencia de tres rangos en Mojanda y dos rangos en Pucará.

Las variedades V9 y V8 las que ocupan el mayor rango en Mojanda, en Pucará donde el clima es mas seco el primer rango lo ocupan 6 variedades.

Cuadro 14. Arreglo combinado. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda	Pucará	Sumatoria Localidades
V1	20.9	25.2	46.1
V2	20.9	25.6	46.5
V3	21.5	22.5	44.1
V4	18.2	22.2	40.4
V5	19.4	21.1	40.5
V8	24.3	17.4	41.7
V9	25.7	16.5	42.2

Cuadro 15. Análisis combinado. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM
Localidades	1	0.01ns
Bloques/Localidad	4	
Variedad/Localidad	6	1.06ns
Localidad/Variedad	6	5.34**
Error	24	0.73

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 15) detectó que no existe significancia entre localidades sin embargo es significativo para la interacción variedad x localidad al 1%.

De no haberse detectado diferencias en cuanto al diámetro basal del tallo

entre localidades, se puede afirmar que las variedades responden en forma independiente a las condiciones ambientales.

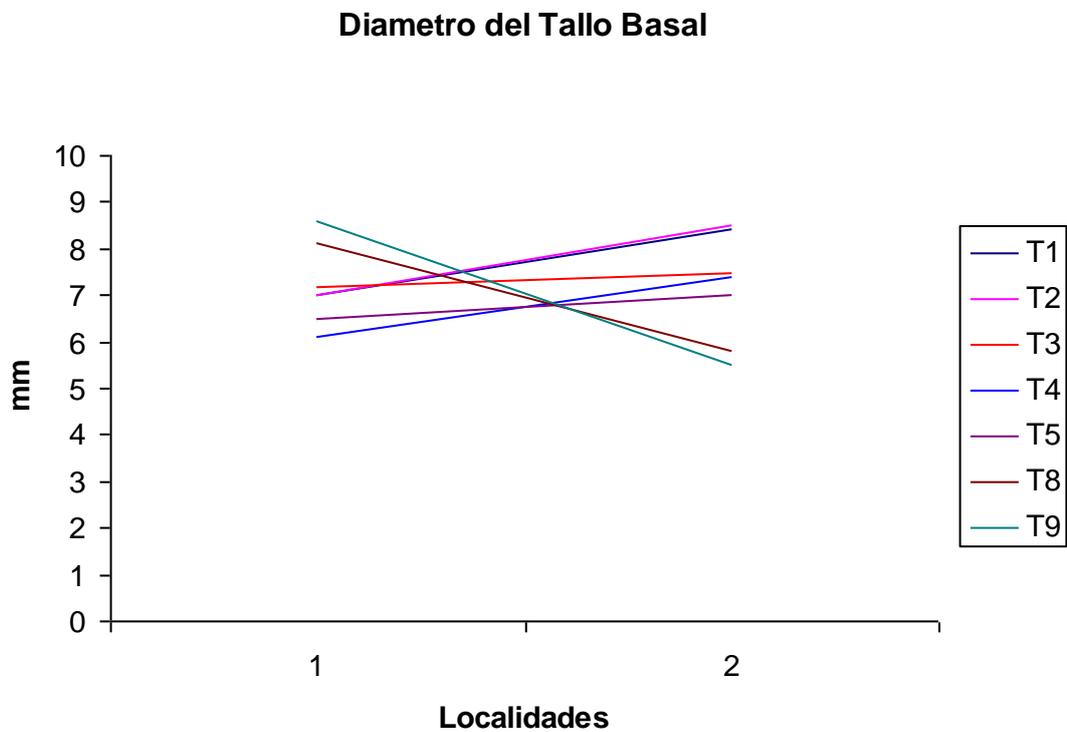


Fig. 2. Interacción entre localidades.

En la fig. 2, de la interacción, se observa que existe igualdad entre el diámetro del tallo entre las localidades, Mojanda y Pucará, presentan diámetros similares entre las variedades, cabe resaltar que entre las variedades que presentan un mayor diámetro del tallo en Mojanda, son las variedades de grano negro, caso contrario en Pucará, donde los mayores diámetros se encontró en las variedades de grano blanco.

4.3. LONGITUD DEL TALLO.

Cuadro 16. Medias de las variedades. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda (cm)	Pucará (cm)
V1	91.1	65.9
V2	81.9	63.1
V3	80.5	62.3
V4	73.6	62.5
V5	84.6	61.6
V8	92.1	69.4
V9	87.1	63.6

Cuadro 17. Análisis de Varianza. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM	
		Mojanda	Pucará
Total	20		
Bloques	2	87.5ns	157.6ns
Variedades	6	124.6ns	22.0ns
Error	12		

ns = no significativo

CV:	3.33%	2.74%
X :	84.40cm	64.04cm

El análisis de varianza (Cuadro 17) se detectó que no existe diferencia significativa entre variedades, la no significancia estadística entre variedades indica que la longitud del material genético no presenta mayor variabilidad, y esto ocurre en las dos localidades.

En Mojanda, se encontró un coeficiente de variación de 3.33% y una media de 84.40 cm.

En Pucará, se encontró un coeficiente de variación de 2.74% y una media de 64.04 cm.

Cuadro 18. Arreglo combinado. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda	Pucará	Sumatoria Localidades
V1	273.2	197.6	470.8
V2	245.6	189.3	434.9
V3	241.5	186.9	428.4
V4	220.8	187.6	408.4
V5	253.9	184.7	438.6
V8	276.3	208.1	484.4
V9	261.2	190.9	452.1

Cuadro 19. Análisis combinado. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM
Localidades	1	4349.3**
Bloques/Localidad	4	
Variedad/Localidad	6	111.82ns
Localidad/Variedad	6	34.85ns
Error	24	49.50

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 19) detecta significancia al 1% entre localidades, sin embargo no es significativo entre variedades y la interacción. La significancia estadística del la longitud del tallo entre localidades indica que existe diferencia de esta cualidad entre las variedades de cada localidad. El material genético en este aspecto responde de manera distinta, de acuerdo a las condiciones de los

ambientes.

Cuadro 20. DMS al 5% para localidades. Mojanda – Pucará, 2006

Localidad	Medias	Rangos
Mojanda	84.40	A
Pucará	64.05	B

La prueba de DMS al 5%, cuadro 20, detecta la presencia de dos rangos ocupando el primer rango Mojanda, debido a las condiciones climáticas presentes en esta localidad, como son, la precipitación, humedad, clima y altura.

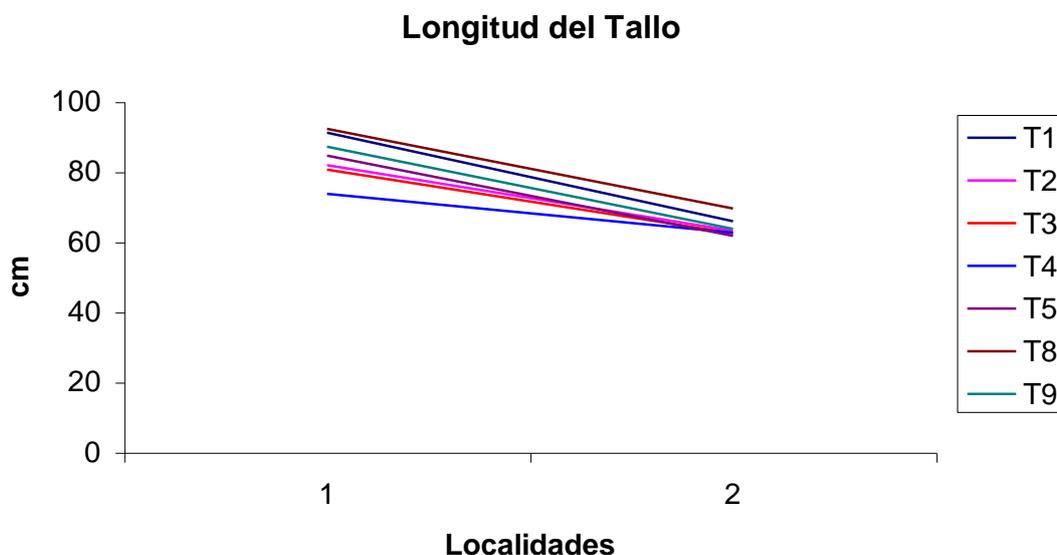


Fig. 3. Interacción entre localidades.

