

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1. INTRODUCCION

El coime (*Amaranthus caudatus*) es una yerba de la familia amarantácea se conoce unos 70 géneros los cuales 40 son oriundos de América. Están esparcidos en casi todas las zonas de climas templados y tropicales (Flores, 2017).

La palabra amaranto proviene del griego *οἰμάραντος* (amarantos = que no se marchita). Este nombre se debe a que las flores del amaranto, cualquiera sea su especie, se mantienen por mucho tiempo después de cortadas sin perder su color. Una vez cortada la flor asume un aspecto más delicado y bonito, por esta razón es utilizada también como planta ornamental que simboliza la inmortalidad (Madeleine, 2012).

El amaranto se cultivaba en América desde hace 5,000 a 7,000 años, probablemente los primeros en utilizarlo como un cultivo altamente productivo fueron los mayas, de quienes otros pueblos de América, entre ellos los aztecas y los incas, aprendieron su consumo. En otros países las hojas tiernas del amaranto son bien conocidas y muy usadas como alimento, particularmente entre los sectores de bajos ingresos y entre la población indígena; por lo que se debe tratar de estimular al sector agrícola para la producción de este cultivo (Becerra, 2000).

El amaranto genera grandes expectativas a nivel nutricional, socioeconómico y cultural, nutricional por su alto contenido de proteína, calcio y hierro; socioeconómico porque representa una fuente alternativa de ingresos para el campesino a un bajo costo y cultural porque forma parte de la dieta de la población rural, mayoritaria en el país. Este es una especie con gran potencial agronómico para ser cultivado por aquellas personas con escasos recursos.

Por ser una especie C4 puede aprovechar una baja precipitación, además de ser muy resistente a la sequía y al calor, produciendo grandes cantidades de biomasa, y el grano posee un valor nutricional elevado.

El cultivo del amaranto era muy conocido y consumido por el área rural en los años 1970 y 1980 no se producía en gran escala por no tener un valor comercial y por no tener un manejo técnico, con el paso del tiempo se fue perdiendo como muchos otros cultivos.

Tarija tiene una producción del 3%, en los últimos 5 años comunidades de la provincia Méndez como Sella Cercado, Sella Quebrada y Sella Méndez están produciendo este cultivo en pequeñas cantidades esto debido a que no se conoce mucho sobre este cultivo.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La demanda del coime en los mercados locales va incrementando, más que todo en la ciudad de La Paz el cual es uno de los departamentos que exportan este producto y Chuquisaca que es uno de los mayores productores de Bolivia es por ello que el cultivo del coime requiere de investigación para un mejor manejo técnico.

Con el presente trabajo de investigación se pretende incrementar la producción del coime mediante un seguimiento desde el inicio del cultivo hasta su finalización del mismo con el fin de determinar variedades que se adapten mejor a nuestra región y densidades de siembra ideales para obtener mejor productividad ya que muy seguido se suele tener problemas muy considerables con el ambiente, plagas y enfermedades, bajos rendimientos y demás, para ello con la aplicación de dos densidades de siembra y la introducción de variedades criollas de coime se busca evaluar el comportamiento y rendimiento para observar la variedad más adaptable y la densidad ideal para cultivar el amaranto en la comunidad de San Lorenzo.

#### **4. HIPÓTESIS**

A menor densidad de siembra se tiene un mejor comportamiento de la planta y se obtienen mayores rendimientos a los tradicionales en cuatro variedades de coime en la comunidad de San Lorenzo.

#### **3. OBJETIVOS**

##### **3.1. Objetivo general**

Evaluar el comportamiento de cuatro variedades de coime en dos densidades de siembra para mejorar la producción de coime en la comunidad de San Lorenzo Provincia Méndez del departamento de Tarija.

##### **3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de coime en dos densidades de siembra.
- Determinar la densidad de siembra ideal para obtener mejores rendimientos en el cultivo del coime.
- Determinar la viabilidad económica del cultivo aplicando diferentes tratamientos en base a la relación beneficio costo (R B/C).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

##### **2.1. ORIGEN**

Los diversos investigadores citan diversos centros de origen para el amaranto pero todos citan a un solo continente y a regiones específicas.

Según Alejandro (1981) algunos autores afirman que el género *Amaranthus* contiene cuatro especies antiguas cultivadas, las cuales han sido utilizadas para grano, siendo éstas: *A. hypochondriacus*, *A. caudatus*, *A. edulis*, *A. cruentus*; son originarias de México, Centro y Sudamérica y fueron domesticadas antes o simultáneamente con el maíz.

##### **2.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

El amaranto es un grano cultivado en los valles interandinos de Bolivia, en los departamentos de Tarija, Cochabamba, Chuquisaca y La Paz. Es aprovechado en su totalidad: el grano y la planta en sí, como verdura o forraje para los animales. Se puede emplear en muchos platillos como sopas (grano y harina), pasteles, galletas, panes (harina, grano entero, grano reventado), cereal para el desayuno (entero, reventado o germinado y molido) (Vásquez Calderón, 2017).

##### **2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Sánchez (1980) indica que el género *Amaranthus* comprende hierbas anuales procumbentes o erectas, con hojas simples, alternas, enteras y largamente pecioladas.

Plantas generalmente matizadas con un pigmento rojizo llamado amarantina, algunas formas cultivadas son altamente coloreadas.

Sánchez (1980) precisa que las flores son unisexuales, monoicas o dioicas, en densos racimos situados en las axilas de las hojas. Estas son muy pequeñas, subtendidas terminales, pétalos y sépalos iguales y designados como tépalos, de tres a cinco

estambres, ovario súpero unilocular que madura en un utrículo circunsésil o indehiscente con una sola semilla.

### **2.3.1. TAXONOMÍA DEL COIME**

**Reino:** Vegetal.

**División:** Fanerógamas.

**Tipo:** Embryophyta, Siphonogama.

**Subtipo:** Angiospermas.

**Clase:** Dicotiledoneae.

**Subclase:** Archyclamidae.

**Orden:** Centrospermales.

**Familia:** Amaranthaceae.

**Género:** Amaranthus.

**Especies:** caudatus, cruentus e hypochondriacus.

### **2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS**

#### **2.4.1. Características fisiológicas**

El amaranto pertenece al grupo de plantas denominado C4, cuyo proceso fotosintético la hace más eficiente en la utilización de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) disponible en el aire a través de la concentración de éste en los cloroplastos de las células especializadas que rodean los haces vasculares de las hojas. Estas plantas carecen de fotorrespiración, proceso que produce pérdida de CO<sub>2</sub> en las plantas que poseen la clásica vía C3 (ciclo de Calvin), compuesto necesario para la producción de carbohidratos. Por este motivo las plantas con vía C4 poseen una mayor tasa de transformación de carbono atmosférico a azúcares por unidad de agua perdida respecto de las C3. Esta ventaja de las C4 de mantener tasas elevadas de CO<sub>2</sub> puede observarse aun cuando las estomas están parcialmente cerradas, tal es el caso de un

estrés ambiental como puede ser sequía o salinidad. Por este motivo las plantas C4, como es el caso del amaranto, manifiestan mejores rendimientos que las especies C3 en condiciones adversas. La capacidad de fotosintetizar a tasas elevadas, aún bajo condiciones de alta temperatura, es otra ventaja fisiológica de las plantas con vía C4. (Hauptli y Jain, 1977; NRC, 1984; Nieto, 1990).

#### **2.4.2. Morfología de la planta**

Este género se caracteriza por presentar plantas herbáceas o arbustivas, de ciclo anual, que alcanzan en algunos casos 2,5 m de altura (Figura 1.2). El tallo por lo general presenta un solo eje central con ramificaciones desde la base hacia el ápice (Mazón et al., 2003).

#### **2.4.3. Raíz**

Es una especie de raíz pivotante con abundantes ramificaciones que se extienden para facilitar la absorción de agua y nutrientes. La raíz principal es quien cumple la función de sostén de la planta y mantiene el peso de la panoja (Sumar Kalinowski, 1993).

#### **2.4.4. Tallo**

Los tallos son erectos, suculentos, cilíndricos y angulosos, su grosor disminuye desde la base al ápice, presentan estrías longitudinales y su coloración comúnmente coincide con el color de las hojas, aunque suelen presentarse ejemplares con estrías de diferente coloración. Las ramificaciones, conjunto de hojuelas no mayores a los 5 cm de longitud que se originan en las axilas de las hojas, varían en número y tamaño según la densidad del cultivo y la especie (Sauer, 1967; Sumar Kalinowski, 1982; NRC, 1984).

#### **2.4.5. Hojas**

Las hojas son pecioladas y carecen de estípulas, pueden ser ovales o elípticas de borde entero con disposición opuesta o alterna, de tamaño variable disminuyendo

desde la base al ápice, lisas o poco pubescentes, de color verde o púrpura, con nervaduras prominentes en el envés (Mujica y Berti, 1997).

#### **2.4.6. Flor**

Los amarantos son plantas monoicas, dioicas o polígamas con grandes inflorescencias muy vistosas llamadas panojas, las cuales pueden ser terminales o axilares, erectas o decumbentes.

Las flores son unisexuales y de pequeño tamaño, agrupándose las mismas en glomérulos. En cada glomérulo la primera flor es terminal y siempre masculina, en su base nacen dos flores laterales femeninas, cada una de ellas origina otras dos flores laterales femeninas y así sucesivamente. Un glomérulo puede presentar alrededor de 250 flores femeninas y sólo una flor masculina, la cual una vez que expulsa el polen se seca y cae (Pal y Khoshoo, 1974).

#### **2.4.7. Inflorescencia**

Las inflorescencias son de tamaños variables y colores diversos desde el verde al morado, presentándose también coloraciones intermedias como amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura. (Pal y Khoshoo, 1974).

#### **2.4.8. Fruto**

El fruto botánicamente se denomina pixidio unilocular, es decir, una cápsula que al madurar deja caer su parte superior, llamada opérculo, y deja expuesta la inferior, denominada urna, donde se encuentra la semilla. Este fruto presenta dehiscencia transversal que facilita la caída de la semilla. Sin embargo, existen algunas especies de amaranto con pixidios indehiscentes, característica que puede ser transferida a cultivares comerciales. (Brenner y Hauptli, 1990).

#### **2.4.9. Semilla**

La semilla es pequeña, algo aplanada, lisa, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, de color blanco, aunque existen de colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras y negros. El número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo y el peso de 1000 semillas ronda entre 0,6 y 1 gr. Una planta de amaranto puede producir más

de 50.000 semillas, aunque sólo una parte de estas llega al suelo para germinar y dar una planta adulta (Morales et al., 1988).

### **2.2.9 POLINIZACIÓN DEL CULTIVO DE COIME**

En el género *Amaranthus* debido a su biología floral, las primeras flores femeninas suelen tener sus estigmas receptivos antes que las flores masculinas se abran; las restantes flores pistiladas se desarrollan después que las flores masculinas han caído de la inflorescencia.

Dentro de la misma inflorescencia existen cimas de diferente edad, con lo cual el polen puede transferirse a flores femeninas receptivas lo que permite la autopolinización (NRC, 1984). Los amarantos cultivados se caracterizan por presentar un sistema de reproducción mixto con niveles variables de polinización cruzada según el genotipo y el ambiente. Los valores de polinización cruzada varían entre 7,6 y 41%. Sin embargo, la autopolinización ocurre más comúnmente, por lo tanto, dentro de una población los niveles de polinización cruzada de plantas individuales serían desde completamente autógena a completamente alógama (Espitia, 1994).

## **2.10. Características de los principales tipos de amaranto**

### **2.10.1. Mixteco**

Material endémico de Oaxaca, pertenece a la especie amaranto *hypochondriacus*, incluye las plantas de mayor tamaño, llegan a medir más de tres metros de altura, su ciclo biológico es tardío en 180 días. La inflorescencia puede alcanzar hasta un 1,50. de longitud y su color puede ser verde, rosa, rojo y purpura. Las semillas son o café, llegan a producir más de 150 gramos por planta, por lo que es considerado como material con mayor potencial de rendimiento. Se sugiere sembrarlo de 15 de abril hasta el 30 de mayo, bajo condiciones de punta de riego (Sanchez,1980).

