

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

El ensayo se realizó en tres localidades de la provincia de Imbabura.

3.1.1. Ubicación y características Agro-climáticas

Cantón:	Ibarra	Urcuquí	Antonio Ante
Parroquia:	Caranqui	San Blas	San Roque
Sector:	Caranqui	Irugincho	Pucará
Altitud:	2228 msnm	2423 msnm	2513 msnm
Latitud N:	00° 21' 53"	00° 24' 36,3"	00° 15' 05,3"
Longitud W:	78° 06' 32"	78° 13' 29,7"	78° 13' 51,3"
Textura:	franco arenoso	franco	franco arcilloso
Humedad relativa:	73,9%	74,3%	77,6%
Temperatura máx.:	18°C	16,8°C	15,8°C
Precipitación máx.:	589,3 mm	630,6 mm	734,8 mm

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Materiales

Experimental

Semilla de 5 líneas de amaranto, grano blanco; 10,2 g/unidad experiencial

Tres pisos altitudinales: Caranqui, Urcuquí y Pucará

3.2.2. Equipos

De campo

- Flexómetro
- Madera (pingos y estacas)
- Herramientas: hoz, azadón, azadilla
- Martillo, clavos
- Tamiz
- Libro de campo
- Malla
- Rótulos de identificación
- Tractor (arado y rastra)

De laboratorio (equipos)

- Balanza gramera

- Calibrador

De oficina

- Computador
- Impresora
- Accesorios de oficina
- Cámara fotográfica

Insumos

- Fertilizantes (18-46-00, urea, muriato de potasio y sulphomag.)
- Materia orgánica
- Productos fitosanitarios

3.3. Métodos

3.3.1. Factores en estudio.

- Cinco líneas de amaranto de grano blanco
- Tres pisos altitudinales

3.3.2. Tratamientos.

Los tratamientos en estudio fueron:

Cuadro 13. Descripción de los tratamientos y variedades. Caranqui-Pucará-Urcuquí, 2008.

Tratamientos (Código)	Variedades
V1	ECU-0113 Grano Blanco
V2	ECU-0014 Grano Blanco
V3	ECU-2210 Grano Blanco
V4	ECU-4737 Grano Blanco
V5	ECU-4744 Grano Blanco

3.3.3. Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 5 tratamientos (variedades) y 3 repeticiones para cada localidad.

3.3.4. Características del experimento.

Las características para cada localidad fueron:

Repeticiones	3
Tratamientos	5
Unidades experimentales	15
Área total	396 m ²
Área neta del cultivo	153 m ²

3.3.5. Características de la unidad experimental.

Distancia de siembra	0,60 m entre surco
Largo del surco	3,40 m
Sistema de siembra	chorro continuo
Número de surcos por parcela	5
Área	10,2 m ²
Área neta	4,80 m ²

3.3.6. Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza para cada localidad fue el siguiente:

Cuadro 14. Análisis de Varianza (ADEVA)

Fuente de Variación	gl
Total	14
Repeticiones	2
Tratamientos	4
Error Experimental	8

Al detectarse diferencia significativa entre variedades, se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

Una vez realizada esta etapa se empleó el Análisis Combinado para el estudio de la interacción variedad por localidad.

Cuadro 15. Esquema del Análisis Combinado.

Fuente de Variación	gl
Localidades	2
Bloques x Localidades	4
Variedades	4
Localidades x Variedades	8
Error Experimental	28

Al detectarse una diferencia significativa entre localidades se realizó la prueba de Tukey al 5%.

3.3.7 Variables evaluadas

3.3.7.1. Longitud del tallo

Se procedió a medir desde la parte basal del tallo hasta la altura de inserción de la panoja, esta medición se efectuó después de terminada la madurez fisiológica y los resultados se expresaron en milímetros.

3.3.7.1.2 Longitud de la panoja

Se realizó esta medida desde la altura de inserción de panoja o desde el inicio del raquiz de la panoja hasta la parte apical de la misma y se expresó en milímetros.

3.3.7.1.3 Rendimiento de grano/parcela

Los granos cosechados de cada parcela se pesaron en una balanza gramera graduada en gramos y se lo expresó en gramos por parcela neta luego se transformó a kg/ha.

3.3.7.1.4 Días a la cosecha

Se tomó el dato contando los días desde la siembra hasta que por lo menos el 80% de las plantas presentaron hojas amarillentas, panoja color amarillento o amarillo pálido dependiendo de la variedad y cuando el grano adquirió una consistencia tal que resistió a la presión con las uñas.