En la fig. 3, de la interacción, se observa que las variedades de Mojanda, alcanzaron una longitud de tallo mayor, a las variedades de Pucará, por tanto la longitud del tallo no es igual, cabe resaltar que entre las variedades que presentan una mayor longitud del tallo en Mojanda, son las variedades de grano negro, de tal

manera que las condiciones de Mojanda, favorecieron, para que las variedades de grano negro alcanzaran una mejor longitud del tallo, demostrando una buena aceptación a esas condiciones agro climáticas.

4.4. LONGITUD DE LA PANOJA.

Cuadro 21. Medias de las variedades. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda (cm)	Pucará (cm)
V1	19.9	27.7
V2	23.1	26.8
V3	23.7	28.1
V4	19.7	27.8
V5	19.5	24.5
V8	28.9	26.2
V9	35.1	18.0

Cuadro 22. Análisis de Varianza. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM	
		Mojanda	Pucará
Total	20		
Bloques	2	18.4ns	26.0ns
Tratamientos	6	102.3**	37.8*
Error	12		

ns = no significativo

** = significativo al 1%

CV:	3.41%	3.97%
X:	24.3cm	25.6cm

En el análisis de varianza (Cuadro 22) se observa que no existe diferencia significativa entre bloques en las dos comunidades, sin embargo es significativo al 1% entre variedades en Mojanda, y significativo al 5% en Pucará, lo que quiere decir que existe mayor variabilidad genética con respecto a la longitud de la panoja entre las variedades de Mojanda, la significancia estadística entre variedades nos dice que el material genético no es igual entre las variedades.

En Mojanda, se encontró un coeficiente de variación de 3.41% y una media de 24.3 cm.

En Pucará, se encontró un coeficiente de variación de 3.97% y una media de 25.6 cm.

Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5%

Mojanda		
Variedad	Media	Rangos
V9	35.1	A
V8	28.9	B
V3	23.7	B C
V2	23.1	B C
V1	19.9	C
V4	19.7	C
V5	19.5	C

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5%

Pucará		
Variedad	Media	Rangos
V3	28.1	A
V4	27.8	A
V1	27.7	A
V2	26.8	A B
V8	26.2	A B
V5	24.5	A B
V9	18.0	B

La prueba tukey al 5% (Cuadros 23 y 24) detecta la presencia de tres rangos en Mojanda y 2 rangos en Pucará, siendo la variedad V9 y V8 , con el mejor rango en Mojanda y la variedad V3 y V4 con el mejor rango en Pucará. Al respecto se debe manifestar que los rangos grandes tienen mayor rendimiento que los

pequeños por la variación entre el tamaño de la panoja, se puede deducir que la V9, es superior al resto de variedades.

Cuadro 25. Arreglo combinado. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda (cm)	Pucará (cm)	Sumatoria Localidades
V1	59.6	83.1	142.7
V2	69.3	80.3	149.6
V3	71.0	84.3	155.3
V4	59.1	83.5	142.6
V5	58.4	73.6	132.0
V8	86.6	78.5	165.1
V9	105.4	54.1	159.5

Cuadro 26. Análisis combinado. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM
Localidades	1	18.67**
Bloques/Localidad	4	
Variedad/Localidad	6	21.59ns
Localidad/Variedad	6	118.38**
Error	24	7.71

ns = no significativo

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 26) detecta la significancia al 1% entre localidades, sin embargo es no significativo para la interacción variedades x localidades. La significancia entre localidades indica la influencia que tienen las diferentes condiciones ambientales en esta variable.

Cuadro 27. DMS al 5% para localidades. Mojanda – Pucará, 2006

Localidad	Medias	Rangos
Pucará	25.60	A
Mojanda	24.30	B

La prueba de DMS al 5% (Cuadro 27) detecta la presencia de dos rangos ocupando el primer rango Pucará, las condiciones agro climáticas de esta localidad, como: temperatura, precipitación y tipo de suelo, favorecieron para el desarrollo de la panoja.

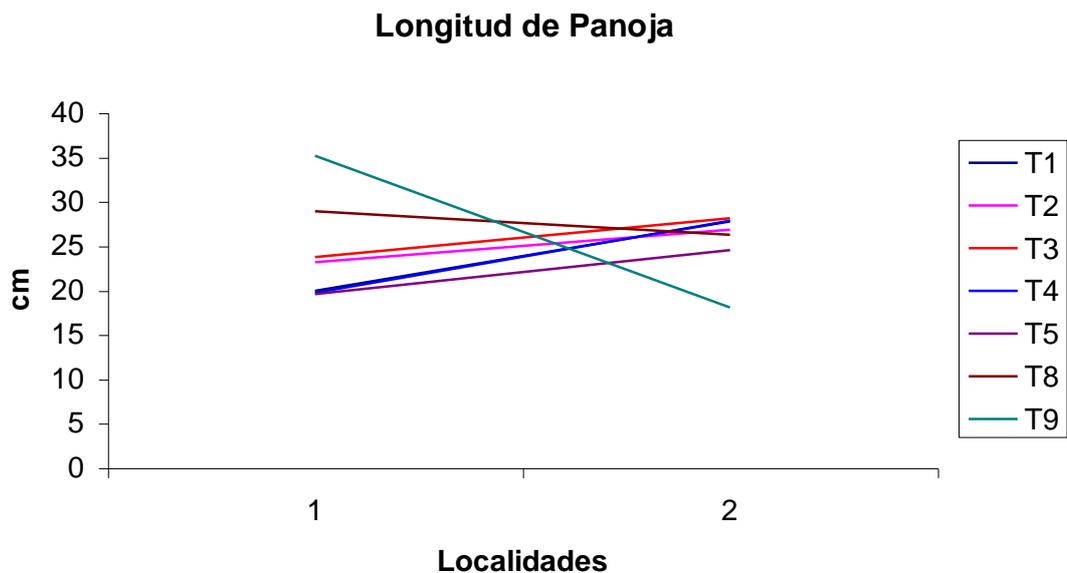


Fig. 4. Interacción entre localidades.

En la fig. 4, de la interacción se puede apreciar que las longitudes de la panoja entre las variedades de Mojanda, tienen un rango de separación mayor que las variedades de Pucará, las variedades que mayor longitud de panoja alcanzaron en la localidad 1, fueron la V9 y V8, caso contrario sucedió en Pucará, en donde la mismas variedades V9 y V8, quedaron rezagadas de las demás, de tal manera que

las condiciones de Mojanda, favorecieron a las variedades de grano negro, para alcanzar un mayor diámetro de la panoja, y las condiciones agro climáticas de Pucará, favorecieron a las variedades de grano blanco, que fueron las que alcanzaron los valores mas altos en esta variable.

4.5. RENDIMIENTO

Cuadro 28. Medias de las variedades. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda (kg/m²)	Pucará (kg/m²)
V1	0.06	0.14
V2	0.09	0.13
V3	0.13	0.13
V4	0.05	0.14
V5	0.05	0.13
V8	0.07	0.08
V9	0.09	0.05

Cuadro 29. Análisis de Varianza. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM	
		Mojanda	Pucará
Total	20		
Bloques	2	0.005**	0.0001ns
Tratamientos	6	0.002*	0.0033*
Error	12		

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

CV: 11.40% 3.20%

X: 0.47g 0.69g

En el análisis de varianza (Cuadro 29) se observa que existe diferencia significativa al 5% entre variedades, en las dos localidades, lo que significa que el rendimiento es diferente en las distintas variedades.

En Mojanda , se encontró un coeficiente de variación de 11.40% y una media de 0.47 g.