### **2.10.2. Azteca**

Este tipo se cultiva en las zonas de clima templados. Pertenece a la especie de *Amaranthus hypochondriacus*; incluyen plantas hasta de tres metros de altura con

inflorescencia hasta de un metro de longitud; y su color puede ser verde, rosa, rojo, y púrpura. Las semillas son blancas, café o negras, producen hasta 120 gramos de semillas por planta. Se sugiere sembrarlo a inicio de temporal durante la primera quincena de junio, su ciclo biológico es tardío con 170 días. En el estado de México y en Tulyehuslco, distrito federal (Sánchez M., A.1980).

### **2.11. Mercado**

Este material por lo general presenta tallos, hojas e inflorescencias de color verde. Pertenece a la especie de *Amaranthus hypochondriacus*; incluye plantas hasta de 2.50 metros de altura con densidades de 80000 plantas por hectárea. Además, con altas densidades de 6-8 kilogramos de semillas por hectárea, presenta tallos delgados con porte de planta de 110 a 145 centímetros, que permite la cosecha mecánica. Se puede sembrar desde inicio de temporal en la primera 15 de junio hasta el 15 de julio (Espitia,1991).

### **2.12. Genética**

Se ha informado de la existencia de gran habilidad para la libre hibridación entre las especies del género *Amaranthus*. Además, podemos mencionar que entre sus ventajas como herramienta para la investigación genética destaca su crecimiento en pequeños espacios, debido a su morfología plástica y su capacidad de auto polinizarse y de entre cruzarse sin registrar depresiones en el rendimiento o heterosis. El número de cromosomas diploides informado ha sido de 32 a 34 (Nieto, C. 1990).

### **2.13. ESPECIES**

Existen reportadas actualmente más de 10 especies, las cuales son de diversos usos, estos pueden ser para grano, como vegetal y ornamental. Para una mejor identificación mostramos en el cuadro 1 las diversas especies principales del género *Amaranthus*, estado, origen y usos (Zapata Olvera, 2006).

### **2.13.1. Especies cultivadas para producción de grano**

#### ***Amaranthus hypochondriacus* L. (*A. paniculatus*, *A. sanguineus* y *A. speciosus*)**

Es una herbácea anual que llega a alcanzar hasta los 3m. de altura. La inflorescencia es de gran tamaño. Muy densa, erecta y espinosa. El tamaño de las brácteas le da una apariencia y tacto espinoso. Las semillas son de color blanco, dorado, café y negro; las de coloración clara son las que más comúnmente se utiliza para grano; esta especie también es usada como ornamental (Zapata Olvera, 2006).

#### ***Amaranthus cuarentus* L. (*A. paniculatus*, *A. sanguineus* y *A. speciosus*)**

Su crecimiento es erecto hasta los 2m. de altura, generalmente de menor tamaño que *A. hypochondriacus*. Cuando la planta está completamente desarrollada presenta en la parte inferior espigas suaves y laxas y en la parte superior panículas. Las semillas pueden ser cafés, negras, blancas o amarillas. Los colores claros son los que se utilizan para producción de grano mientras que las de semillas de color oscuro se usan como verdura u ornato (Espitia, 1991).

#### ***Amaranthus caudatus* L. (*A. mantegazzianus* y *A. edulis*)**

Presenta también un amplio espectro en cuanto al color y forma de la planta, sin embargo, se distingue por su inflorescencia en forma de caudal y las semillas color marfil con los bordes rojos. Es una herbácea que llega a medir 2m de altura. Las panículas o espigas son extremadamente largas y colgantes, lo que lo da su apariencia glomerular característica (Espitia, 1991).

## **2.14. CARACTERÍSTICAS DE VARIEDADES**

### **2.14.1. Variedad Criolla**

Se adapta desde 1800 hasta 1400 msnm con una temperatura media anual de 15-18°. Su principal característica es su precocidad toda vez que madure entre 110 y 130 días y su parte de planta y altura de 1.50 m la hace apta para cosecha mecanizada con rendimientos de 1500 kg. /ha (Aguilar, 1978).

### **2.14.2. Variedad Pucara**

Variedad pucara desarrollada en el municipio de Tomina del departamento de Chuquisaca. Se caracteriza por ser una variedad precoz de ciclo corto. Altura de la planta 1.60m, longitud de la panoja 60cm, diámetro del tallo de 20 a 17mm, color de la panoja amarillo claro, ciclo vegetativo 90 a 120 días, altitud desde 1500 a 2500 msnm, rendimiento de 1000-1500 kg/ha (INIAP. Ingeniero Alejandro Romero).

### **2.14.3. Variedad Tomina**

Al igual que la variedad pucara la variedad Tomina también fue desarrollada en la comunidad de Tomina departamento de Chuquisaca. Se caracteriza por ser una variedad semi-precoz de 120-130 días, altura de planta puede alcanzar una altura de 1.60 a 1.70m, diámetro del tallo de 17 a 20 mm, color de la inflorescencia purpura, rendimiento de 700 a 1100 kg/ha (INIA, Ingeniero Alejandro Romero).

### **2.14.4. Variedad Cotahausu**

Es una variedad que se adapta a climas desde 1800 hasta los 3000 msnm, altura de la planta 1,20m, longitud de la panoja 68cm, rendimiento en grano 1204 kl/ha

<https://slideplayer.es/slide/1025129/>

## **2.15. VALOR NUTRITIVO**

La proteína del amaranto contiene casi el doble de este elemento que el trigo, tres veces más que el maíz y es similar al de la leche. Según la Organización Mundial de la Salud, la proteína del amaranto es ideal para la dieta humana por su balance de aminoácidos. Por este motivo fue considerado uno de los alimentos recomendados para el futuro.

Contiene de 12 a 16 % de proteína de alta calidad, de 6 a 7 % de lípidos y de 62 a 69% de almidón. El valor nutritivo de la proteína del amaranto radica en su contenido del aminoácido lisina que es tres veces mayor que el de maíz y casi el doble del que contiene el trigo; esto lo hace ideal para integrarse en la dieta tradicional mexicana y

para revertir los procesos de desnutrición, que sufren las comunidades marginadas (Taboada et al.,1999).

### **2.15.1. Usos**

Su consumo va desde la planta verde hasta la semilla tostada, la harina revuelta con el maíz en panes, también para atoles, tamales, tortillas, galletas, pastas para sopa, polvo para bebidas instantáneas, cereales u hojuelas, pasteles, botanas, confites, pinoles, mermeladas y budines (Trinidad, 1986). Los restos de la planta también pueden utilizarse como complemento forrajero.

### **2.16. COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Por sus propiedades físico-químicas es un alimento de amplio potencial en el aprovechamiento por la industria alimentaria, para la elaboración de cereales, productos tipo lácteos, embutidos, mayonesas y aderezos dietéticos, el grano inflado o reventado se utiliza en confitería, pinoles, panadería, germinados y, para la extracción de aceite de alta calidad. El tamaño de los granos de almidón de algunas líneas de amaranto le permiten gelatinizar con temperaturas bajas, entre 50 y 75 ° C, haciéndolos apto para usarlo en sopas. En otros casos, los gránulos son estables al congelado y descongelado, característica deseable para la fabricación de salsas, y para su uso en alimentos congelados. También, las características físicas permiten la obtención de polvo impalpable y/o liofilizado, que se utiliza en infusiones para la preparación de desayunos, así como también en la industria cosmética (Zapata Olvera, 2006).

**Cuadro 1. Análisis inmediato de harina de cereales en %**

principio	maíz	sorgo	arroz	avena	trigo	Amaranto
Proteína	9,4	8.8	7.2	11.6	9.3	13.0
Grasa	4.3	3.2	0.6	3.1	0.7	7.2
Fibra cruda	1,8	2.3	0.6	3.5	0.5	6.7
Cenizas	1.3	2.7	0.5	1.5	1.5	2.5
Carbohidratos	74.4	64.4	79.7	73.8	74.4	65.1
Calorías	361	342	364	370	307	377

Fuente: Bressani R. Elías L. (INCAP/CND) 1961, Víctor Apaza Gutiérrez 1996

### **2.17. El cultivo del amaranto en Bolivia**

El amaranto tiene como uno de sus centros de origen, los valles interandinos de Bolivia. Las zonas que generalmente son aptas para el cultivo del maíz son los adecuados para el amaranto. La cultura del imperio del Tawantisuyo tenía dentro de sus principales cultivos alimenticios, el cultivo del amaranto ya que formaba parte de su dieta alimenticia (Kietz, 1992).

En nuestro país, el cultivo del amaranto se encuentra distribuido en los departamentos de Tarija, La Paz (Yungas), Cochabamba, Chuquisaca y probablemente algunas regiones abrigadas del departamento de Potosí (Guillen, 1991).

En la zona de La Paz, el coime es producido a nivel comunal, cuya producción es destinado al autoconsumo (Quispe, 1990). En Cochabamba se están realizando investigaciones en lo que se refiere a análisis bromatológicos y pruebas de calidad

nutritiva. En Chuquisaca, si bien el consumo es casi nulo en el área urbano, en las provincias es consumido en forma tradicional, las provincias donde cultivan algo de amaranto, son: Yotala, Yamparaez, Sudañez y zonas cercanas (Auza, 1991).

En el departamento de Tarija, el coime es cultivado a pequeña escala en su mayor parte en la zona norte del valle central de Tarija y también se encuentra distribuida en pequeñas cantidades en las otras comunidades del valle central de Tarija donde el grano es distribuido básicamente al autoconsumo y otra parte es destinada a la comercialización ya sea en forma de tostado en el mes de julio, en una festividad tradicional de la región, que es conocida con el nombre de “Santa Ana” y también como venta directa. Su cultivo se realiza en forma pura y en forma asociada al cultivo del maíz (Guillen, 1993).

### **2.18. Usos del amaranto**

Como sucede con otros granos, alimentos conteniendo amaranto, pueden ser preparados usando técnicas simples de baja energía. Del grano entero limpio y sin procesar, puede prepararse gachas, simplemente hirviéndolos brevemente en agua. Si se lo tuesta o reseca ligeramente, el grano entero se convierte en alimentos de gusto agradable que puede ser ingerido sin mayor preparación. El grano entero también puede hacerse sabrosos alimentos, reventándolos como hinchado el grano entero en granos blancos pequeños, que tienen el gusto de las palomitas de maíz. Moliendo y haciéndolo harina, el amaranto produce una harina de grano integral o harina blanca. Un molino abrasivo como el usando para moler el sorgo o el arroz parece lo mejor, aunque un molino a rodillos, como el empleado para el trigo, puede ser adoptado para manipular el grano. Como sucede con otros granos, los productos harinosos tienen mucho más corta vida en el almacenaje, que el grano entero (Castro, 1986). En base al amaranto, se puede cocinar una serie de comidas y alimentos ricos en sabor y nutrientes. El grano de amaranto tiene un sabor muy agradable a nuez, sus posibilidades de preparación y producción son variadas como se desarrolla seguidamente:

- Molido en harina integral cruda.
- Tostado o pop.
- Molido de la harina en harina tostada o pito.
- Aplanado en hojuelas.
- También las hojas y la planta tierna se comen como verdura.

En base a los distintos productos del grano del amaranto (harina, tostado, pito, hojuelas) se pueden elaborar muchos alimentos como:

- Sopas, en base al grano o harina, hojas y plantas.
- Verduras, en base a las hojas y plantas tiernas.
- Arroz al vapor, en la base al grano.
- Papillas o gachas, en base al grano cocido y molido o tostado en leche.
- Pitos, en base a la harina tostada y leche.
- Panes, en base a la harina cruda y tostada. La harina de amaranto es especialmente apropiada para panes sin levadura como tortillas, chirriadas, etc.
- Bollos, en base a la harina cruda.
- Galletas, en base a la harina o grano entero y tostado.
- Masa y tortas, en base a la harina entera y tostada.
- Panqueques, en base a la harina entera y tostada.
- Desayuno, como quaker en base a la hojuela o el tostado con leche o zumos.
- Turrón, en base al tostado o pop
- Refrescos y Bebidas, en base a la harina cruda y el grano entero.
- Dulces y confecciones, en base al grano tostado.
- Otros (UTAB, 1989).

También poseen cualidades industriales las plantas de amaranto, pudiendo utilizarse las hojas de las variedades purpura, ya que presentan antocianinas, que son utilizadas en la elaboración de tintas para fibras y pueden ser utilizadas en la industria

alimentaria por no ser tóxicos. La misma sustancia antocianina es un desinfectante, por lo cual los campesinos de Tarija usan el jugo de las hojas para curar heridas.

Por su contenido de vitamina A es aconsejable usar las hojas de amaranto como remedio para la deficiencia de vitamina (Kietz, 1992).