3.4 Manejo específico del experimento

3.4.1 Delimitación del terreno

Se delimitó el terreno en un área total de 396 m² para cada localidad, de los cuales se ocupó 153 m² como área neta para el cultivo y se dividió en 15 unidades experimentales con un área 10,2 m² para cada unidad experimental.

3.4.2 Muestra y análisis químico del suelo

Las muestras se tomaron un mes antes de instalar el ensayo en cada localidad y se procedió el envió de las mismas al laboratorio de suelos del INIAP. Los resultados se presentan en Anexos. De acuerdo a estos análisis se procedió a

realizar los cálculos respectivos para ajustar a los requerimientos de fertilizante que necesitó el cultivo en las diferentes comunidades como urea, 18-46-00, sulpomag y muriato de potasio.

3.4.3 Preparación del terreno

Este cultivo requirió una buena preparación de suelo, dado al tamaño tan pequeño de sus semillas, se siguió la tecnología propia de los agricultores de las comunidades quienes lo hacen con la ayuda de yunta y tractor. Fue conveniente una arada, dos pases de rastra y la nivelación del terreno. Antes de efectuar las operaciones de aradura y rastreo fue necesario efectuar operaciones preliminares, estas incluyeron, retirar las piedras y restos de cultivos anteriores. El área de cada parcela fue de 10,2 m² con 5 surcos por cada parcela.

3.4.4 Semilla

Se utilizó 10 kg/ha, equivalentes a 10,2 g por unidad experimental. La semilla proveniente del banco de germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), no fue tratada con ningún tipo de fungicida.

3.4.5 Siembra

Se realizó siembra directa en las tres localidades situadas en el valle interandino entre 1800 y 2600 msnm. La zona se caracteriza por presentar precipitaciones

comprendidas entre los 500 y 800 mm, distribuidos regularmente en el período de diciembre y marzo, meses en los cuales se realizó la siembra. Se realizó en surcos, separados a 0,60 m y 3,4 m de longitud. Se depositó la semilla a “chorro continuo” en el fondo del surco, previamente abierto con yunta de bueyes en la localidad de Urcuquí y, con una surcadora con tractor para las localidades de Caranqui y Pucará.

Siguiendo las recomendaciones de Sumar (1993), la semilla se depositó superficialmente cubriéndosela con una ligera capa de materia orgánica (humus). En suelos francos como el caso de Urcuquí a una profundidad de 1cm, en suelos franco arenoso como el caso de Caranqui a una profundidad de 2 cm y en suelos franco arcillosos como en Pucará una capa de 1/2 cm. Para garantizar una cubierta de la semilla, se realizó una “barrida” utilizando ramas, que permitió a la vez un calentamiento del suelo más uniformemente.

3.4.6 Densidad de siembra

Para el caso de la siembra manual, 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, y posteriormente se realizó aclareos tratando de dejar una planta cada 20 cm a lo largo del surco.

3.4.7 Fertilización

El nivel de fertilización que se utilizó fue en base a la recomendación de Andrade (2006) de 160-60-20 kg/ha de N₂-P-S respectivamente y el análisis de suelo, el nivel utilizado fue en la misma cantidad para las tres localidades.

Localidad	urea (kg/ha)	18-46-00 (kg/ha)	sulpomag (kg/ha)	muriato de potasio (kg/ha)
Caranqui	300	130	20	30
Urcuquí	300	130	20	20
Pucará	300	130	20	50

La aplicación del fertilizante se la realizó a chorro continuo y al fondo del surco.

El fósforo, azufre y potasio se aplicó al momento de la siembra, mientras que el nitrógeno se fraccionó en tres partes: a la siembra, a los 35 días y a los 65 días,

3.4.8 Labores Culturales

Cuando las plantas tuvieron una altura aproximadamente de unos 10 cm fue necesario hacer el aclareo, tratando de dejar una planta cada 20 cm, a los 30 y 45 días después de la siembra se realizó la primera deshierba luego se efectuó un aporque, labor que sirvió de segunda deshierba, entre los 60 días y 90 días se ejecutó otra deshierba para impedir el desarrollo de las malas hierbas. Esto permitió arrimar tierra al pie de la planta y eliminar las malezas presentes.

3.4.9 Plagas y enfermedades

Por ser un cultivo poco promocionado no se conoce mucho sobre los problemas de plagas y enfermedades, sin embargo se destacó el ataque de gusanos cortadores y masticadores de hojas que son larvas de lepidópteros cuyo mayor daño fue cuando el cultivo estuvo en estado juvenil hasta el inicio de panojamiento donde se aplicó piretrinas o piretroides, el Cebil® o el Lorsban® fueron muy útiles en dosis de 1-1.5 litros por hectárea.