En Pucará, se encontró un coeficiente de variación de 3.20% y una media de 0.69g.

Cuadro 30. Prueba de Tukey al 5%

Mojanda		
Variedad	Media	Rangos
V3	0.13	A
V2	0.09	A B
V9	0.09	A B
V8	0.07	A B
V1	0.06	A B
V4	0.05	B
V5	0.05	B

Cuadro 31. Prueba de Tukey al 5%

Pucará		
Variedad	Media	Rangos
V1	0.14	A
V4	0.14	B
V2	0.13	B
V3	0.13	B
V5	0.13	B
V8	0.08	B
V9	0.05	B

La prueba de Tukey (Cuadros 30 y 31) detectan la presencia de dos rangos en Mojanda y en Pucará, siendo la variedad V3, con el rango mas alto en Mojanda y la variedad V1 en Pucará, cabe resaltar que las variedades de grano blanco presentaron mejor rendimiento en las dos localidades, las variedades V3, V4 como V1, alcanzaron el mejor diámetro de panoja, que se lo considera como un parámetro de rendimiento.

Cuadro 32. Arreglo combinado. Mojanda – Pucará, 2006

Variedades	Mojanda	Pucara	Sumatoria Localidades
V1	1.13	2.60	3.73
V2	1.69	2.36	4.05
V3	2.40	2.35	4.75
V4	0.96	2.44	3.40
V5	0.94	2.30	3.24
V8	1.23	1.52	2.75
V9	1.55	0.96	2.51

Cuadro 33. Adeva para el arreglo combinado. Mojanda – Pucará, 2006

FV	Gl	CM
Localidades	1	74.7**
Bloques/Localidad	4	
Variedad/Localidad	6	377.0**
Localidad/Variedad	6	321.6**
Error	24	

** = significativo al 1%

El análisis de varianza (Cuadro 33) detecta la significancia al 1% entre localidades, e interacción variedades localidades. La significancia entre localidades y variedades indica la influencia que tienen las diferentes condiciones ambientales en esta variable.

Cuadro 34. DMS al 5% para localidades. Mojanda – Pucará, 2006

Localidad	Medias	Rangos
Pucará	0.69	A
Mojanda	0.47	B

La prueba DMS al 5% (Cuadro 34) detecta la presencia de dos rangos ocupando el primer rango la de Pucará, las condiciones agro climáticas de tipo de precipitación, tipo de suelo y ubicación geográfica en esta localidad fueron optimas para lograr un buen rendimiento.

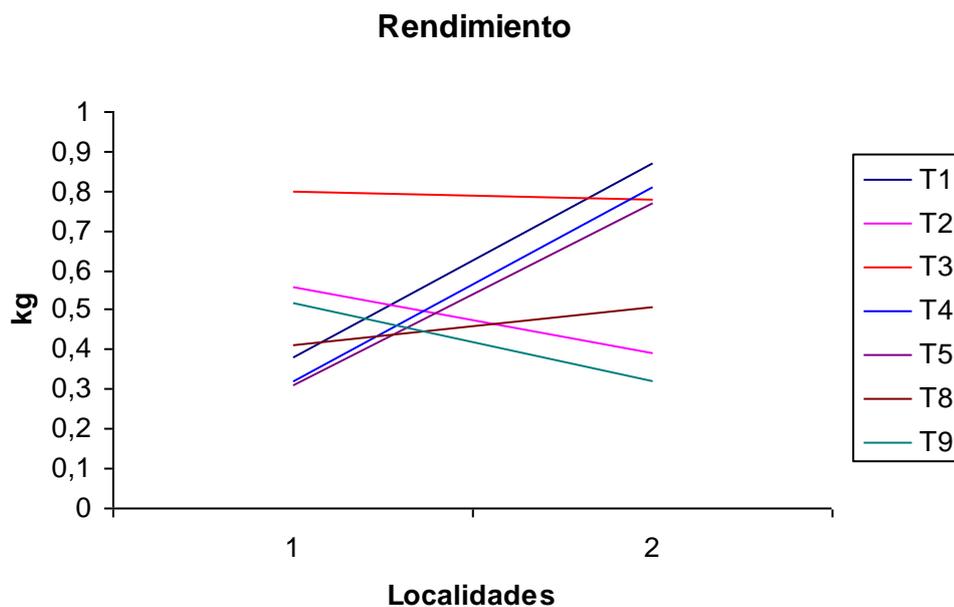


Fig. 5. Interacción entre comunidades.

En la fig. 5, de la interacción se observa que existe variabilidad de rendimiento entre las variedades de cada localidad, por la separación que presentan las mismas, la una de la otra, a su vez se determinó que las mejores variedades en cuanto a rendimiento en cada localidad, son variedades de grano blanco (*amaranthus caudatus*), las condiciones agro climáticas de Pucará, favorecieron a las variedades de grano blanco, que fueron las que alcanzaron los rendimientos mas altos.

Esta variable es muy importante debido a que lo que se busca es determinar cual

de las variedades es la de mejor rendimiento para o cual se utilizó, el método de estabilidad de las medias de los genotipos.

Cuadro 35. Medias de genotipo . Mojanda – Pucará, 2006

	Mojanda		Pucará		G	g
V1	0.19	- 0.10	0.43	0.14	0.31	0.02
V2	0.28	- 0.01	0.39	0.10	0.34	0.04
V3	0.40	0.11	0.39	0.10	0.40	0.10
V4	0.16	- 0.13	0.41	0.12	0.29	- 0.01
V5	0.16	- 0.13	0.38	0.09	0.27	- 0.02
V8	0.21	- 0.08	0.25	- 0.04	0.23	- 0.06
V9	0.26	- 0.03	0.16	- 0.13	0.21	- 0.08
E	0.24	- 0.37	0.34	0.38	0.29	0.00
e	- 0.05		0.05		- 0.01	

Mejor genotipo la variedad V3 con un índice de 0.10, el mejor ambiente en cambio fue Pucará con 0.05 de índice.

Cuadro 36. Interacción de Ambientes. Mojanda – Pucará, 2006

	Mojanda	Pucará
V1	- 0.07	0.17
V2	0.0	0.11
V3	0.06	0.05
V4	- 0.07	0.18
V5	- 0.06	0.16
V8	0.03	0.07
V9	0.10	0.0

Para la interacción se debe trabajar con la V3 en Mojanda que tiene un índice de 0.11, así como en Pucará con 0.10 y la V1 en Pucará que tiene el índice mejor de 0.14.

4.6. DÍAS A LA FORMACIÓN DE LA PANOJA

Cuadro 37. Días al panojamiento. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	60	63	51
Variedad 2 (Ecu-0113)	55	63	51
Variedad 3 (Ecu-2210)	50	58	47
Variedad 4 (Ecu-4737)	55	58	49
Variedad 5 (Ecu-4744)	55	58	47
Variedad 6 (Ecu-0069)	74	84	67
Variedad 7 (Ecu-0082)	81	84	67
Variedad 8 (Ecu-0102)	96	70	56
Variedad 9 (Ecu-0123)	74	63	51
Variedad 10 (Ecu-0162)	74	84	67

En el cuadro 37 se observa que existe diferencia en el número de días a la formación de la panoja entre variedades y entre localidades. En las localidades las variedades más precoces fueron la Ecu-2210, Ecu-4737 y Ecu-4744, y las más tardías Ecu-0069, Ecu-0082 y Ecu-0162, por los resultados encontrados, se puede establecer que el medio ambiente determina la duración del periodo de floración.

4.7. DÍAS A LA FLORACIÓN

Cuadro 38. Días a la floración. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	78	84	71
Variedad 2 (Ecu-0113)	70	84	71
Variedad 3 (Ecu-2210)	65	79	63
Variedad 4 (Ecu-4737)	72	79	63
Variedad 5 (Ecu-4744)	72	79	63
Variedad 6 (Ecu-0069)	96	98	81
Variedad 7 (Ecu-0082)	96	110	X
Variedad 8 (Ecu-0102)	110	94	71
Variedad 9 (Ecu-0123)	81	79	63
Variedad 10 (Ecu-0162)	96	94	X

En el cuadro 38 se observa diferencia de tiempo a la floración entre variedades y comunidades, las variedades más precoces fueron las de la comunidad de Pucará, sin embargo existe relación entre las dos comunidades sobre las más precoces de entre todas las variedades, estas son Ecu-2210, Ecu-4737, Ecu-4744 y Ecu-0123 y las tardías Ecu-0069 y Ecu-0162.