Su uso en el ámbito medicinal es importante por la usencia de gliadinas en las proteínas de los granos de amarantos, lo cual hace que la harina y otras formas de utilización de estos pseudocereales puedan ser utilizados en la alimentación de los enfermos celiacos, esto es aquellos que no toleran tales proteínas, presentes en el trigo, avena, centeno y cebada. Las gliadinas afectan la absorción de nutrientes en el tracto digestivo provocando un alto grado de desnutrición (Covas, 1991).

Alrededor del 5 al 8% del aceite contenido en el grano de amaranto es un compuesto llamado squaleno, que es utilizada en la industria de los cosméticos y penetrantes de las computadoras para la lubricación de discos (Guillen, 1992).

## **2.19. AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO**

### **Suelo**

El amaranto granifero requiere sitios bien drenados y aparentemente prefiere suelos básicos o neutros (valores de PH arriba de 6). Las observaciones de campo indican que crece bien suelos que contienen una amplia variación de nutrientes. Tolera suelos arenosos y prefiere suelos francos con buen contenido de materia orgánica (Castro, 1986).

### **Precipitación**

Para la germinación de las semillas y establecer el sistema radicular, los amarantos van bien con agua limitada, en realidad ellos crecen óptimamente bajo condiciones de sequedad y calor. Son cultivados hasta en áreas de tierra agrícola a secano que reciben tan poca lluvia como 200 mm anualmente, (Kietz, 1992). Generalmente es cultivado en condiciones a secano y temporal, donde la precipitación asciende a 500 mm/año (Guillen, 1991). EL I.C.T.A. a través de su programa de reincorporación del

coime, realizo siembras de las mismas especies en condiciones a secano en localidades como ser el Ancón, Sella Cercado, Sella Candelarias y Rumicancha, obteniéndose rendimientos favorables, los cuales están por encima de los 1000 kg/ha. También se realizó la introducción de estas especies en los valles de la provincia M. Omiste del departamento de Potosí con resultados favorables de rendimiento bajo condiciones a secano.

### **Temperatura.**

El amaranto granífero crece mejor cuando la temperatura diaria es alta, por lo menos 21 °c. varios especímenes ingresados en África occidente han mostrado germinación optima a temperaturas que varían de 16 °C y 35 °C. y la velocidad de emergencia se incrementa al extremo más alto de este rango. Aunque el *A. hypochondriacus* y el *A. caudatus* toleran altas temperaturas, no son resistentes a las heladas, cesando del todo el crecimiento alrededor de los 8 °C y las plantas son dañadas por temperaturas bajo 4 °C. el *A. caudatus* sin embargo es nativo de Areasaltas en los andes peruanos, y es más resistente al frío que las otras especies (Castro, 1986).

### **Fotoperiodo**

Muchos de los amarantos son sensitivos a la longitud del día. Por ejemplo, razas del *A. hypochondriacus* del sur de México no florecen en el verano en Pennsylvania, sin embargo, maduran en el invernadero bajo condiciones de día corto den invierno. Lo contario sucede con el *A. cruentus* que permanece en su fase vegetativa por un largo periodo en su hogar ecuatorial, sin embargo, fructifica tempranamente bajo condiciones de días más largos. El *A. caudatus* es conocido como una especie de días cortos, usualmente florece y forma semilla cuando la longitud del día es menor de 8 horas. Sin embargo, algunas plantas ornamentales asemillan bajo condiciones de días más largos (Castro, 1986).

### **Rendimientos**

Este es uno de los aspectos que ha tenido poco estudio y que se constituye en parte esencial del cultivo de los amarantos. Las plantas de esta especie ya son muy buenas

productoras y los investigadores están concentrando su atención en las características, tales como facilidad para cosechar, el sabor y cualidades para el procesamiento de alimentos, que son más fundamentales en esta etapa inicial. En Pennsylvania las parcelas experimentales de las razas de amaranto para grano están rindiendo rutinariamente 1800 kg. de semilla por Ha.

En California y otros lugares, pequeñas parcelas de ensayo han obtenido rendimientos de aproximadamente el doble de la cantidad antedicha y en cuatro localidades en las lomas de Himachal Pradesh y Uttar Pradesh en la India, linajes seleccionados de las razas de tierras locales han rendido 3000 kg de grano por ha. (información de B. D. Joshi). Por lo tanto, los investigadores sospechan que los amarantos para grano eventualmente llegaran a alcanzar los rendimientos de la mayoría de los otros cereales (Castro, 1989).

En FUSAGRI, 1985 (Venezuela), se consiguieron, sin aplicar fertilización, 800 a 1000 kg por Ha. de grano limpio para el consumo. En los ensayos realizados en verano el amaranto ha competido eficientemente con las malezas, y no ha presentado problemas serios de plagas o enfermedades.

En un ensayo realizado en Guatemala, utilizándose semillas de *A. caudatus* y *A. hybridus* se obtuvieron rendimientos que variaron desde 820.12 kg. /Ha. hasta 2878.86 kg. /Ha.

Grubben y Sloten reportaron rendimiento de 2727.27 kg. /Ha. como promedio Becker y Saunders dan cuenta de 1000 a 1500 kg. /Ha. como rendimiento promedio. Respecto al rendimiento de residuo de cosecha, se obtuvieron rendimientos comprendidos entre 540.44 y 1148.90 kg. /Ha. lo que al relacionarlo con 13% de proteína que dio su análisis, acusaron rendimientos desde 70.26 kg. /Ha. hasta un máximo de 3149.36 kg. /Ha. de proteína proveniente del escavillo, con un promedio general de 102.31 kg. /Ha. (INCAP, 1987). En *A. caudatus* y *A. hybridus* en Guatemala, Rodríguez (1989) realizó un ensayo experimental con fertilización nitrogenada en el cual se obtuvieron rendimientos que oscilaron desde 2190 hasta

2662 kg. /Ha. correspondiendo a la dosis de 80 y 120 kg de N/Ha. respectivamente, llama la atención que el testigo absoluto (0 kg. de N/Ha.). tuvo un rendimiento de 2508 kg. /Ha. que comparando con el rendimiento más alto que fue de 2662 kg. /ha.

En nuestro país los rendimientos en grano por hectárea tienen una amplia variación, abarcando registros desde 500 kg hasta 3000 kg/Ha, dependiendo de las condiciones climáticas, de la fertilidad del suelo, de la calidad de la semilla y de la técnica empleada en el cultivo.

En años anteriores en nuestra región, específicamente en las zonas de Abra de Rosillas y Cañas, se consiguieron rendimientos hasta de 51 quintales de grano por hectárea (2360 kg/ha.). En la localidad de Ancón se obtuvieron rendimientos por encima de los 3000 kg. /Ha. en *A. caudatus e hypochondriacus* (Guillen, 1992).

En la localidad de Sella Cercado se pudo obtener en una parcela experimental rendimiento de 860, 1036 y 1576 kg. /Ha. para las especies *cruentus*, *hypochondriacus* y sp. Respectivamente (Guillen, 1989).

### **Concepto de densidad**

La densidad de cultivo es el número de plantas por cierta superficie dada de terreno, donde estas pueden desarrollarse en forma favorable o negativa de acuerdo a los nutrientes disponibles y aprovechables por cada planta. Plantaciones de grano de amaranto de baja densidad, producen grandes plantas foliáceas, con muchas ramas laterales y gruesas. Cada una de estas ramas laterales producen una cabeza de semillas que pueden o no madurar al mismo tiempo que la cabeza de semillas mayor. Esas plantas pueden producir abundantes granos por planta, pero no pueden ser fácilmente cosechadas mediante un equipo convencional debido a la desuniformidad (Duncan, 1980).

### **Amaranthus caudatus L.**

Tuyab-Martinez (1987) realizó un ensayo donde se evaluó el rendimiento de semilla en cultivares de esta especie en un área al sur de Guatemala. Se sembró a 0.8 m de

distancia entre surcos y 0,4 entre plantas. Se fertilizo en dosis de N=1.3 gr., P= 0.8 gr., y K= 1,7 gr por postura. En cuanto al rendimiento de semilla se obtuvieron resultados que variaron desde 1189 a 1532 kg. /ha., los rendimientos en cascabillo variaron desde 691 a 814 kg. /ha. Grubben y Sloten (s.f) citan rendimientos obtenidos de 2727.3 kg. /ha. Becker y Saunders (s. f.) dan cuenta de rendimientos que oscilan entre 1000 a 1500 kg. /ha.

Cifuentes (1989), en un estudio realizado que incluyo la evaluación de cuatro especies de graníferas de bledo: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. hybridus*. La siembra se hizo a una distancia de 0,8 m entre surcos y a 0,3 m entre postura. Se llegó a obtener los resultados siguientes: el rendimiento por parcela fue de 1023 kg. /ha., la altura de la planta fue de 2,47 m., el diámetro del tallo de 8.0 cm., el tamaño de la panoja de 40.00 cm y llego a madurar en 104 días.

Kietz (1989) acota que la densidad de plantas para obtener rendimientos razonables en Bolivia es de 20 a 30 plantas por metro cuadrado o de 77000 plantas por Ha. con una distancia de 25 cm. Entre planta y planta y 1m. entre surco y surco.

### **Amaranthus cruentus**

En un estudio realizado en México por Morales-Rodríguez (1991), en parcelas cuyos surcos están distanciados a 0.85 m. y bajo una densidad de 123.885 plantas por hectárea, se obtuvieron rendimientos entre 1000 a 1108.77 kg. de grano por hectárea.

En un ensayo realizado en México, Turriza-Escalante (1991) sembró bajo un distanciamiento de 0.60 m. entre surcos y a 0.10 m. entre plantas, obteniéndose un rendimiento promedio de 652 kg. /ha.

Suarez-Cervantes (1987) en experiencias realizadas en Queretaro, obtuvo rendimientos de 909 a 1367 kg. /Ha. para temporal y riego cuando el amaranto era producido a una densidad de 100.000 plantas/ha., junto a una fertilización de 100-80-00.

Turriza-Soto (1987) en un estudio realizado en México probó a nivel experimental 16 densidades de cultivo, en el que se combinaron distancias entre surcos de 50, 60, 70, 80 cm. Y distancias entre plantas de 10, 15, 20, 25 cm., la fórmula de fertilización fue de 140-80-40. Se llegó a alcanzar una producción de 4 toneladas por hectárea, con distancias entre surcos de 10 cm. entre plantas, que representa una densidad de población de 166000 plantas por hectárea. Estos altos rendimientos se obtuvieron debido a que al ser el amaranto una planta C4, al cultivarse en clima tropical, aprovecho al máximo la luz solar y esta eficiencia se refleja en su crecimiento y altura alcanzada.

Suarez (1984) en un ensayo realizado en México, sembró amaranto granifero con una densidad de 50000 plantas por hectárea y obtuvo rendimientos de 1.5 a 2.0 toneladas por hectárea.

Vera y Trinidad (1987) en el sitio experimental de México, se sembró el amaranto bajo cuatro niveles de nitrógeno (0, 80, 160, 240 kg. /ha), cuatro niveles de fosforo (0, 60, 120, 180 kg. /ha). y cuatro densidades de población (80000; 120000; 160000 y 200000 plantas por hectárea), los surcos estuvieron distanciados a 0.80 m de ancho. El rendimiento de materia verde a los 120 días, fecha en que se cosecho la planta completa para cuantificar la biomasa, vario de 63 ton. /ha. como consecuencia del efecto de los diferentes tratamientos de nitrógeno, fosforo y densidad de plantas por hectárea. Transformando la materia verde a materia seca, en esta, la tendencia de respuesta fue la misma, pero se perdió la diferencia significativa entre los tratamientos. Se observó un aumento por efecto de fertilización y fosfatado, pero fue mucho más marcado el efecto de la densidad de plantas por efecto.

### ***Amaranthus hypochondriacus***

Mendoza (1991) en un ensayo sobre densidades, el cual se realizó en periodos de lluvia y bajo manejos agronómicos tradicionales, la influencia de la densidad de población sobre altura de planta fue escasa, pues a una densidad mayor de 210000 plantas por hectárea la variable cambio de 105 a 134 cm. de altura, incremento que no

fue significativo. La mayor densidad de población incremento el rendimiento biológico, el mayor peso de paja (6972 kg/ha.) se obtuvo con 210000 plantas por hectárea. la densidad de población por hectárea tuvo influencia sobre rendimiento de semilla solo en poblaciones de 150000 a 210000 plantas, lo que parece indicar que esta especie está adaptada a altas densidades de población.