En estado de planta adulta el problema principal fue el ataque de *Sclerotinia sclerotiorum* que afectó a todos los órganos de la planta, en especial la panoja ocasionando pudriciones y posterior secamiento. La incidencia fue de 90% en V3 de la localidad de Urcuquí mientras que las variedades sobrantes tuvieron una incidencia del 50% en la misma localidad, la incidencia en Pucará fue del 80% en casi todas las variedades y en Caranqui el 30% de incidencia de esta enfermedad. No se hizo ninguna aplicación química para esta enfermedad pero se seleccionó y apartó las plantas infectadas antes de la cosecha.

Se detectó otra enfermedad conocida como enverdecimiento de la panoja o crecimiento secundario al momento en que la planta estuvo llegando a la madurez, la panoja en lugar de secarse se enverdeció y nuevamente inició un segundo crecimiento, las brácteas y los tépalos se convirtieron en pequeñas hojas y aún el urtrículo se elongó y formó una especie de bolsa y el grano se absorbió. Este

segundo crecimiento no fue solo en la inflorescencia, también produjo elongación de ramas y aparecieron nuevos brotes laterales.

Se piensa que el motivo de este disturbio es por alguna característica propia de la planta, que le permitió responder a condiciones de humedad, luz y temperatura propias para su crecimiento cuando está a punto de llegar a la madurez. Esto se confirma con el hecho de que este fenómeno se presentó en plantas que se cosecharon con la época de lluvias, como sucedió para la localidad de Pucará, donde coincidió la cosecha de la V3 en diciembre, sin embargo para Trinidad (1986), es necesario estudiar más a fondo este fenómeno.

Después del establecimiento del cultivo, lo más importante fue el control de las malas hierbas. Hasta la fecha no existe un herbicida selectivo para el amaranto, por lo que el control fue manual.

Por lo general no se logró eliminar completamente la maleza con las escardas, fue necesario realizar dos deshierbes a mano y con azadón. Es importante resaltar que se puso especial cuidado con la maleza en las primeras etapas de crecimiento, ya que el amaranto crece muy lento durante el primer mes.

Se presentó problemas de malezas de hoja ancha y de hoja angosta por lo que el control de malezas de hoja ancha se hizo manualmente. Las gramíneas se eliminaron con Fluazitop-p-Butil (Fusilade®) en dosis de 1000 cc/ha del producto, disuelto en 200 litros de agua, se lo aplicó cuando las malezas de hoja angosta tuvieron de 2 a 4 hojas, este producto se lo aplicó en la localidad de

Pucará, pero esta práctica es muy arriesgada debido al tipo de cultivo, por lo que se recomienda llevar a cabo el control de malezas con escardas (mecánico o manual).

La incidencia de aves en las tres localidades provocó daños poco alterables en la producción, disipando los granos maduros de las inflorescencias trayendo como consecuencia la caída de las semillas al suelo, puesto que al entrar en maduración las semillas son indehiscentes y con cualquier movimiento se produce la caída de los granos.

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 cuando los granos adquirieron una consistencia tal que resistieron a la presión con las uñas. Una vez detectados estos signos, se procedió a la recolección de las panojas, las mismas que se cortaron de forma manual con la ayuda de hoces y tijeras de podar, las panojas fueron secadas al sol en el campo sobre plástico esta función duró entre cinco y siete días y luego se trilló manualmente golpeándolas con palos para obtener el grano el cual pasó por tamices de diferentes diámetro de trama. La limpieza del grano se realizó manualmente con la ayuda del viento. Cuando el grano se va a utilizar como semilla se debe dejar secar a la sombra y no exponer a temperaturas superiores a 30° C para evitar la pérdida del poder germinativo.

3.4.11 Almacenamiento y clasificación del grano

Luego de la trilla se procedió a almacenar el grano en fundas de papel debidamente etiquetadas con un contenido de humedad entre 12 y 14% que es lo adecuado para el almacenamiento seguro de este pseudocereal, las mismas que fueron ubicadas en lugares ventilados, con el fin de evitar la fermentación, pudrición, ataque de insectos, roedores y mohos, sin embargo al momento de devolver el germoplasma al INIAP, se almacenó en envases de prolipropileno, con una cubierta interior de polietileno, estos envases se ubicaron sobre entramados de madera, en locales que ofrecieron una adecuada ventilación.