4.8. ACTITUD DE LA INFLORESCENCIA TERMINAL

Cuadro 39. Actitud de la inflorescencia terminal. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	3	3	3
Variedad 2 (Ecu-0113)	2	3	3
Variedad 3 (Ecu-2210)	1	1	1
Variedad 4 (Ecu-4737)	3	3	3
Variedad 5 (Ecu-4744)	2	2	2
Variedad 6 (Ecu-0069)	1	1	1
Variedad 7 (Ecu-0082)	2	1	1
Variedad 8 (Ecu-0102)	2	1	1
Variedad 9 (Ecu-0123)	2	1	1
Variedad 10 (Ecu-0162)	2	2	2

En el cuadro 39 se observa similitud entre comunidades en esta variable, sin embargo existe diferencia en algunas variedades con los datos del descriptor, cabe resaltar la presencia de mayor cantidad de variedades con inflorescencia terminal erecta, seguido por la decumbente y finalmente solo las variedades Ecu-4744 y Ecu-0162 con inflorescencia semierecta, cabe resaltar que el medio ambiente no influyó sobre la actitud de la inflorescencia.

4.9. COLOR DE LA INFLORESCENCIA

Cuadro 40. Color de la inflorescencia. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	3	2	2
Variedad 2 (Ecu-0113)	3	2	2
Variedad 3 (Ecu-2210)	4	4	4
Variedad 4 (Ecu-4737)	2	2	2
Variedad 5 (Ecu-4744)	4	4	4
Variedad 6 (Ecu-0069)	7	7	7
Variedad 7 (Ecu-0082)	7	7	7
Variedad 8 (Ecu-0102)	7	7	7
Variedad 9 (Ecu-0123)	7	7	7
Variedad 10 (Ecu-0162)	4,3,7	2-3-6	6-7

En el cuadro 40 se observa diferencia de colores de inflorescencia entre variedades sin embargo similitud entre las comunidades y el descriptor, con una acepción en la Ecu-0162, en la cual podemos observar diferencias entre comunidades y descriptor, por lo tanto concluimos que es una variedad que esta segregando, ya que el medio ambiente no afecto a las otras 9 variedades en estudio.

4.10. DENSIDAD DE LA INFLORESCENCIA

Cuadro 41. Densidad de la inflorescencia. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	1	1	1
Variedad 2 (Ecu-0113)	3	3	3
Variedad 3 (Ecu-2210)	3	3	3
Variedad 4 (Ecu-4737)	2	2	2
Variedad 5 (Ecu-4744)	3	2	2
Variedad 6 (Ecu-0069)	2	2	2
Variedad 7 (Ecu-0082)	2	2	2
Variedad 8 (Ecu-0102)	1	2	2
Variedad 9 (Ecu-0123)	2	2	2
Variedad 10 (Ecu-0162)	2	2	2

En el cuadro 41 se observa que existe similitud en los resultados de cada comunidad en comparación con el descriptor, cabe resaltar que la mayoría de las variedades en estudio presenta inflorescencia intermedia, en esta variable, el medio ambiente tampoco ejerció influencia alguna.

4.11. TIPO DE INFLORESCENCIA

Cuadro 42. Tipo de Inflorescencia. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	2	1	1
Variedad 2 (Ecu-0113)	1	1	1
Variedad 3 (Ecu-2210)	1	1	1
Variedad 4 (Ecu-4737)	1	1	1
Variedad 5 (Ecu-4744)	1	1	1
Variedad 6 (Ecu-0069)	1	1	1
Variedad 7 (Ecu-0082)	1	1	1
Variedad 8 (Ecu-0102)	1	1	1
Variedad 9 (Ecu-0123)	1	1	1
Variedad 10 (Ecu-0162)	1	1	1

En el cuadro 42 se detecta la presencia de un solo tipo de inflorescencia entre las comunidades, sin embargo existe una pequeña diferencia entre el descriptor y las comunidades en la variedad Ecu-0014, el medio ambiente no afectó sobre la inflorescencia en ninguna de las comunidades.

4.12. RAMIFICACIÓN

Cuadro 43. Ramificación. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	3	0	0
Variedad 2 (Ecu-0113)	0	0	0
Variedad 3 (Ecu-2210)	0	0	0
Variedad 4 (Ecu-4737)	0	0	0
Variedad 5 (Ecu-4744)	0	0	0
Variedad 6 (Ecu-0069)	0	0	0
Variedad 7 (Ecu-0082)	0	0	0
Variedad 8 (Ecu-0102)	3	0	0
Variedad 9 (Ecu-0123)	0	0	0
Variedad 10 (Ecu-0162)	3	0	0

En el cuadro 43 se notó la similitud de tipo de ramificación entre comunidades, sin embargo existe diferencia en las variedades Ecu-0014, Ecu-0102 y Ecu-0162 con los datos del descriptor, una vez mas el medio ambiente no influyó en el tipo de ramificación de las variedades estudiadas.

4.13. DÍAS A LA COSECHA

Cuadro 44. Días a la cosecha. Mojanda – Pucará, 2006

	Descriptor	Mojanda	Pucará
Variedad 1 (Ecu-0014)	135	177	127
Variedad 2 (Ecu-0113)	128	172	130
Variedad 3 (Ecu-2210)	120	172	126
Variedad 4 (Ecu-4737)	128	184	129
Variedad 5 (Ecu-4744)	128	184	127
Variedad 6 (Ecu-0069)	152	x	158
Variedad 7 (Ecu-0082)	173	x	172
Variedad 8 (Ecu-0102)	166	212	157
Variedad 9 (Ecu-0123)	136	202	143
Variedad 10 (Ecu-0162)	146	x	159

En el cuadro 44 se observó diferencia del tiempo de la cosecha entre comunidades y descriptor, llegando a la conclusión que el medio ambiente y la época de siembra afecta en la duración de la cosecha, sin embargo cabe resaltar que en las dos comunidades las variedades Ecu-0014, Ecu-0113 y Ecu-2210 fueron las mas precoces, caso contrario con las variedades Ecu-0082 y Ecu-0162 en Pucará y Ecu-0102 y Ecu-0123 en Mojanda, que fueron tardías. Como podemos observar las variedades Ecu-0069, Ecu-0082 y Ecu-0162 de la comunidad de Mojanda, no llegaron a la cosecha, por motivo del volteamiento que sufrieron las mismas, por

el exceso de viento y lluvia a causa del invierno.