Turriza-Escalante (1991) ensayo esta especie bajo distanciamiento de 0,60 m entre surcos y 0.10m. entre plantas, se obtuvieron rendimientos de 976 a 995 kg/Ha.

Gutiérrez-Ambriz (1987) procedió al estudio de diferentes niveles de fertilización y densidades. Los factores estudiados fueron N; 50- 100- 150- 200 kg/Ha.; P; 30- 60- 90-120 kg/Ha.; D; 50-100-150-200 miles de plantas por hectárea. Adicionando 3 tratamientos, las cuales fueron un testigo absoluto con 50 mil plantas por hectárea, 150 N- 60 P- 50 K con 100 mil plantas por hectárea y 150 N- 60 P y 100 mil plantas por hectárea y tres aplicaciones de microelementos, la distancia entre surcos fue de 80 cm. y entre matas de 25 cm. Los resultados a los que sellego indican que se obtuvieron rendimientos de 1554 a 1989 kg. /Ha. aparte del testigo que fue de 700 kg. /ha. La variable altura de la planta, oscilo entre 162 a 137 cm. en los tratamientos fertilizados, notándose así que el K y los microelementos tienen efecto únicamente sobre la altura de la planta.

Los resultados reflejan que el efecto de los fertilizantes y la densidad de población presentan efecto sobre el rendimiento del amaranto, puesto que el testigo rindió 700 kg. /Ha. y con el uso de fertilizantes se incrementó notablemente el rendimiento.

Gavi-Trinidad-Cruz (1987) en un estudio realizado en Mexico sobre el efecto de alta dosis de N y densidad de plantas sobre el rendimiento de *A. hypochondriacus*. Se probó 2 densidades de planta por hectárea (75000 y 150000), tres distancias entre surcos (30-60-90 cm.) y tres dosis de N (50,100 y 150 kg. /ha.), con una dosis uniforme de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha. En promedio el menor rendimiento en grano (1198 kg. /Ha.) se obtuvo con 50 kg. de N/Ha.; mientras que el mayor rendimiento (1196 kg. /Ha.) se logró con 150 kg. de N por hectárea. En cuanto a densidad de plantas y anchura de

surcos de promedio, los rendimientos más bajos y altos correspondieron a los niveles inferiores y altos de dichos factores respectivamente. Los resultados anteriores sugirieron que los niveles óptimos no se encuentran en los rangos de exploración evaluados, no obstante, para anchura de surcos sería impráctico una distancia mayor a 90 cm.

En, base a la experiencia anterior, en 1986, se continuo con otro mayor ensayo en el que se evaluaron cuatro dosis de N (100, 200, 300 y 400 kg. /ha.) con tres densidades de plantas por hectárea, con una anchura entre surcos de 85 cm. y una dosis uniforme de 60 kg. de  $P_2O_5$ /Ha. Se observó que en promedio, el amaranto respondió positivamente hasta una dosis de 300 kg de N/Ha. En densidad de plantas real, el rendimiento del amaranto aumento progresivamente conforme aumentaba la densidad real de plantas/Ha. (41000, 72000 y 99000).

Semenas-Pulgar (1987) en un estudio realizado en Venezuela, probo material de *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* sometiéndolos a densidades de población de 333. 333 plantas /ha., 1666.667 plantas/Ha., 133.333 plantas/Ha., 111.111 plantas/Ha., 95.238 plantas/Ha., 83.333 plantas/ha. y 66.667 plantas/ha., se observó que las plantas tienden a acomodarse independientemente de la distancia entre ellas a una densidad aproximada de 80000 plantas/Ha. Las densidades mayores a estas producen debajo del canopeo plantas de tallos débiles y espigas muy pequeñas y en las densidades mayores se observan plantas de tallos muy gruesos, alturas superiores a los 2 metros y presencia de 3 a 5 espigas laterales pequeñas.

Sin embargo, las siembras de mayor rendimiento son aquellas que se realizan inicialmente a 4 cm. entre plantas, que resultan final de 8 cm. entre ellos, dando resultados (en parcelas experimentales) de 1320 kg. /Ha. en promedio.

### **Amaranthus sp.**

Torrez-Delgado; Medina-Fajardo (1991) sembró *A. sp.* Sobre un terreno ubicado a 375 m.s.n.m., bajo una temperatura máxima de 28.7 °C. La siembra se hizo distanciada entre 0.80 m. por surco y a 0.15 m. entre planta, que representa 83.333

plantas/Ha. y en la cual se obtuvieron rendimientos entre 538 a 1735 kg. /Ha. Los rendimientos más comunes fueron superiores a los 1000 kg. /Ha.

## **2.7. MANEJO DEL CULTIVO**

### **2.7.1. Preparación del suelo**

Previo a la preparación del suelo se debe tener en cuenta la elección del sitio de siembra. Es importante considerar el grado de infestación de malezas, dado que las mismas ejercerán competencia sobre el cultivo y en muchos casos hay especies del mismo género que el amaranto, las cuales son muy difíciles de distinguir al momento de realizar el desmalezado (Tavitas y Hernández, 2012).

La preparación del terreno debe ser lo más eficiente posible debido al pequeño tamaño de la semilla, se requiere de una cama de siembra mullida para lograr un buen contacto de la semilla y el suelo. En suelos livianos basta con una pasada de rastra de discos, mientras que en suelos pesados puede requerir de otro rastreo cruzado (Tavitas y Hernández, 2012).

### **2.7.2. Época de siembra**

La época de siembra está relacionada con a la ubicación de la zona de cultivo y a la frecuencia y volumen de las precipitaciones (Gonzáles y Rojo, 2005). La elección de la variedad también se relaciona con las condiciones agroclimáticas y la fecha de siembra. Si la variedad seleccionada se siembra fuera de época esta reducirá notablemente sus rendimientos. Por lo tanto, la fecha de siembra está íntimamente relacionada con el ciclo de la variedad y las condiciones agroclimáticas donde se llevará a cabo el cultivo (Mujica et al., 1997).

Se recomienda realizar la siembra en primavera de manera de asegurarle a la semilla una adecuada humedad para su germinación y emergencia, aunque esta práctica no suele adecuarse a zonas semiáridas. Así, siembras de primavera demasiado tempranas pueden ocasionar, debido a la probabilidad de ocurrencia de las heladas tardías,

retrasos en la emergencia, germinación despereja del cultivo e incluso la pérdida de plantas (Tavitas y Hernández, 2012)

### **2.7.3. Siembra**

La siembra puede realizarse de manera directa o mediante trasplante en surcos de aproximadamente 10 cm de profundidad y separados 60-70 cm entre sí. Dentro del surco se puede sembrar a chorrillo o en golpes (10-20 semillas por golpe) cada 20 cm (Nieto, 1990). Es importante dejar caer la semilla a poca altura del suelo, dado que por su pequeño tamaño y peso puede ser desviada por el viento fuera del surco (García Pereyra, 2004). Para lograr una distribución uniforme se recomienda mezclar la semilla con arena o inertes (Henderson et al., 1993). La semilla se cubre luego con una delgada capa de suelo de 1-2 cm (Nieto, 1990).

### **2.7.4 Densidad de siembra**

La densidad de siembra varía en función de la calidad de semilla y del sistema utilizado. Por lo general se trabaja con 4 a 6 kg de semilla ha-1 para obtener una densidad de aproximadamente 100-150 mil plantas ha-1 (Mujica et al., 1997; Tavitas y Hernández, 2012). Sin embargo, la densidad de plantas puede variar según las condiciones agroclimáticas y la variedad utilizada.

### **2.7.5. Desmalezado y Raleo**

El cultivo presenta un crecimiento lento al comienzo del ciclo por lo que el desmalezado se torna de vital importancia para evitar la competencia que ejercerán las malezas. El número de veces en la que debe realizarse el control depende de la incidencia de malezas (Mujica et al., 1997).

Este cultivo es muy susceptible en sus primeros estadios de desarrollo a la competencia por agua, luz y nutrientes. Por tal motivo se recomienda realizar un primer control cuando las plántulas tengan 10-15 cm de altura y un segundo control a los 30 días del primero (Mujica et al., 1997). Transcurrido el primer mes el cultivo

crece rápidamente y cubre el suelo lo cual 34 permite independizarse de esta tarea. Una vez establecido el cultivo se efectúan los raleos necesarios para lograr el número de plantas deseado por unidad de superficie, se eliminan las plantas más pequeñas, débiles, atípicas o enfermas si las hubiese (Nieto, 1990; Monteros et al., 1994).

#### **2.7.6. Fertilización**

El amaranto se desarrolla adecuadamente en suelos de diverso contenido nutricional, aunque, estudios realizados informan que la fertilización permite obtener plantas de mayor tamaño y con mejor rendimiento en grano. Para un óptimo desarrollo de la planta requiere niveles adecuados de potasio y nitrógeno en el suelo. (NRC, 1984).

De manera tal que los requerimientos nutricionales del amaranto están definidos por las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo y por la especie a sembrar.

El amaranto responde positivamente a la fertilización nitrogenada, debido a que este elemento resulta restrictivo en el crecimiento de un cultivo (Mujica et al., 1997).

#### **2.7.7. Cosecha y trilla**

La cosecha se realiza cuando la planta presenta signos de madurez tales como, hojas secas en la base del tallo y amarillentas hacia el ápice de la planta; cierta dehiscencia en la base de la panoja; granos duros y muy difíciles de romper. Las panojas pueden cortarse manualmente con un elevado costo de mano de obra. Esta actividad debe realizarse en horas tempranas del día para reducir el desprendimiento del grano (González y Rojo, 2005).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Localización

El presente trabajo de investigación fue realizado en una parcela familiar ubicada en la Localidad de San Lorenzo provincia Méndez del departamento de Tarija. Situada aproximadamente a 15 km. Del norte de nuestra ciudad.

este municipio se encuentra geográficamente entre los paralelos 20°57' y 21°36' de latitud sud y 64°25' y 64°58' de longitud oeste.

La zona de san Lorenzo tiene acceso caminero que pasa por el poblado, cuenta con todos los recursos básicos como la energía y agua potable.

##### 2.1.1. Clima

Por las diferencias de Altitud, Fisiografía, Topografía, Vegetación, corrientes de aire, además de otros factores, la Primera Sección de la Provincia Méndez presenta una variedad de Meso climas y Microclimas.

Se puede clasificar en forma general como un clima Semiárido, Fresco, Meso termal con poco o ningún exceso de agua. Sub Andino, Cabecera de Valle, Valle y Su trópico.

Entre las localidades más representativas de esta unidad climática se tiene a San Lorenzo, Canasmoro, Tucumillas, Sella, Alto Cajas, León Cancha.

##### 2.1.2. Temperatura

La temperatura Media Anual es de 16.7° C., la Máxima Media Anual de 25.8 °C, y la Mínima Media de 8.85 °C.

##### 2.1.3. Precipitación

Según datos de la estación de Canasmoro, la humedad relativa media es del 61%, alcanzando una máxima superior al 70% en los meses de enero a marzo.

#### 2.1.4. Hidrografía

Se encuentra en la sub cuenca del río Guadalquivir nace con el nombre de río Chamata a la altura del río trancas, teniendo como influentes principales en la margen derecha a los ríos Calama, Coimata, Pajchani, Erquis y la victoria. Por la margen izquierda a los ríos Sella, Tojti waikho, Carachimayo, y otras cuencas.

#### 2.1.5. Suelos

Fisiográficamente se sitúan sobre aluviones recientes, con relieve topográfico plano o casi plano. Son suelos imperfectamente drenados, no presentan problemas de erosión significativa. Tienen un nivel de fertilidad medio, donde los contenidos de materia orgánica y nitrógeno son medios, de fósforo medios a altos y de potasio bajos a medios. El ph es neutro a ligeramente alcalino y no presenta problemas de salinidad.

##### 2.1.5.1. Características físico – químicas del suelo

El análisis físico químico del suelo donde fue llevado a cabo el estudio, realizado por el servicio departamental agropecuario (SEDAG), a través de sus laboratorios de suelos y aguas, muestra que tiene las siguientes características:

En cuanto a las características físicas, se observó una textura franco-arcilloso, de estructura medianamente liviana, porosidad media, y en cuanto a las características químicas se observa los siguientes datos de acuerdo a los datos obtenidos del análisis de suelo extraídos de laboratorio, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Cuadro 2. Oferta del suelo**

	<b>OFERTA DEL SUELO Kg/ha</b>
<b>Nitrógeno</b>	108,80
<b>Fósforo</b>	80,59
<b>Potásio</b>	112,32
<b>MO</b>	62000,00

### 2.1.6. Vegetación

Las condiciones del medio permiten el desarrollo de una vegetación natural en su mayoría xerofíticas, con excepción de las áreas con riego. Las especies que se muestran con más frecuencia son el Churqui (*Acacia caven*), Duraznillo (*Ruprechtia apeta*), Menta del campo (*Aloysia gratisima*), Malva (*Malvastrum, sp*), Aji de monte (*Capsicum sp*), Alizo (*Alnus sp.*), Chilca (*Bacharis sp.*), Pasacana-cactáceas (*Trichocereus sp.*), Molle (*Schinus molle*), Jarca (*Acacia visco*), Th'ola (*Paratrephia*), Paja (*Stipa leptostachia*), Tusca (*Acacia oromo*) y otros.

### 3.1.6. Cultivos anuales

En las áreas con riego existen cultivos anuales

Maíz (*Zea mays*), Papa (*Solanum tuberosum*), Trigo (*Triticum spp*), Arveja (*Pisum sativum L.*), Avena (*Avena sativa L.*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Haba (*Vicia faba*), Papalisa (*Ullucus tuberosus*), Mani (*Arachis hypogaea*), Zanahoria (*Daucus carota*), entre otros.

#### 3.1.6.2. Frutales a lo largo de los pequeños valles aluviales

Durazno *Prunus persica* Higo *Ficus carica* Nuez *Juglans regia* Manzana *Malus domestica* Ciruelo *Prunus domestica*.

## 2.2 Materiales

### 2.2.1. Material genético

Se utilizaron cuatro eco tipos de amaranto granífero introducidos:

#### Cuadro 3. Material vegetal

N°	VARIETADES	CONDICIÓN
1	V1 = Pucara	Introducida
2	V2 = Tomina	Introducida
3	V3 = Cotahuasu	Introducida
4	V4 = Criolla	Introducida

Las variedades introducidas fueron adquiridas del centro experimental Chocloca de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, las variedades como la Pucara y Tomina son procedentes del departamento de Chuquisaca del Municipio Tomina.

## **2.2.2. Abonos**

### **2.2.2.1. Abonos orgánicos**

Se utilizó estiércol de chiva descompuesto, en una cantidad de 6 qq. Por toda la superficie utilizada, el cual fue distribuida de manera uniforme.

### **2.2.3. Plaguicidas**

De acuerdo a las necesidades, se utilizaron los siguientes:

Almacigol (fungicida).

Maxin (fungicida).

Kasumin (fungicida).

### **2.2.4. Material de laboratorio**

Se utilizaron los siguientes:

Balanza electrónica.

Balanza de precisión.

### **2.2.5. Material de campo**

Para llevar a cabo la investigación se utilizó lo siguiente:

- Azadones.
- Picotas.
- Wincha.
- Flexómetro.
- Estacas de señalización.
- Mochila pulverizadora.
- Tijeras de podar.

- Bolsas.
- Hoces.
- Zarandas.
- Vernier.

### **2.2.6. Material de registro**

- Cámara fotográfica.
- Planilla.
- Lápiz.

## **2.3. METODOS**

### **2.3.1. Diseño Experimental**

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño Experimental de “bloques al azar” con un arreglo factorial de 2x4 (Variedades x densidad) con ocho tratamientos y tres repeticiones generándose un total de veinticuatro unidades experimentales

### **2.3.2. Características del Diseño**

- Número de tratamientos.....8
- Número de repeticiones o bloques.....3
- Número de unidades experimentales.....24

### **Características**

1. Las unidades experimentales serán Heterogéneas.
2. Las unidades homogéneas estarán formando los bloques.
3. En cada bloque se tendrá un número de unidades igual al número de tratamientos (bloques completos).
4. Los tratamientos serán distribuidos al azar en cada bloque.
5. El número de repeticiones será igual al número de bloques.

### 2.3.3. Tratamientos

#### 2.3.3.1. Factor Variedad

- Variedad Pucara.
- Tomina.
- Cotahuazu.
- Criolla.

#### 2.3.3.2. Factor densidades

Se estudiaron dos densidades de cultivo que fueron:

**D1.** 65.000 semillas/ha.

**D2.** 50.000 semillas/ha.

#### 2.3.4. Diseño de campo

#### Cuadro 4. Características de campo

Características	Área
Área unidad experimental	8m <sup>2</sup>
Distancia entre surcos	0.5m
Distancia entre parcelas y entre bloques	1m
Área total del ensayo	322m <sup>2</sup>
Cantidad de semilla	<b>D1.</b> (50.000 semillas/ha) <b>D2.</b> (65.000 semillas/ha)

#### 2.3.5. Descripción de tratamientos

T<sub>1</sub>= V<sub>1</sub>D<sub>1</sub> Variedad Pucara en una densidad de 50.000 semillas/ha.

T<sub>2</sub>= V<sub>1</sub>D<sub>2</sub> Variedad Pucara en una densidad de 65.000 semillas/ha.

T<sub>3</sub>= V<sub>2</sub>D<sub>1</sub> Variedad Tomina en una densidad de 50.000 semillas/ha.

T<sub>4</sub>= V<sub>2</sub>D<sub>2</sub> Variedad Tomina en una densidad de 65.000 semillas/ha.

T<sub>5</sub>= V<sub>3</sub>D<sub>1</sub> Variedad Cotahuazu en una densidad de 50.000 semillas/ha.

T6= V<sub>3</sub>D<sub>2</sub> Variedad Cotahuazu en una densidad de 65.000 semillas/ha.

T7= V<sub>4</sub>D<sub>1</sub> Variedad Criolla en una densidad de 50.000 semillas /ha.

T8= V<sub>4</sub>D<sub>2</sub> Variedad Criolla en una densidad de 65.000 semillas/ha.

**Croquis del área experimental**

Bloque 3	Bloque 2	Bloque 1
T4	T6	T2
T2	T2	T7
T7	T7	T8
T5	T5	T1
T8	T3	T6
T3	T1	T5
T6	T4	T4
T1	T8	T3

## **2.3.6. Procedimiento Experimental**

### **2.3.6.1. Preparación del suelo**

La preparación del terreno se realizó durante la última quincena del mes de septiembre, la que consistió en una limpieza del terreno, arada con tractor (2 pases), rastreada (una vez), desterronado manual en toda el área experimental, y separación de las piedras del terreno.

### **2.3.6.2. Siembra**

La siembra se la realizo aprovechando la humedad de las primeras precipitaciones de la época. La apertura de surcos se hizo con yunta de bueyes a una profundidad de 20 cm. Aplicando las dos densidades de siembra, se distribuyó a en un marco de siembra de 0,30 x 0,50 (distancia planta/planta y surco/surco) para la densidad 1 y 0,40 x 0,50 para la densidad 2 (distancia planta/planta y surco/surco). El enterrado se lo realizo echando con las manos con una delgada capa de tierra entre 2 - 3 cm. de espesor.

### **2.3.6.4. Labores culturales**

Durante el desarrollo vegetativo del cultivo se realizaron las siguientes labores.

#### **Deshierbes**

Los deshierbes se realizaron en tres oportunidades el primero se realizó juntamente con el aporque, el segundo deshierbe se realizó a principios del tercer mes y el tercer se lo realizo a los 4 meses de desarrollo de cultivo. Las malezas más frecuentes encontradas en el cultivo son Brama (*Cynodon dactilun*), Yuyo *Amaranthus sp* Brama y Brama (*Potulaca sp*).

#### **Raleo**

El primer raleo se realizó a los 22 días después de la siembra, cuando las plantas presentaban aproximadamente unos 12 cm. de altura, tratando de acuerdo a las densidades de estudio

Durante el día 35 se realizó el segundo raleo, en el cual solo se dejó de 2-3 plantas por postura, para evitar posibles daños de los fenómenos naturales (granizo, viento, intensas lluvias etc.)

El raleo definitivo se realizó a los 50 días después de la siembra, dejando una planta por postura para cada densidad.

### **Aporque**

El aporque se realizó a 40 días después de la siembra, cuando las plantas presentaban una altura de entre 25-30 cm. esta labor se la realizo de forma manual con la ayuda de azadones con el fin de no dañar mucho a las plantas.

### **Control Fitosanitario**

Las plagas y enfermedades que se observaron en el transcurso del desarrollo del cultivo fueron los siguientes: Damping off (mal de almaciguera) y *Macrophoma sp.* (Mancha negra del tallo), así como también una plaga considerable *Epicauta adspersa* (bicho moro).

Las plagas que se presentaron no tuvieron mayor importancia, ya que su incidencia en el cultivo fue de corto tiempo. Las variedades introducidas fueron afectadas en proporción por el insecto vicho moro (*Epicauta adspersa*) cuando la planta se encontraba en plena floración, dañando las hojas de las plantas, para el control de este insecto se hizo una aplicación.

Las enfermedades se presentaron desde el inicio del cultivo, a los 12 días después de la siembra se detectó el hongo mal de almaciguera (damping off.) las variedades más afectadas por este hongo fueron la Tomina y Pucara. Para el control de esta enfermedad se utilizó el Fungicida Almacigol, donde se aplicó una dosis de 5gr / 20 L. de agua. A los 25 días después de la siembra se volvió a detectar esta enfermedad, pero esta vez se controló con el fungicida Maxim con una dosis de 50ml / 25L. de agua. La mancha negra (*Macrophoma sp.*) una enfermedad que ataca la base del tallo y raíz, las especies más afectadas por esta enfermedad fueron la Pucara, Tomina y

Cotahasu, la especie más resistente a esta enfermedad la Criolla, esta enfermedad se manifestó a inicios de la floración, para el control de esta enfermedad se utilizó el funguicida Kasumin con una dosis de 100ml / 20lt de agua.

### **Cosecha, trillado y secado.**

Para realizar la cosecha se realizó un test de la parte basal y superior de la panoja para determinar la madurez del grano, posteriormente se procedió a cortar la panoja con la ayuda de una tijera de podar, de manera que se realice un corte homogéneo, luego del cosechado se realizó el secado donde se procedió a extender todas las panojas, por un tiempo de aproximadamente 7 días, y por último se realizó el trillado. Las variedades Pucara y Cotahuasu se cosechó el 28 de marzo, y la variedad Tomina y Criolla se cosechó el 5 de marzo.

### **3.3.6 VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **Días de emergencia**

##### **Porcentaje de emergencia**

El porcentaje de emergencia se evaluó a los 7 días, después de la siembra, en base a la relación del número total de semillas sembradas con la cantidad de semillas germinadas en cada unidad experimental.

##### **Altura de la planta al momento del corte**

Se tomó una muestra representativa de 10 plantas al azar por cada unidad experimental dentro del área de cosecha las cuales fueron medidas con un flexómetro, tomando datos en metros, se realizaron 5 mediciones cada 25 días después de la siembra.

##### **Peso de panoja por planta**

Para determinar el peso de panoja por planta se consideró 10 unidades como muestra representativa de las cuales se evaluó el peso por panoja de cada tratamiento, datos extraídos en centímetros pesados en una balanza de precisión.

### □ Rendimiento

La evaluó al finalizar la cosecha, tomando en cuenta el total de la cosecha realizada, extrayendo datos en kilogramos, mismos que realizando una conversión se procedió a tabularlos en toneladas por hectárea de cada tratamiento.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS EN ESTUDIO

##### 4.1.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA A LOS 7 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA

**Cuadro 5. Datos de porcentaje de emergencia (%)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	90,00	100,00	93,00	<b>283,00</b>	94,33
<b>T2 (V1D2)</b>	100,00	100,00	100,00	<b>300,00</b>	100,00
<b>T3 (V2D1)</b>	95,00	100,00	95,00	<b>290,00</b>	96,67
<b>T4 (V2D2)</b>	92,00	100,00	94,00	<b>286,00</b>	95,33
<b>T5 (V3D1)</b>	95,00	97,00	98,00	<b>290,00</b>	96,67
<b>T6 (V3D2)</b>	100,00	100,00	98,00	<b>298,00</b>	99,33
<b>T7 (V4D1)</b>	100,00	92,00	95,00	<b>287,00</b>	95,67
<b>T8 (V4D2)</b>	100,00	93,00	100,00	<b>293,00</b>	97,67
<b>SUMA</b>	<b>772,00</b>	<b>782,00</b>	<b>773,00</b>	<b>2.327,00</b>	96,96

En el porcentaje de evaluación, se ve que los promedios alcanzan un máximo promedio de 100 %, tal como podemos ver en el Cuadro 5, donde el mayor porcentaje fue obtenido con el Tratamiento 2 (Variedad 1 + densidad 2), y por el otro lado, el tratamiento con el promedio más bajo es el Tratamiento 1 con un 94,33 % de porcentaje de emergencia.