4.14. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE HARINA

Cuadro 45. Análisis de harina Mojanda. Mojanda – Pucará, 2006

	V1	V2	V3	V4	V5	V8	V9
% N	2,300	1,930	2,190	2,290	2,330	2,240	2,390
% Ca	0,342	0,145	0,174	0,165	0,173	0,409	0,328
ppm Cu	9,100	8,010	9,710	9,990	10,170	12,620	12,520
ppm Fe	221,400	146,700	221,200	183,600	224,800	465,000	324,100
% K	0,590	0,416	0,520	0,548	0,523	0,528	0,502
% Mg	0,430	0,211	0,306	0,297	0,298	0,390	0,352
ppm Mn	52,710	20,200	26,460	25,140	25,260	45,490	40,210
ppm Na	56,150	14,830	60,000	50,410	52,230	62,550	60,920
% P	0,623	0,349	0,534	0,482	0,506	0,497	0,494
% S	0,197	0,146	0,195	0,210	0,204	0,202	0,203
ppm Zn	34,850	42,470	48,410	52,520	51,410	47,330	51,310
% Protein	14,380	12,040	13,680	14,290	14,580	13,970	14,930

Brigham Young University Laboratory (2007)

Cuadro 46. Análisis de harina Pucará. Mojanda – Pucará, 2006

	V1	V2	V3	V4	V5	V8	V9
% N	1,850	1,740	1,800	1,270	1,830	2,320	2,340
% Ca	0,134	0,145	0,139	0,123	0,163	0,354	0,383
ppm Cu	6,800	6,780	6,780	5,750	6,960	9,620	9,860
ppm Fe	148,200	385,100	318,400	178,600	335,800	280,900	329,100
% K	0,420	0,408	0,503	0,375	0,439	0,493	0,555
% Mg	0,257	0,256	0,301	0,224	0,249	0,415	0,439
ppm Mn	23,660	26,270	26,090	18,810	25,780	51,870	57,210
ppm Na	44,760	55,950	58,620	51,720	36,690	58,580	61,130
% P	0,410	0,419	0,482	0,364	0,432	0,500	0,551
% S	0,156	0,141	0,153	0,131	0,142	0,177	0,189
ppm Zn	29,320	30,730	29,080	32,140	29,090	30,300	31,590
% Protein	11,570	10,850	11,260	7,930	11,410	14,480	14,600

Brigham Young University Laboratory (2007)

4.15. COSTO DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTÁREA DE AMARANTO

Cuadro 47. Costos Variables

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES E INSUMOS						EQUIPOS Y MAQUINARIA				TOTAL
	# jornales	Cost. Unitario	Sub total	Nombre	Cantidad	unidad	Costo unitario	# de aplicaciones	Sub total	Nombre	Hora/cantidad	Costo unitario	Sub total	
A. Costos Variables														524.37
1.- Trabajos previos	1	9	9	glifosato	1	galón	16.65	1	16.65	Equipo de fumigación DEPRECIACIÓN				25.50
2.- Preparación suelo														72.95
2.1.- toma de muestra suelo	0.5	9	4.5											
2.2.- Análisis suelo			23.45											
2.3.- arada										Tractor	2	15	30	
2.4.- rastra										Tractor	1	15	15	
3. Siembra														65.00
3.1.- semilla				amaranto	10	kg			20.00					
3.2- Siembra de amaranto	5	9	45.00											
4.- Labores culturales														286.92
4.1.- fertilización	5	9	45.00	úrea	2	qq	23.60	2	47.20					
				18-46-0	1	qq	22.50	1	22.50					
				sulpomag	2	qq	15.61	2	31.22					
4.2.- control de malezas (manual)	5	9	40							Pala y azadones DEPRECIACIÓN				
4.3.- control de plagas y enfermedades	2	9	18	Neem-X	2	litro	21.50	1	43.00	Equipo de fumigación DEPRECIACIÓN				
4.4.- control de malezas (manual)	5	9	40											
5. Cosecha y trilla	6	9	54											54.00
6. Transporte										Camión			20	20.00

Cuadro 48. Costos fijos

B.- COSTOS FIJOS	
Renta de la tierra	100.00
Administración (5%)	26.21
Asistencia técnica (2 visistas)	40.00
Interés capital (6%)	28.76
Reserva (5%)	26.21
Depreciación	52.40
TOTAL	273.58

Cuadro 49. Depreciación de equipos

DEPRECIACIÓN					
EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	CICLO DEL EQUIPO	DEPRECIACIÓN ANUAL
Equipo fumigación	2	55.00	110.00	5 años	22.00
Tanque	2	30.00	60.00	5 años	12.00
Balde	4	2.75	11.00	1 año	11.00
Pala	5	3.40	17.00	5 años	3.40
Azadón	5	4.00	20.00	5 años	4.00
TOTAL					52.40

$$CT = CF + CV = 273.58 + 524.37$$
$$CT = 797.95$$

RESULTADOS DE INGRESOS = 4 000 Kg

$$I = 4\ 000 \times 1.80 = 7\ 200$$

$$B = I - CT$$

$$B = 7\ 200 - 797.95$$

$$B = 6402.05$$

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

$$6402.05 / 797.95 = 8.0$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de analizar los resultados de la presente investigación, se ha obtenido las siguientes conclusiones:

1. En la altura de planta no se presentó diferencia significativa en las dos localidades, la mejor localidad fue Mojanda que obtuvo alturas de 93.3 cm a 122.2 cm.
2. El diámetro del tallo es un factor de carácter genético, puesto que los resultados obtenidos demuestran que las condiciones ambientales no afectan a esta variable.
3. En relación a la longitud del Tallo no existe diferencia significativa para variedades, esto ocurre en las dos localidades, sin embargo es significativa entre localidades, siendo la mejor localidad para esta variable Mojanda donde se observó que las variedades alcanzaron una longitud de tallo mayor.

4. Referente a la longitud de la panoja se observó que existe diferencia significativa para variedades, el material genético no es igual entre las variedades, siendo las variedades Ecu-0123 y Ecu-0102, con el mejor rango en Mojanda y la variedad Ecu-2210 y Ecu-4737 en Pucará, la mejor localidad fue Pucará por presentar los mejores resultados.
5. En cuanto al rendimiento, se observó que existe diferencia significativa para variedades, la variedad Ecu-2210, con el rango más alto en Mojanda, y la variedad Ecu-0014 en Pucará , siendo la mejor localidad Pucará, donde se obtuvo los más altos rendimientos, las mejores variedades en cuanto a rendimiento en cada localidad fueron las variedades de grano blanco (*amaranthus caudatus*).
6. Los días al panojamiento en Mojanda estuvieron comprendidos entre 58 a 64 días y en Pucará de 47 a 67 días, se observó en las dos comunidades que las variedades más precoces fueron Ecu-2210, Ecu-4737 y Ecu-4744, el medio ambiente ejerció influencia en el tiempo de panojamiento.
7. En Mojanda los días a la floración fue entre 79 a 110 días desde la siembra y los días la cosecha fue entre 172 a 202 días, mientras que en Pucará los días a la floración estuvieron comprendidos entre 63 a 81 días desde la siembra y la cosecha fue entre 126 a 172 días.
8. En la actitud de la inflorescencia terminal, color de inflorescencia, densidad de

la inflorescencia, tipo de inflorescencia y ramificación, se pudo notar similitud entre comunidades, cabe resaltar que el medio ambiente no ejerció ningún efecto en estas variables.

9. En cuanto al análisis de la harina de amaranto, las variedades que alcanzaron mayor porcentaje de hierro (Fe), en la comunidad de Mojanda fue la Variedad Ecu-0102 con 465.0 ppm y en Pucará la variedad Ecu-0113 con 385.1 ppm, con respecto al porcentaje de proteína en Mojanda las variedades que alcanzaron los mas altos porcentajes fueron las variedades Ecu-0014, Ecu-4737, Ecu-4744 y Ecu-0123 con un promedio de 14% de proteína.

10. El costo de producción de una hectárea del cultivo de amaranto es de \$1 543.95 dólares, los ingresos obtenidos por esta inversión es de \$2 520 dólares logrando una relación beneficio-costo de \$ 0.63 dólares.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar variedades homogéneas, para facilitar la toma e interpretación de los datos, y a la vez obtener resultados más exactos.
- Se debe sembrar a principios del año, con suelos húmedos, para asegurar la germinación, el piso climático no debe superar los 2900 msnm, sobre esta altura, el cultivo es tardío y el invierno puede afectar la cosecha.
- Realizar investigaciones, sobre los diferentes pisos climáticos, y épocas de siembra, para ver la influencia de los mismos en el cultivo de amaranto.
- Utilizar diferentes técnicas de cultivo como mixtos, o de labranza cero, para ver el comportamiento del amaranto ante los mismos.
- Realizar una investigación sobre adaptación de las mejores variedades de la presente investigación, con el fin de poder conocer la mejor variedad, en cuanto a precocidad, rendimiento y calidad de grano.
- En la cosecha se debe tener en cuenta los signos de madurez, si no se la realiza en el tiempo indicado la pérdida por caída de grano será en porcentajes altos.