Según Zapata Olvera (2006), las semillas germinan alrededor de los 4 - 5 días después de la siembra, y necesitan el máximo cuidado hasta que alcance una altura de 25 - 30 cm. Esta es la etapa más crítica para la obtención de un potencial máximo en la cosecha, por lo que debe estar libre de malezas y tener una humedad adecuada. El deshierbe es necesario durante los 30 días después de la siembra. Entonces evaluando a los 7 días el porcentaje de germinación se justifica los datos obtenidos de germinación.

**Cuadro 6. Variedad / Densidad**

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>TOTALES</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	283,00	300,00	<b>583,00</b>	<b>97,17</b>
<b>V2</b>	290,00	286,00	<b>576,00</b>	<b>96,00</b>
<b>V3</b>	290,00	298,00	<b>588,00</b>	<b>98,00</b>
<b>V4</b>	287,00	293,00	<b>580,00</b>	<b>96,67</b>
<b>TOTALES</b>	<b>1.150,00</b>	<b>1.177,00</b>	<b>2.327,00</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>95,83</b>	<b>98,08</b>		

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad tuvieron un comportamiento muy similar variando entre los 96 % a 98 %, difiriendo en 2 % entre las variedades 2 y 3 respectivamente. Por otro lado, en el factor densidad de igual modo la similitud entre los promedios de la densidad 1 y 2 difiere en poco más de 2 %.

**Cuadro 7. Análisis de varianza (ANOVA)**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F tabulada</b>	
				<b>Calculada</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	7	80,29	11,47	<b>0,95</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
<b>BLOQUES</b>	2	7,58	3,79	<b>0,31</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	169,08	<b>12,08</b>			
<b>FACTOR VARIEDAD (V)</b>	3	12,79	4,26	<b>0,35</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>FACTOR DENSIDAD (D)</b>	1	30,38	30,38	<b>2,52</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
<b>INTERACCIÓN (V / D)</b>	3	37,13	12,38	<b>1,02</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>TOTAL</b>	23	256,96				

**C. V. = 3,58 %**

Tal como se muestra en el Análisis de varianza, se ve que para los tratamientos no existen diferencias significativas de igual forma para los bloques, el factor variedad, factor densidad y la interacción de ambos, no existen diferencias significativas, al 1 y 5 % de probabilidad de error. Por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 3,58 %.

Según el CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS, (2004) indica que la emergencia de las plántulas de amaranto es rápida cuando se da antes de los 5 días, código 1; lenta cuando se da entre los 5 y 10 días, código 2; muy

lenta cuando se presenta a partir de los 10 días en adelante, código 3. En la presente investigación la emergencia de plántulas se presentó a partir de los 5 días ubicándola en una emergencia muy lenta con código 2 en la escala en todos los tratamientos, sin embargo, cabe resaltar que la medición se realizó a los 7 días, por lo que se pudo observar que en su mayoría los tratamientos presentaron un porcentaje de germinación encima de los 90 %.

#### 4.1.2. ALTURA DE PLANTAS

**Cuadro 8. Datos de altura de planta a los 25 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	0,080	0,072	0,052	<b>0,20</b>	0,07
<b>T2 (V1D2)</b>	0,072	0,077	0,064	<b>0,21</b>	0,07
<b>T3 (V2D1)</b>	0,072	0,071	0,075	<b>0,22</b>	0,07
<b>T4 (V2D2)</b>	0,075	0,060	0,075	<b>0,21</b>	0,07
<b>T5 (V3D1)</b>	0,073	0,078	0,073	<b>0,22</b>	0,07
<b>T6 (V3D2)</b>	0,077	0,072	0,071	<b>0,22</b>	0,07
<b>T7 (V4D1)</b>	0,079	0,077	0,079	<b>0,23</b>	0,08
<b>T8 (V4D2)</b>	0,074	0,076	0,059	<b>0,21</b>	0,07
<b>SUMA</b>	<b>0,60</b>	<b>0,58</b>	<b>0,55</b>	<b>1,73</b>	0,07

El Cuadro 8, evidencia los datos de la altura a los 25 días, donde se puede notar un comportamiento muy parecido entre todos los tratamientos, con promedios que no sobrepasan los 0,08 metros por encima ni 0,07 metros por debajo, siendo el Tratamiento 7 (Variedad 4 + densidad 1), que obtuvo el mejor promedio con 0,08 metros.

Las especies alcanzan hasta dos metros de altura, tienen un solo eje central y con pocas ramificaciones laterales, su raíz pivotante es corta y robusta, tallo estriado con aristas fuertes y hueco en el centro en su etapa de madurez, hojas largamente pecioladas, romboides, lisas y de escasa pubescencia, nervadura central gruesa y prominente. La inflorescencia es una panícula laxa o compacta de diversos colores, desde el blanco amarillento, verde rosado, rojo, hasta púrpura. El fruto es un pixidio

conteniendo una sola semilla de color blanco, negro, café y rojiza, es lisa brillante y forma lenticular. (Sumar, 1983).

**Cuadro 9. Variedad / Densidad**

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>TOTALES</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	0,20	0,21	<b>0,42</b>	<b>0,07</b>
<b>V2</b>	0,22	0,21	<b>0,43</b>	<b>0,07</b>
<b>V3</b>	0,22	0,22	<b>0,44</b>	<b>0,07</b>
<b>V4</b>	0,23	0,21	<b>0,44</b>	<b>0,07</b>
<b>TOTALES</b>	<b>0,88</b>	<b>0,85</b>	<b>1,73</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>		

Los promedios para el factor variedad, muestran un comportamiento muy similar entre sí, con unos 0,07 metros en las cuatro variedades, y de igual forma para el factor densidad se ve que los valores son iguales en ambas densidades con unos 0,07 metros de altura a los 25 días.

**Cuadro 10. Análisis de varianza (ANOVA)**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F tabulada</b>	
				<b>Calculada</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	7	0,000199	0,000028	<b>0,59</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
<b>BLOQUES</b>	2	0,000203	0,000101	<b>2,10</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	0,000678	<b>0,000048</b>			
<b>FACTOR VARIEDAD (V)</b>	3	0,000076	0,000025	<b>0,53</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>FACTOR DENSIDAD (D)</b>	1	0,000032	0,000032	<b>0,66</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
<b>INTERACCIÓN (V / D)</b>	3	0,000091	0,000030	<b>0,63</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>TOTAL</b>	23	0,001080				

**C. V. = 9,63 %**

Observando el Cuadro 10, se ve que en el Análisis de varianza no existen diferencias significativas para los tratamientos, para los bloques, factor variedad, factor densidad el caso es el mismo, no existen diferencias significativas al 1 ni 5 % de error, por lo que no es necesario recurrir a una prueba de comparación de media.

**Cuadro 11. Datos de altura de planta a los 50 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	0,79	0,66	0,36	<b>1,81</b>	0,60
<b>T2 (V1D2)</b>	0,62	0,60	0,59	<b>1,81</b>	0,60
<b>T3 (V2D1)</b>	0,67	0,75	0,44	<b>1,86</b>	0,62
<b>T4 (V2D2)</b>	0,64	0,53	0,76	<b>1,93</b>	0,64
<b>T5 (V3D1)</b>	0,84	0,54	0,70	<b>2,09</b>	0,70
<b>T6 (V3D2)</b>	0,57	0,59	0,77	<b>1,92</b>	0,64
<b>T7 (V4D1)</b>	0,74	0,67	0,76	<b>2,17</b>	0,72
<b>T8 (V4D2)</b>	0,59	0,45	0,48	<b>1,52</b>	0,51
<b>SUMA</b>	<b>5,46</b>	<b>4,79</b>	<b>4,87</b>	<b>15,11</b>	0,63

A los 50 días se hizo la segunda medición de la altura donde se obtuvo datos muy similares en los tratamientos, tal como se aprecia en el Cuadro 11, los datos iban desde los 0,60 hasta los 0,72 metros de altura con un comportamiento muy parecido entre los promedios encontrados, también se ve que el promedio general supera en poco más de los 0,60 metros.

La altura está muy ligada a los procesos fisiológicos por lo que la fertilización es uno de los parámetros más importantes a tomar en cuenta, en especial el nitrógeno. El nitrógeno promueve el crecimiento vegetativo, tanto en el número y tamaño de las hojas como en altura de la planta (FAO, 2002).

**Cuadro 12. Variedad / Densidad**

	D1	D2	TOTALES	MEDIA
<b>V1</b>	1,81	1,81	<b>3,62</b>	<b>0,60</b>
<b>V2</b>	1,86	1,93	<b>3,79</b>	<b>0,63</b>
<b>V3</b>	2,09	1,92	<b>4,01</b>	<b>0,67</b>
<b>V4</b>	2,17	1,52	<b>3,69</b>	<b>0,62</b>
<b>TOTALES</b>	<b>7,93</b>	<b>7,18</b>	<b>15,11</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>0,66</b>	<b>0,60</b>		

Observando el Cuadro 12, de la interacción de los factores variedad \* densidad, se ve que los promedios para el factor densidad no difieren mucho y muestran promedios

de 0,60 a 0,67 metros de altura, el caso es similar para el factor densidad ya que los promedios están entre los 0,60 y 0,66 metros de altura en la densidad 1 y 2 respectivamente.

**Cuadro 13. Análisis de varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F	F tabulada	
				Calculada	5%	1%
TRATAMIENTOS	7	0,09	0,01	<b>0,78</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
BLOQUES	2	0,03	0,02	<b>1,03</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
ERROR	<b>14</b>	0,23	<b>0,02</b>			
FACTOR VARIEDAD (V)	3	0,01	0,00	<b>0,29</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
FACTOR DENSIDAD (D)	1	0,02	0,02	<b>1,42</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
INTERACCIÓN (V / D)	3	0,05	0,02	<b>1,06</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
TOTAL	23	0,35				

**C. V. = 20,39 %**

Realizado el análisis de varianza, se ve que para los tratamientos no existen diferencias significativas, de igual forma para los bloques, para el factor variedad, para el factor densidad y para la interacción de ambos factores no existen diferencias significativas 1 ni 5 % de probabilidad de error, por tanto, no se realizó la prueba de comparación de medias.

**Cuadro 14. Datos de altura de planta a los 75 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1D1)	1,61	1,35	0,80	<b>3,76</b>	1,25
T2 (V1D2)	1,56	1,26	1,36	<b>4,17</b>	1,39
T3 (V2D1)	1,28	1,35	1,00	<b>3,63</b>	1,21
T4 (V2D2)	1,30	1,25	1,29	<b>3,85</b>	1,28
T5 (V3D1)	1,53	0,94	1,42	<b>3,90</b>	1,30
T6 (V3D2)	1,26	1,06	1,28	<b>3,60</b>	1,20
T7 (V4D1)	1,55	1,19	1,13	<b>3,86</b>	1,29
T8 (V4D2)	1,38	0,91	1,12	<b>3,41</b>	1,14
SUMA	<b>11,47</b>	<b>9,31</b>	<b>9,39</b>	<b>30,17</b>	1,26

Ya realizado la medición a los 75 días y tabulados en el Cuadro 14, se ve que los datos obtenidos tenían un comportamiento parecido para todos los tratamientos, donde se puede ver valores desde los 1,14 hasta los 1,39 metros de altura, en los tratamientos T8 (Variedad 4 + densidad 2) y T2 (Variedad 1 + densidad 2).

La fertilización nitrogenada es uno de los factores principales a tomar en cuenta, Otros autores hacen referencia a la respuesta positiva de la altura de planta y de la biomasa aérea a la fertilización nitrogenada (Myers, 1998; Alonge et al., 2007; Ainika et al., 2011).

**Cuadro 15. Variedad / Densidad**

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>TOTALES</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	3,76	4,17	<b>7,93</b>	<b>1,32</b>
<b>V2</b>	3,63	3,85	<b>7,47</b>	<b>1,25</b>
<b>V3</b>	3,90	3,60	<b>7,49</b>	<b>1,25</b>
<b>V4</b>	3,86	3,41	<b>7,28</b>	<b>1,21</b>
<b>TOTALES</b>	<b>15,14</b>	<b>15,03</b>	<b>30,17</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>1,26</b>	<b>1,25</b>		

Observando los promedios individuales para el factor variedad, se ve que los valores difieren entre 1,21 y 1,32 metros, por otro lado, para el factor densidad los promedios obtenidos son 1,25 y 1,26 metros en las densidades 1 y 2 respectivamente.

**Cuadro 16. Análisis de varianza (ANOVA)**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Calculada</b>	<b>F tabulada</b>	
					<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	7	0,12	0,02	<b>0,47</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
<b>BLOQUES</b>	2	0,37	0,19	<b>4,95</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	0,53	<b>0,04</b>			
<b>FACTOR VARIEDAD (V)</b>	3	0,04	0,01	<b>0,33</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>FACTOR DENSIDAD (D)</b>	1	0,00	0,00	<b>0,02</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
<b>INTERACCIÓN (V / D)</b>	3	0,09	0,03	<b>0,75</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>TOTAL</b>	23	1,03				

**C. V. = 15,46 %**

Según el análisis de varianza realizado para la altura a los 75 días, se ve que no existen diferencias significativas para los tratamientos, asimismo no existen diferencias significativas para los bloques, ni para el factor variedad ni densidad, mucho menos para la interacción de ambos al 1 ni 5 % de probabilidad de error, por lo que no es necesario recurrir a una prueba de comparación de medias.

**Cuadro 17. Datos de altura de planta a los 100 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	2,30	2,11	1,31	<b>5,72</b>	1,91
<b>T2 (V1D2)</b>	1,96	2,31	2,22	<b>6,49</b>	2,16
<b>T3 (V2D1)</b>	2,23	2,41	1,41	<b>6,05</b>	2,02
<b>T4 (V2D2)</b>	2,22	1,74	2,44	<b>6,41</b>	2,14
<b>T5 (V3D1)</b>	2,44	1,76	2,09	<b>6,29</b>	2,10
<b>T6 (V3D2)</b>	1,87	1,95	2,26	<b>6,09</b>	2,03
<b>T7 (V4D1)</b>	2,28	1,89	2,10	<b>6,28</b>	2,09
<b>T8 (V4D2)</b>	2,45	1,87	2,06	<b>6,38</b>	2,13
<b>SUMA</b>	<b>17,76</b>	<b>16,06</b>	<b>15,89</b>	<b>49,71</b>	2,07

La cuarta evaluación de la altura se realizó a los 100 días después de la siembra, y tal como se ve el Cuadro 17, los datos superan los dos metros en todos los tratamientos con excepción del tratamiento 1 (Variedad 1 + densidad 1), con un promedio de 1,91 metros de altura, a diferencia de los demás tratamientos que se aproximaron los 2,20 metros de altura.

**Cuadro 18. Variedad / Densidad**

	D1	D2	TOTALES	MEDIA
<b>V1</b>	5,72	6,49	<b>12,21</b>	<b>2,04</b>
<b>V2</b>	6,05	6,41	<b>12,46</b>	<b>2,08</b>
<b>V3</b>	6,29	6,09	<b>12,37</b>	<b>2,06</b>
<b>V4</b>	6,28	6,38	<b>12,66</b>	<b>2,11</b>
<b>TOTALES</b>	<b>24,34</b>	<b>25,37</b>	<b>49,71</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>2,03</b>	<b>2,11</b>		

Los promedios independientes de los factores variedad \* densidad, muestran que los promedios para el factor variedad superan los 2 metros en las 4 variedades, de igual

forma para el factor densidad los promedios superan los 2 metros alcanzando los 2,11 metros correspondiente a la densidad 2.

**Cuadro 19. Análisis de varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	0,15	0,02	0,17	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,27	0,13	1,07	3,74	6,51
ERROR	14	1,75	0,12			
FACTOR VARIEDAD (V)	3	0,02	0,01	0,05	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD (D)	1	0,04	0,04	0,36	4,60	8,86
INTERACCIÓN (V / D)	3	0,08	0,03	0,23	3,34	5,56
TOTAL	23	2,16				

**C. V. = 17,05 %**

Luego de realizar el análisis de varianza para la altura a los 100 días, se observa que para los tratamientos no existen diferencias significativas, el caso es similar en los bloques, factor variedad, factor densidad y la interacción variedad \* densidad, donde no se aprecia diferencias significativas al 1 ni 5 % de probabilidad de error. Por otro lado, se ve que el coeficiente de variación alcanza un valor de 17,05 %, mostrando medianamente una dispersión de datos.

Torres et al. (2006), reportaron diferencia significativa para altura de planta entre variedades y no significancia para densidades de población, es decir, la densidad no afectó la altura de planta, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo; no así para la interacción variedades por densidades, donde reportan significancia para la variable altura de planta.

**Cuadro 20. Datos de altura de planta a los 125 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	3,08	3,04	2,42	<b>8,54</b>	2,85
<b>T2 (V1D2)</b>	2,83	3,09	3,10	<b>9,03</b>	3,01
<b>T3 (V2D1)</b>	3,24	3,15	2,40	<b>8,79</b>	2,93
<b>T4 (V2D2)</b>	3,28	2,47	3,28	<b>9,03</b>	3,01
<b>T5 (V3D1)</b>	3,52	2,98	3,11	<b>9,61</b>	3,20
<b>T6 (V3D2)</b>	3,13	2,83	3,18	<b>9,14</b>	3,05
<b>T7 (V4D1)</b>	3,45	3,12	3,10	<b>9,67</b>	3,22
<b>T8 (V4D2)</b>	2,86	2,66	2,93	<b>8,44</b>	2,81
<b>SUMA</b>	<b>25,40</b>	<b>23,33</b>	<b>23,52</b>	<b>72,25</b>	3,01

La altura a los 125 días fue la última medición realizada, como se ve en el Cuadro 20, la mayoría de los promedios superaron los 3 metros, con excepción de los tratamientos 1, 3 y 8, que alcanzaron promedios muy cercanos a 3 pero inferiores, con 2,85, 2,93 y 2,81 metros respectivamente. Concordando con muchos autores, que afirman que la altura en el momento del corte a los 120 días aproximadamente alcanza casi los 3 metros de altura.

Nieto (1990), indica que el amaranto es una planta anual, herbácea, posee diferentes colores, con tallos largos que crecen rápidamente, alcanzan una altura de hasta 2.60 m. aproximadamente, con un ciclo vegetativo de 180 días en climas templados y en la costa de 120 días teniendo una reducción aún más en la selva ya que es de 90 días.

**Cuadro 21. Variedad / Densidad**

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>TOTALES</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	8,54	9,03	<b>17,57</b>	<b>2,93</b>
<b>V2</b>	8,79	9,03	<b>17,82</b>	<b>2,97</b>
<b>V3</b>	9,61	9,14	<b>18,75</b>	<b>3,13</b>
<b>V4</b>	9,67	8,44	<b>18,12</b>	<b>3,02</b>
<b>TOTALES</b>	<b>36,61</b>	<b>35,64</b>	<b>72,25</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>3,05</b>	<b>2,97</b>		

Los promedios obtenidos para el factor variedad y para el factor densidad, tal como se aprecia en el Cuadro 21, bordearon los 3 metros, con valores entre 2,93 a 3,02 metros de altura para el factor variedad, y 2,97 a 3,05 metros de altura a los 100 días.

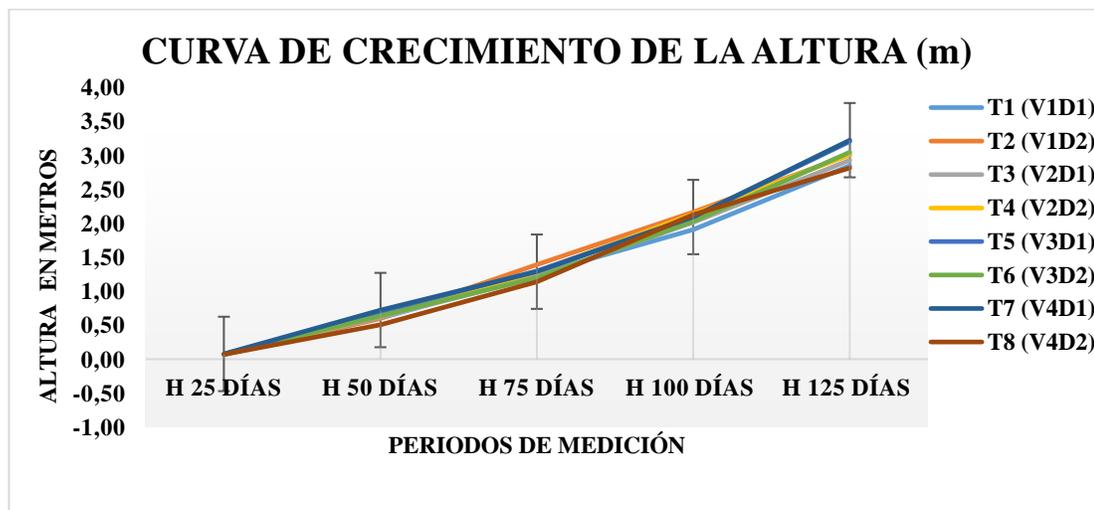
**Cuadro 22. Análisis de varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	0,47	0,07	<b>0,76</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
BLOQUES	2	0,33	0,16	<b>1,86</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
ERROR	<b>14</b>	1,23	<b>0,09</b>			
FACTOR VARIEDAD (V)	3	0,13	0,04	<b>0,50</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
FACTOR DENSIDAD (D)	1	0,04	0,04	<b>0,45</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
INTERACCIÓN (V / D)	3	0,30	0,10	<b>1,14</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
TOTAL	23	2,02				

**C. V. = 9,83 %**

El ANOVA, para la altura a los 100 días pone en evidencia que no hubo diferencias significativas para los tratamientos ni bloques, asimismo no se observaron diferencias significativas para ninguno de los factores variedad ni densidad, de igual forma para la interacción de ambas al 1 y 5 % de probabilidad de error por lo que no fue necesario aplicar una prueba de comparación de medias.

**Gráfico 2. Curva de crecimiento**



Observando el Gráfico 2, se ve que la curva de crecimiento fue de forma ascendente en todos los tratamientos, sin embargo, el comportamiento más pronunciado se vio en el tratamiento 1 (Variedad 1 y densidad 1), donde hasta los 75 días no mostró una diferencia, y a partir de los 75 días su crecimiento fue más vertical, a diferencia de los demás tratamientos.

En el comportamiento a la altura, la aplicación de fertilizantes foliares es uno de los factores que estimula el desarrollo. Según lo señalado por Narvaéz (2007) menciona que el objetivo de la fertilización foliar es estimular el crecimiento de las plantas, acelerando su actividad. De esta forma, las raíces de las plantas pueden absorber más nutrientes del suelo y además favorecer el traslado de nutrientes acumulados en el interior de la planta para la formación de nuevos tejidos y frutos.

Además, que diversos antecedentes reportan que este comportamiento es marcado por la variedad utilizada y no tanto por los demás factores como la densidad. Torres et al. (2006), reportaron diferencia significativa para altura de planta entre variedades y no significancia para densidades de población, es decir, la densidad no afectó la altura de planta, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo; no así para la interacción variedades por densidades, donde reportan significancia para la variable altura de planta.

Una de las características que le hace desarrollarse con facilidad es su capacidad para absorber el CO<sub>2</sub>, y debido a su raíz (pivotante), tiende a absorber con mayor facilidad los nutrientes. El amaranto es una planta muy eficiente en la fijación de CO<sub>2</sub>. También se caracterizan por no presentar fotorrespiración y un bajo empleo de agua para producir la misma cantidad de follaje que los cereales (FAO, 1992; Nieto, 1990.) Su raíz pivotante, con un buen número de ramificaciones y múltiples raíces delgadas, que se extienden rápidamente después de que el tallo empieza a ramificarse, facilitan la absorción de agua y nutrientes (Mujica y Berti, 1997).