RESUMEN

ADAPTACIÓN DE CINCO LÍNEAS DE AMARANTO DE GRANO BLANCO *Amarantus caudatus* Y CINCO LÍNEAS DE ATACO O SANGORACHE *Amarantus hybridus* EN LOS CANTONES OTAVALO Y ANTONIO ANTE

La presente investigación se realizó en dos localidades Pucará a 2 513 msnm y Mojandita Mirador a 2 922 msnm, ambas en la provincia de Imbabura. Ecuador. Los objetivos del trabajo fueron: realizar la caracterización morfológica, agronómica y de calidad de las diez líneas de amaranto en estudio; identificar las líneas con las mejores características en rendimiento de grano y biomasa; determinar las características nutricionales de las líneas experimentales; obtener el costo de producción de una hectárea de amaranto. Se formuló la siguiente hipótesis: las características agronómicas y nutricionales de las diez líneas en estudio son iguales en las dos comunidades.

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones en cada localidad. Se realizaron pruebas de significación: Tukey al 5% para variedades, DMS al 5% para localidades y Análisis Combinado para la Interacción variedades x localidades.

Se probaron las siguientes líneas: ECU-0014, ECU-0113, ECU-2210, ECU-4737, ECU-4744 de grano blanco y ECU-0069, ECU-0082, ECU-0102, ECU-0123 y

ECU-0162 de grano negro. Las líneas analizadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo basal, longitud del tallo, longitud de la panoja y rendimiento de grano/parcela.

Del estudio realizado, se concluye que no existen diferencias significativas en altura de planta y longitud del tallo entre líneas, en las dos comunidades. En el diámetro del tallo basal, longitud de la panoja y rendimiento se detectaron diferencias significativas entre líneas. Entre localidades se encontró que los resultados más promisorios se alcanzaron en Pucará. La línea Ecu-2210, presentó el mejor rendimiento en Mojanda, con un promedio de 1 300 kg/ha y la variedad Ecu-0014 en Pucará, con 1 400 kg/ha. Los mayores contenidos de proteína y hierro se alcanzaron en Mojanda; las líneas Ecu-0162 y Ecu-4744 obtuvieron el porcentaje más alto de proteína, 14.93 % y 14.58%. La variedad Ecu-0102 presentó 465,0 ppm de contenido de hierro, obteniendo el primer lugar. El costo de producción de una hectárea del cultivo de amaranto es de \$1 543.95 dólares, los ingresos obtenidos por esta inversión es de \$2 520 dólares logrando una relación beneficio-costos de \$ 0.63 dólares.

Se recomienda cultivar las líneas Ecu-0162 y Ecu-4744 si se desea mayor contenido de proteína y para obtener grano con alto contenido de hierro se recomienda la línea Ecu-0102. Para obtener mejor rendimiento de grano por metro cuadrado de superficie, se recomienda cultivar la línea Ecu-2210 si se lo va hacer a alturas de 2 900 msnm, y la línea Ecu-0014 a alturas menores a 2 600 msnm. Por los resultados obtenidos, no se recomienda sembrar amaranto a alturas mayores de 3 000 msnm.

SUMMARY

ADAPTATIONS OF FIVE PALE-TYPE GRAIN AMARANTH ACCESSIONS *Amaranthus caudatus* AND FIVE ATACO OR SANGORACHE ACCESSIONS *Amaranthus hybridus* IN THE CITIES OF OTAVALO AND ANTONIO ANTE

This study was conducted in two locations: Pucará (2,413m above sea level) and Mojandita (2,922m above sea level), both of which are found in the province of Imbabura, Ecuador. The objectives of this study were to: characterize the morphological and agronomic traits as well as the overall quality of the ten amaranth accessions in this study; identify the accessions with the highest yield and biomass; determine the nutritional characteristics of the experimental accessions; and determine the cost of production of amaranth per hectare. The following null hypothesis was assumed: the agronomic and nutritional characteristics of the ten accessions in this study are equal in both locations.

A randomized block design with ten treatments and three repetitions was employed for each location. The following tests of significance were performed: Tukey test at the 5% significance level for accessions, DMS at 5% for locations and Combined Analysis for the variety x location interaction. The following lines were used: ECU-0014, ECU-0113, ECU-2210, ECU-4737, ECU-4744, which represented pale-seeded grain types, y ECU-0069, ECU-0082, ECU-0102, ECU-0123 y ECU-0162, representing dark-seeded grain types.

These accessions were analyzed for: plant height, diameter of the base of the stem, stem length, panicle length, grain/plot yield.

Based on the results of this study, we conclude that no significant difference exists between the accessions on the basis of plant height and stem length in either location. For stem diameter, panicle length, and yield, however, significant differences among the accessions were detected. Between locations, the most promising results were observed in Pucará. The accession ECU-2210 gave the highest yield in Mojanda, with 1,300kg/ha, while the accession ECU-0014 had the highest yield in Pucará, with 1,400kg/ha. Overall, the best protein and iron content was observed in Mojanda; the accessions ECU-0162 and ECU-4744 had the highest percentage of protein, with 14.93 % y 14.58% respectively. The highest observed iron content was 465.0 ppm in the accession ECU-0102. The cost of producing one hectare of cultivated amaranth grain is \$1,543.95. The sale of this investment totaled \$2,520, giving a cost-benefit ratio of \$0.63.

Growing the accessions ECU-0612 and ECU-4744 is recommended if high protein content is desired, while the accession ECU-0102 is recommend in order to obtain the highest iron content. To obtain the highest yield per square meter, the accessions ECU-2210 is recommended at altitudes of 2,900m above sea level, while ECU-0014 is recommend for altitudes less than 2,600m. Based on the results of this study, it is not recommended that amaranth be planted at altitudes higher than 3,000m.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLARD, R. W. (1964). Relating ship between genetic diversity consistency of performance in difference environments crop Sci. !:127-133pp.
- ARÉVALO, S. 1990. Determinación de la Calidad Biológica y Organoléptica del Concentrado de Hojas de *Amaranthus caudatus* L. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia.pp.
- BENAVIDES C. (1996). Comportamiento de seis variedades de amaranto(*amaranthus caudatus* L.) a través de cinco localidades de la provincia Mizque-Cochabamba pp.
- CABRERA, N. y J. FARGAS, (1987). Análisis del seguimiento de dos especies de amaranthus. Ed. Arch. Latinoamericano. Nutri. 2:1-39
- CARBALLO, C. A. y A. MARQUEZ. (1970). Composición de variedades de maíz de el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia. 5(1):129-146 pp.

- CATÁLOGO DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE AMARANTO (2003) (*Amaranthus sp.*) INIAP-ECUADOR, 2003. programa Nacional de Leguminosas y granos andinos pp.
- COLECCIÓN FAO, (1992). Producción y Protección Vegetal N° 26. Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) Roma, Italia 143-146 pp.
- GADERI, A.; E. H. EVERSON y C. E. CRESS. (1980). Classification of environment and genotypes in wheat. *Crop. Sci.* 27(6):707-710.
- HAUPTLI, H. 1977. Agronomic Potential and Breeding Strategy for Grain Amaranths. In: Proceedings of the first Amaranth Seminar. Rodale Press. Inc. USA pp 71-81.
- IRVING, D.W., BETSCHART, A.A. y SAUNDERS, R.M. 1981. Morphologic studies on *Amaranthus cruentus*. *J. Foods Science* 46: 1170-1173.
- LANG. R. (1985). Physiology of flower formation. c. f. Berlin, W. Springer-Verlag. pp. 1380-1536.
- MONTEROS, C. et al (1994). INIAP – ALEGRIA: Primera Variedad Mejorada de Amaranto para la Sierra Ecuatoriana. Boletín divulgativo N° 246. 24.