### 4.1.3. PESO DE PANOJA

**Cuadro 23. Datos de peso de panoja (g)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	1.116,80	580,00	646,00	<b>2.342,80</b>	780,93
<b>T2 (V1D2)</b>	1.046,80	823,80	903,00	<b>2.773,60</b>	924,53
<b>T3 (V2D1)</b>	940,60	802,80	373,60	<b>2.117,00</b>	705,67
<b>T4 (V2D2)</b>	911,80	691,20	788,40	<b>2.391,40</b>	797,13
<b>T5 (V3D1)</b>	1.400,40	581,40	492,80	<b>2.474,60</b>	824,87
<b>T6 (V3D2)</b>	702,40	723,60	546,00	<b>1.972,00</b>	657,33
<b>T7 (V4D1)</b>	1.040,00	828,60	907,00	<b>2.775,60</b>	925,20
<b>T8 (V4D2)</b>	641,80	664,00	464,00	<b>1.769,80</b>	589,93
<b>SUMA</b>	<b>7.800,60</b>	<b>5.695,40</b>	<b>5.120,80</b>	<b>18.616,80</b>	775,70

El peso de panoja fue evaluado una vez realizada la cosecha, donde se obtuvo datos un tanto diferentes entre los tratamientos, tal como se observa en el Cuadro 23, donde se obtuvo valores desde los 589,93 gramos, hasta los 925,20 gramos de peso de panoja, correspondiente a los tratamientos 8 y 7 respectivamente.

El peso de la panoja está relacionado al aporte nutricional, ya que autores afirman que el aporque en momentos específicos durante el desarrollo de la planta surge efectos en el peso ya que induce al desarrollo radicular, por ende, mayor absorción de nutrientes. El aporque facilita el enraizamiento de la planta, ya que muchas veces por el peso excesivo de la panoja se tiende, debiendo efectuarse cuando las plántulas alcancen los 40-50 cm, o a los 80-100 días después de la siembra (Madeleine, 2012).

Según resultados similares con datos que bordean, los 800 g, se atribuye el peso de panoja a siembras tempranas o tardías. Las siembras de amaranto permiten obtener mayores valores de área foliar con una duración más prolongada de la misma hecho que se asocia a una mayor producción de fotosintatos los cuales permiten incrementar el número de semillas por unidad de área sin reducir el peso de las mismas, con un consecuente aumento del rendimiento (Barros et al., 2004 citado por Yarnia et al., 2010).

**Cuadro 24. Variedad / Densidad**

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>TOTALES</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	2.342,80	2.773,60	<b>5.116,40</b>	<b>852,73</b>
<b>V2</b>	2.117,00	2.391,40	<b>4.508,40</b>	<b>751,40</b>
<b>V3</b>	2.474,60	1.972,00	<b>4.446,60</b>	<b>741,10</b>
<b>V4</b>	2.775,60	1.769,80	<b>4.545,40</b>	<b>757,57</b>
<b>TOTALES</b>	<b>9.710,00</b>	<b>8.906,80</b>	<b>18.616,80</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>809,17</b>	<b>742,23</b>		

Los promedios tabulados en la tabla de doble entrada expresado en el Cuadro 24, muestran que los promedios para el factor variedad son muy parecidos entre sí, a diferencia de la variedad 1, que tiene un promedio 825,73 gramos, siendo este el mejor promedio entre todas las variedades en estudio, por otro lado, para el factor densidad, los promedios difieren en poco más de 50 gramos.

**Cuadro 25. Análisis de varianza (ANOVA)**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Calculada</b>	<b>F tabulada</b>	
					<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	7	302.491,01	43.213,00	<b>1,30</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
<b>BLOQUES</b>	2	497.640,01	248.820,01	<b>7,49</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	465.128,42	<b>33.223,46</b>			
<b>FACTOR VARIEDAD (V)</b>	3	48.303,61	16.101,20	<b>0,48</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>FACTOR DENSIDAD (D)</b>	1	26.880,43	26.880,43	<b>0,81</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
<b>INTERACCIÓN (V / D)</b>	3	227.306,97	75.768,99	<b>2,28</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
<b>TOTAL</b>	23	1.265.259,44				

**C. V. = 23,50 %**

El análisis de varianza pone en evidencia las diferencias estadísticas, donde se observa que para los tratamientos no existen diferencias significativas, a diferencia de los bloques donde si existen diferencias significativas, por otro lado, para los factores variedad y densidad no existen diferencias significativas, tampoco para la interacción de ambos factores al 1 ni 5 % de probabilidad de error. También se ve que el coeficiente de variación muestra un valor de 23,50 % lo que indica que los datos se encuentran un tanto dispersos.

#### 4.1.4. RENDIMIENTO

**Cuadro 26. Datos de rendimiento (ton/ha)**

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
<b>T1 (V1D1)</b>	2,90	2,16	1,91	<b>6,96</b>	2,32
<b>T2 (V1D2)</b>	3,01	2,74	2,73	<b>8,48</b>	2,83
<b>T3 (V2D1)</b>	2,54	2,45	2,00	<b>6,99</b>	2,33
<b>T4 (V2D2)</b>	2,42	1,72	2,44	<b>6,58</b>	2,19
<b>T5 (V3D1)</b>	3,14	1,93	1,92	<b>6,99</b>	2,33
<b>T6 (V3D2)</b>	2,16	2,42	2,03	<b>6,61</b>	2,20
<b>T7 (V4D1)</b>	2,96	1,63	2,46	<b>7,05</b>	2,35
<b>T8 (V4D2)</b>	1,66	2,49	2,43	<b>6,58</b>	2,19
<b>SUMA</b>	<b>20,79</b>	<b>17,53</b>	<b>17,92</b>	<b>56,24</b>	<b>2,34</b>

El rendimiento se evaluó al final, ya habiendo terminado la cosecha, donde observamos que todos los promedios sobrepasaron las 2 toneladas por hectárea, con valores de entre 2,19 hasta los 2,83 ton/ha, siendo este, el mejor tratamiento con el mayor rendimiento (T2 variedad 1 y densidad 2), también podemos observar un promedio general que alcanzó las 2,34 ton/ha.

**Gráfico 2. Rendimiento (Ton/ha)**



Apreciando el gráfico se puede observar un mayor rendimiento en el tratamiento 2 T2 variedad 1 y densidad de 65.000 plantas/ha, con un promedio de 2,83 toneladas por

hectárea, a diferencia de los demás tratamientos que obtuvieron un promedio inferior a las 2,5 toneladas por hectárea.

En una investigación realizada con variedades gitana y nutrisol, Zapata Olvera (2006), reporto rendimientos de 2 toneladas por hectárea en la variedad gitana y en la variedad nutrisol, se obtuvo 2,5 toneladas por hectárea, datos muy similares a los obtenidos, en esta investigación. Sin embargo, debe tomarse en cuenta, la diferencia entre resultados experimentales y resultados con en campo obtenidos por los agricultores. El potencial de rendimiento de la variedad es superior a los 3500 kg/ha, con un promedio de alrededor de los 2000 Kg/ha, sin embargo, hay que tener en cuenta que estos datos son a nivel experimental; por lo que se prevé que los rendimientos a nivel de agricultor serán más bajos (Monteros et al, 1994).

#### **Cuadro 27. Variedad / Densidad**

	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>TOTALES</b>	<b>MEDIA</b>
<b>V1</b>	6,96	8,48	<b>15,44</b>	2,57
<b>V2</b>	6,99	6,58	<b>13,58</b>	2,26
<b>V3</b>	6,99	6,61	<b>13,60</b>	2,27
<b>V4</b>	7,05	6,58	<b>13,63</b>	2,27
<b>TOTALES</b>	<b>28,00</b>	<b>28,25</b>	<b>56,24</b>	
<b>MEDIA</b>	2,33	2,35		

Observando el Cuadro 27 de la tabla Variedad \* densidad, se ve que para el factor variedad los promedios superan las 2 ton/ha, sin embargo, notamos un mayor rendimiento en la variedad 1 con unas 2,57 ton/ha, por otro lado, para el factor densidad se observa que ambos tuvieron un rendimiento muy parecido con 2,33 y 2,35 ton/ha en la densidad 1 y 2 respectivamente.

Con relación a la densidad es necesario tomar en cuenta este factor debido a que es uno de los factores determinantes a la hora de obtener mayores rendimientos y uniformes. Desde el punto de vista agronómico según, Acosta (1987) citado por Duran (1988), la determinación de las densidades de siembra por unidad experimental, por unidad de superficie es un factor de importancia para obtener una

población uniforme y de ese modo lograr buenos rendimientos. La cantidad de semilla a utilizarse depende de la fertilidad del suelo, clima, la variedad, el manejo para el fin que persigue la producción.

**Cuadro 28. Análisis de varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	7	0,89	0,13	<b>0,66</b>	<b>2,76</b>	<b>4,28</b>
BLOQUES	2	0,79	0,40	<b>2,06</b>	<b>3,74</b>	<b>6,51</b>
ERROR	<b>14</b>	2,70	<b>0,19</b>			
FACTOR VARIEDAD (V)	3	0,42	0,14	<b>0,73</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
FACTOR DENSIDAD (D)	1	0,00	0,00	<b>0,01</b>	<b>4,60</b>	<b>8,86</b>
INTERACCIÓN (V / D)	3	0,47	0,16	<b>0,81</b>	<b>3,34</b>	<b>5,56</b>
TOTAL	23	4,38				

**C. V. = 18,72 %**

El ANOVA, realizada para el rendimiento muestra claramente que no existen diferencias significativas para los tratamientos, de la misma forma ocurre para los bloques, factor variedad, factor densidad y la interacción de las mismas al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que no es necesario realizar una prueba de comparación de medias, por otro lado, se ve que el coeficiente de variación alcanza los 18,72 % dando a entender que medianamente existe una dispersión de datos.

#### 4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

**Cuadro 29. Relación Beneficio / costo (R B / C)**

TRATAMIENTO	Coste Total (Bs)	Beneficio (Bs)	Beneficio/Costo
T1 (V1D1)	38732,92	46416,67	1,20
T2 (V1D2)	38763,98	56508,33	1,46
T3 (V2D1)	38732,92	46625,00	1,20
T4 (V2D2)	38763,98	43883,33	1,13
T5 (V3D1)	38732,92	46600,00	1,20
T6 (V3D2)	38763,98	44066,67	1,14
T7 (V4D1)	38732,92	47008,33	1,21
T8 (V4D2)	38763,98	43841,67	1,13

Tomando en cuenta los costos y beneficios, durante el análisis económico, se ha observado que la relación B / C, tiene un comportamiento bajo con relación a todos los tratamientos aplicados con una ligera superioridad en el tratamiento 2 (Variedad 1 y densidad 2), alcanzando un beneficio costo de 1,46 Bs a diferencia de los demás tratamientos, para ello se tomó en cuenta la hoja de costos, considerando la venta de amaranto de Bs 20 por kilogramo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo al comportamiento agronómico, se observó un comportamiento muy similar en todos los tratamientos, en la altura se tuvo ligeras diferencias donde la más pronunciada surgió en el tratamiento 1 (Variedad 1 y densidad 1), donde hasta los 75 días no mostró una diferencia, y a partir de los 75 días su crecimiento fue más vertical, a diferencia de los demás tratamientos, de igual forma en el peso de panoja las diferencias no fueron considerables estadísticamente variando desde los 600 a los 900 gramos por tratamiento.
  
- En cuanto a las densidades no se observaron grandes diferencias, ya que en ambas densidades se obtuvieron rendimientos muy similares, evidenciando promedios de poco más de las 2,5 toneladas por hectárea en todas las variables evaluadas.
  
- Realizado el análisis económico, se observó que el retorno económico fue muy similar en todos los tratamientos aplicados, a diferencia del tratamiento 2 (V1D2), variedad Pucara con densidad de 50.000 plantas/ha, que alcanzó un retorno mayor con 1,49 Bs, aunque viendo desde el punto de vista económico no es demasiado viable el retorno obtenido.

## RECOMENDACIONES

- Considerando la emergencia y el desarrollo durante el ciclo vegetativo del coime se recomienda aplicar cualquiera de los 8 tratamientos formulados, solo considerando el costo de los mismos, ya que estadísticamente no mostraron diferencias entre sí.
  
- Se recomienda utilizar el tratamiento 2 (V1D2) Variedad Pucara en una densidad de 65.000 semillas/ha, para obtener un mayor rendimiento, ya que este alcanzó un mayor promedio de 2,83 ton/ha.
  
- Se recomienda utilizar el tratamiento 2 (V1D2) Variedad Pucara en una densidad de 65.000 semillas/ha, para obtener un mayor beneficio costo, ya que este tuvo un mayor retorno económico comparado con los demás tratamientos.