- NIETO C. El cultivo de amaranto, *Amaranthus* spp, una alternativa agronómica para Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador 1989. 28 p. (Publicación miscelánea No. 52).
- POEY, F. R. 1978. El mejoramiento integral del maíz, valor nutritivo y rendimiento; hipótesis y métodos. Chapingo, México, D. F. Colegio de postgrados. 90 p.
- SCHELDEMAN X. LIBREROS, D. y JIMÉNEZ D. (2001) Desarrollo de Especies Silvestres Nativas en Cultivos de Exportación International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Regional Office for the Americas
- SINGHAL, B.K. y DAVID N. 1984. Inicios de la investigación en amaranto, como cultivo alimenticio, en el sub-continente Hindu. Laboratory of plant Ecology Botany Department. Ed. Arch. Latin. Nutr. USA – Washintong, D.C. 4: 3-4.
- VALVERDE, F.M. Efecto del nitrógeno y potasio en el desarrollo y rendimiento de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L) tipo mercado.
- VIETMEYER, N.D. 1982. Amaranth: Return of the Aztec Mystery crop. In: Yearbook of Science in the Future. Ed. Enciclopedia Britanica. Inc. Chicago, III. pp 189 – 195.

- WANG SHU-UN; LIU XIN-HAI y LI JIA-YI. 1985. Breve informe de una serie de estudios del amaranto de semilla. Beijing Agricultural University Beijing, China. Ed. Arch. Latin. Nutr. USA- Washington, D.C. 3: 7-9.

INTERNET

1. A.C. (AMA).La Asociación Mexicana del Amaranto, disponible en (www.amaranto.org.mx)
2. ESPITIA E. Estabilidad del Rendimiento en Amaranto INIFAP, disponible en <http://www.amaranto.org.mx/article/view/112/1/45>.
3. Espitia, R.E., C.F. Gonzales y C.S. Miranda. (1991). Asociación genética del rendimiento y sus componentes en razas de amaranto. p. 39. *En*: Primer Congreso Internacional del Amaranto. Oaxtepec, disponible en (<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/crom/contenido/libro01/Cap4.htm#Idetipo>).
4. FAO. Org disponible en <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/crom/contenido/libro01/Cap4.htm#Idetipo>

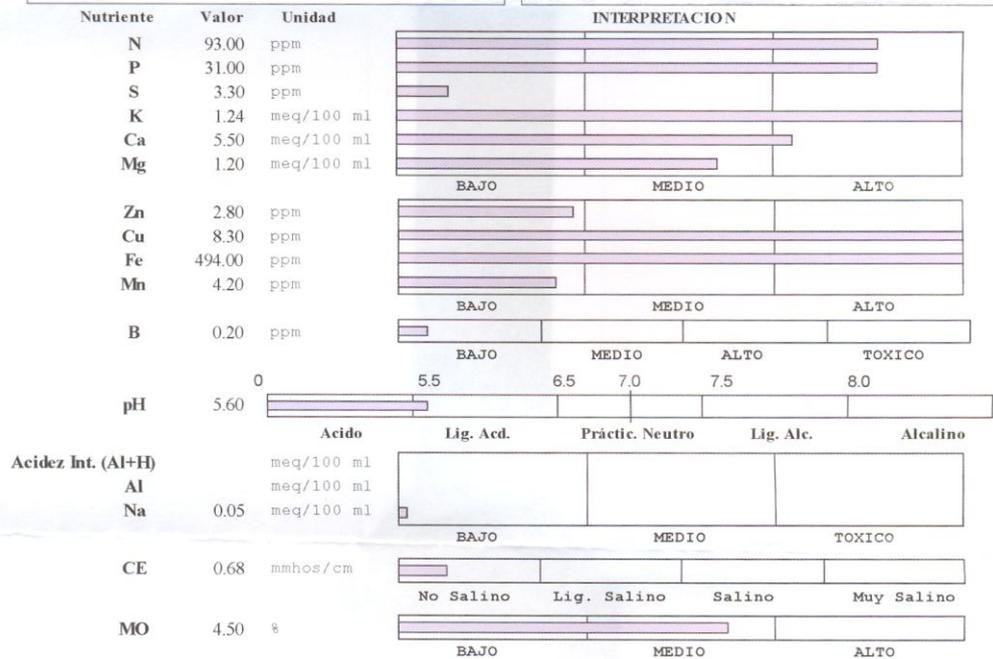
ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo Mojanda

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	 <small>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</small>
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : SR. GUERRERO Dirección: OTAVALO Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : Provincia : IMBABURA Cantón : OTAVALO Parroquia : MOJANDA Ubicación :
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : AMARANTO Cultivo Anterior : POTRERO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE 2	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 12.290 N° Muestra Lab. : 59407 Fecha de Muestreo : 06/02/05 Fecha de Ingreso : 14/02/05 Fecha de Salida : 23/02/05

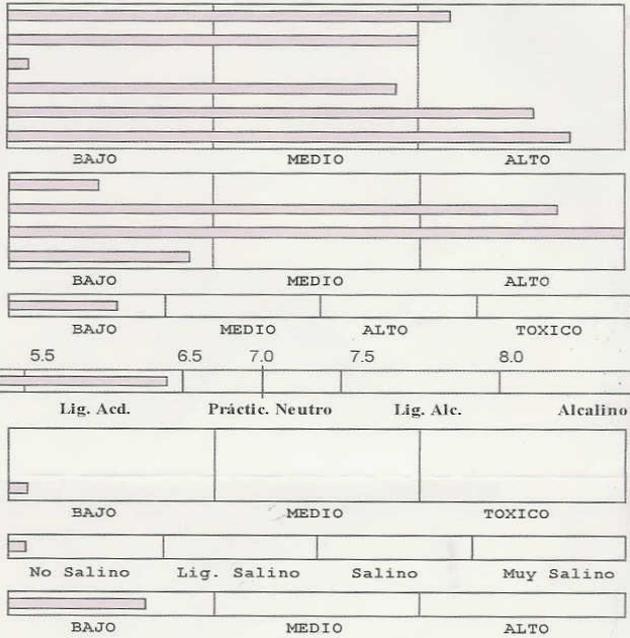
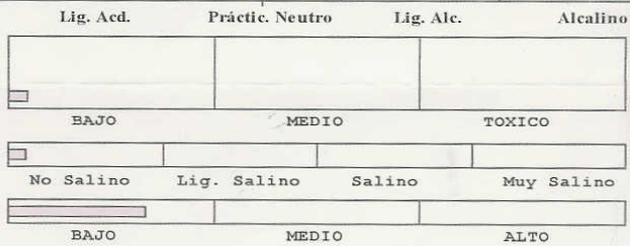
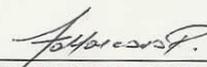


Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4,6	1,0	5,4	8,0						


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 1. Análisis de suelo Pucará.

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur. Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693																																					
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																						
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SRTA. JENNY BOLAÑOS Dirección: IMBABURA Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Provincia : IMBABURA Cantón : ANTONIO ANTE Parroquia : SAN ROQUE Ubicación :																																					
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : SOYA Cultivo Anterior : MAÍZ QUINUA Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : M1	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 12.351 N° Muestra Lab. : 59498 Fecha de Muestreo : 02/03/05 Fecha de Ingreso : 03/03/05 Fecha de Salida : 05/03/05																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>69.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>20.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>1.20</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.36</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>7.80</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>2.60</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>1.30</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>6.70</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>146.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>4.40</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.70</td><td>ppm</td></tr> </tbody> </table>		Nutriente	Valor	Unidad	N	69.00	ppm	P	20.00	ppm	S	1.20	ppm	K	0.36	meq/100 ml	Ca	7.80	meq/100 ml	Mg	2.60	meq/100 ml	Zn	1.30	ppm	Cu	6.70	ppm	Fe	146.00	ppm	Mn	4.40	ppm	B	0.70	ppm	INTERPRETACION 
Nutriente	Valor	Unidad																																				
N	69.00	ppm																																				
P	20.00	ppm																																				
S	1.20	ppm																																				
K	0.36	meq/100 ml																																				
Ca	7.80	meq/100 ml																																				
Mg	2.60	meq/100 ml																																				
Zn	1.30	ppm																																				
Cu	6.70	ppm																																				
Fe	146.00	ppm																																				
Mn	4.40	ppm																																				
B	0.70	ppm																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Acidez Int. (Al+H)</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Al</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>CE</td><td>mmhos/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>		Acidez Int. (Al+H)	Unidad	Al	meq/100 ml	Na	meq/100 ml	CE	mmhos/cm	MO	%																											
Acidez Int. (Al+H)	Unidad																																					
Al	meq/100 ml																																					
Na	meq/100 ml																																					
CE	mmhos/cm																																					
MO	%																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">(%)</th> <th rowspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Σ Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,0</td> <td>7,2</td> <td>28,9</td> <td>10,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	3,0	7,2	28,9	10,9														
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural																													
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																														
3,0	7,2	28,9	10,9																																			
 RESPONSABLE LABORATORIO		 LABORATORISTA																																				

Recomendación de fertilización Mojanda.

RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACION

FECHA: 25/02/2005 COORPORACION BENSON

MUESTRA No.	CULTIVO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos de 50 Kg	EPOCA Y FORMA DE APLICACIÓN
		Kg/ha						
59407 Lote 2	QUINUA ESTABLEC.	60	40	20	20	18-46-0 Sulpomag Urea	2.0 2.0 2.0	Aplicar todo el fósforo, azufre en la línea de siembra, tapar y luego sembrar. El nitrógeno adicional se fraccionará para dos aplicaciones.

Observaciones

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar la parte física y climática de la zona en cuestión, por lo tanto esta se constituye en una guía de fertilización que debe ser ajustada por técnicos de la zona, considerando condiciones de clima y agua especialmente


 Ing. Irma Nicolalde
 RESPONSABLE DE RECOMENDACIÓN

Recomendación de fertilización Pucará.

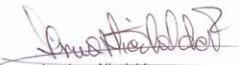
RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACION

FECHA: 25/02/2005 COORPORACION BENSON

MUESTRA No.	CULTIVO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos de 50 Kg	EPOCA Y FORMA DE APLICACIÓN
		Kg/ha						
59406 Lote 1	QUINUA ESTABLEC.	80	80	50	20	18-46-0	3.5	Aplicar todo el fósforo, azufre y potasio en la línea de siembra, tapar con una capa delgada de suelo luego sembrar. El nitrógeno adicional se fraccionará para dos aplicaciones.
						Muriato de K	1.0	
						Sulpomag	2.0	
						Urea	2.0	

Observaciones Para corregir deficiencias de micronutrientes principalmente de Zn, Mn y B, puede aplicar abonos foliares o en forma quelatos tres aplicaciones.

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar la parte física y climática de la zona en cuestión, por lo tanto esta se constituye en una guía de fertilización que debe ser ajustada por técnicos de la zona, considerando condiciones de clima y agua especialmente


 Ing. Irma Nicotale
 RESPONSABLE DE RECOMENDACIÓN

Fotografía 1



Delimitación de las unidades experimentales (Mojanda)

Fotografía 2



Identificación de las unidades experimentales (Pucará)

Fotografía 3



Vista panorámica del ensayo al los 30 días después de la siembra (Mojanda)

Fotografía 4



Vista panorámica del ensayo a los 45 días después de la siembra (Pucará)

Fotografía 5



Inicio del panojamiento a los 47 días V3 R2 (Pucara)

Fotografía 6



Panojamiento a los 58 días V3 R1 (Mojanda)

Fotografía 7



Inicio de la panoja principal V9 R2 grano negro a los 63 días (Mojanda)

Fotografía 8



Presencia de chinche en la panoja principal (Mojanda)

Fotografía 9



Aplicación de insecticida orgánico a base de Neem a los 62 días (Mojanda)

Fotografía 10



Aplicación de insecticida orgánico a base de Neem a los 45 días (Pucará)

Fotografía 11



Inicio de la floración V8 R2 a los 94 días (Mojanda)

Fotografía 12



Inicio de la floración V9 R3 a los 63 días (Pucará)

Fotografía 13



Floración a los 80 días (Pucará)

Fotografía 14



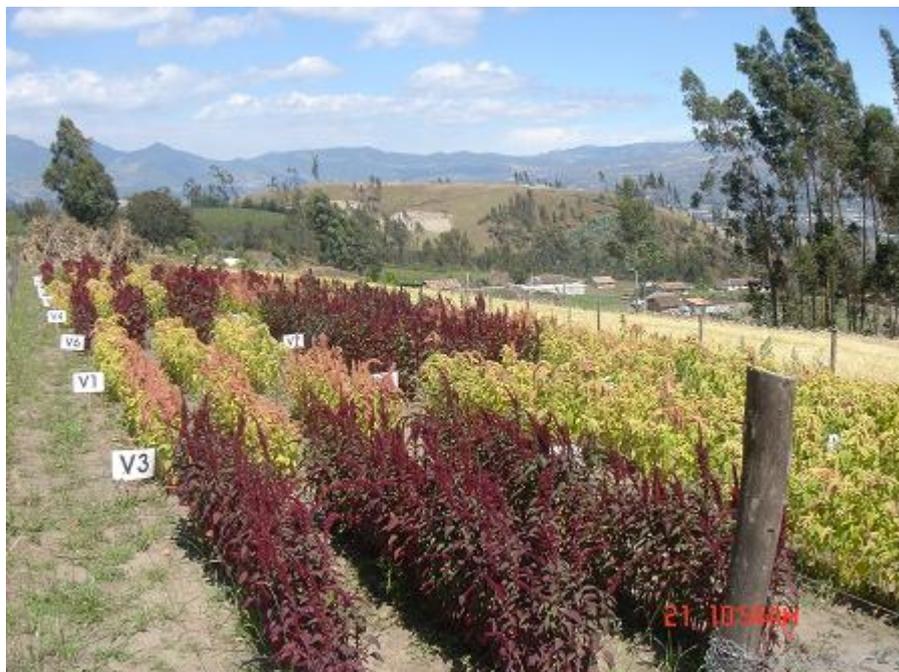
Floración V5 R2 a los 75 días (Pucará)

Fotografía 15



Vista panorámica V5 R2 en floración a los 81 días, Mojanda

Fotografía 16



Vista panorámica del ensayo a los 90 días (Pucará)

Fotografía 17



Toma de altura de planta al panojamiento (Mojanda)

Fotografía 18



Toma de datos (Pucará)

Fotografía 19



Visita asesores BYU y UTN (Mojanda)

Fotografía 20



Visita técnicos del INIAP (Mojanda)

Fotografía 21



Variedad 3 repetición 2 a los 115 días (Mojanda)

Fotografía 22



Variedad 9 repetición 2 a los 140 días (Pucará)

Fotografía 23



Variedad 3 repetición 1 a los 124 días (Pucará)

Fotografía 24



Signos de madurez V2 R2 a los 125 días (Pucará)

Fotografía 25



Cosecha V5 R2 a los 184 días (Mojanda)

Fotografía 26



Panoja madura lista para la cosecha a los 120 días V3 (Pucara)

Fotografía 27



Cosecha V3 R1 a los 126 días (Pucará)

Fotografía 28



Cosecha V3 R2 a los 126 días (Pucará)

Fotografía 29



Cosecha y toma de datos V4 R1 a los 129 días (Pucará)

Fotografía 30



Cosecha y toma de datos V3 R1 a los 126 días (Pucara)

Fotografía 31



Trilla de grano V9 de grano negro (Mojanda)

Fotografía 32



Trilla y secado de grano V3 (Pucará)

Fotografía 33



Trilla y secado de grano V3 (Pucará)

Fotografía 34



Trilla y venteado de grano V5 (Pucará)

Fotografía 35



Grano blanco de amaranto (Mojanda)

Fotografía 36



Grano blanco de amaranto (Pucará)

Fotografía 37



Molienda de grano blanco INIAP

Fotografía 38



Elaboración de harina de grano blanco de amaranto INIAP

Fotografía 39



Identificación de muestras de grano previo a la elaboración de harina