

# **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

### 1. INTRODUCCIÓN

El amaranto tiene origen prehistórico de aproximadamente 4000 años antes de cristo en América Central y América del Sur, es una planta de hoja ancha, considerada "No pasto" que produce cantidades significativas de granos de "cereal" comestible. Por esta razón, al amaranto también se lo conoce como un "Pseudocereal Espitia (1986); citado por (Arce H, 2015).

El cultivo de amaranto ha generado gran interés en diversas partes del mundo, como una fuente alimenticia que puede ser utilizada para mejorar la nutrición de la población de países en desarrollo, así mismo, los subproductos de cosecha, pueden ser utilizados para la alimentación animal.

La utilización de la semilla en los países en desarrollo podría ser favorablemente influenciada por la posibilidad de utilizar los subproductos como forraje para animales, si tal enfoque fuese posible, las utilidades de la siembra de amaranto aumentarían con relación a la producción y su utilización García, P, G (1993); citado por (Arce H, 2015).

En los últimos cinco años Bolivia se ha constituido en un recurso clave para el desarrollo del amaranto, dado a que existe una diversidad genética en las numerosas razas geográficas desarrolladas a través de siglos de producción.

El cultivo de amaranto constituye una actividad productiva alternativa viable y rentable. Sus cualidades y propiedades nutritivas, agronómicas, industriales y económicas garantizan el éxito de la cadena nutritiva García. P, G. (1993); Citado por (Arce H, 2015).

Por lo cual se requieren mayores esfuerzos en la recolección de variedades en las diversas áreas de producción

Este cultivo está catalogado como el cultivo multinutricional por ser la planta integralmente aprovechable para diversos fines y propósitos de la alimentación.

En nuestro departamento el coime se ha mantenido como un cultivo tradicional, aunque las superficies de producción son pequeñas. Es necesario ampliar los conocimientos sobre este cultivo, tomando en cuenta, además, de que las mejores variedades seleccionadas hasta el momento a nivel sudamericano se han obtenido de material llevado del Valle Central de Tarija a la universidad del Cusco - Perú, donde se han realizado trabajos de selección Tapia, M, (1990); citado por (Arce ,H).

El género comprende 565 especies descritas. Tras las últimas revisiones, hoy se aceptan 70 especies, 40 de las cuales son nativas de América. Está emparentado con el género *Celosía*.

El amaranto es un cultivo de origen vegetal muy completo ya que es una de las fuentes más importantes en proteínas, minerales y vitaminas naturales. La cantidad de proteínas de esta semilla es mayor que de los otros cereales, el doble de proteína que el maíz y el arroz. El amaranto se puede utilizar íntegramente como un recurso para proporcionar a la población los requerimientos proteicos y de calorías necesarias en la alimentación.

El rendimiento económico del amaranto en zonas de temporal y de riego es mayor que las siembras de otras especies tradicionales, por ser un cultivo de ciclo corto, resistente a la sequía y por su alto valor nutricional- así por ejemplo, en los últimos años, en términos de rentabilidad, el precio del amaranto es superior que al de otros granos Medina, D, E, (1982); citado por (Arce. H. 2015).

Se implementó el riego suplementario para aumentar el rendimiento y mejorar la producción este proceso consistente en suministrar agua adicional para estabilizar o incrementar el rendimiento en condiciones en las que un cultivo se pueda cultivar normalmente con el agua directa de la lluvia por ser el agua adicional insuficiente para la producción del cultivo. La técnica consiste en compensar los déficits de agua de lluvia en etapas críticas del cultivo para aumentar el rendimiento García. P, G. (1993) citado por (Arce. H. 2015).

La semilla de amaranto presenta una gran versatilidad ya que esta se puede utilizar en la preparación de diversos alimentos y tiene, además, un protector proteico en la industrialización de los alimentos, en la elaboración de cosméticos, en la de colorantes y hasta en la producción de plásticos biodegradables; además, se puede aprovechar de múltiples formas, como grano o como verdura. La idea de esta investigación es hacer uso de esta semilla, aprovechando todas sus propiedades y beneficios para el consumo humano, sobre todo en la etapa de la niñez en la cual se requiere un alto valor nutritivo que asegure el crecimiento para el niño (Nieto C, 1990).

Pero ¿Qué otras particularidades identifican al cultivo de amaranto como una actividad productiva alternativa? Sus propiedades y cualidades nutricionales, agronómicas e industriales, que le convierte en “el mejor alimento de origen vegetal para el consumo humano”, designación otorgada por la Academia Nacional de los EE.UU en 1979. Esta categorización se debe a la alta categoría de sus proteínas, por su perfil de aminoácidos esenciales que permiten la elaboración de una gran gama de productos terminados de buena aceptación, y por su excelente relación de costo beneficio Medina. D E K, (1982); citado por (Arce, H. 2015).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En nuestro país, el amaranto es un grano cultivado normalmente en los valles interandinos, siendo Chuquisaca el mayor productor de amaranto en el ámbito nacional, de las cuales se conoce el registro ante el INIAF de dos variedades en Potosí: Oscar Blanco y Cristalino Rosado.

A nivel departamental, uno de los varios problemas que enfrenta el cultivo del amaranto o coime, en sus variedades criollas, es la poca disponibilidad de semillas, mismas que se encuentran en manos de nuestros campesinos agricultores, quienes las cultivan para su propia alimentación en pequeñas superficies de terreno, dificultando conocer datos sobre el comportamiento agronómico que presentan en sus zonas de cultivo.

De estos materiales genéticos (amarantos) no se dispone de semilla de calidad que permitan obtener rendimientos competitivos frente a variedades o cultivares que se utilizan en otras regiones de nuestro país.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El interés de hacer este trabajo de investigación es especialmente saber o describir a fondo el procedimiento de todo el periodo vegetativo del cultivo de amaranto en la zona de estudio.

Por otra parte, una vez concluida la investigación va a ser de gran utilidad a todos los interesados en este ámbito como ser a estudiantes, productores, e instituciones agrícolas, etc.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la producción y caracterización de cuatro variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus*) con dos densidades de siembra en el centro experimental de Chocloca (C.E.CH).

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Evaluar sus diferentes características morfológicas de las cuatro variedades de amaranto bajo las condiciones climáticas del C.E.CH.
- ✓ Evaluar el rendimiento (Tn/ha) de cuatro variedades de amaranto mediante la aplicación de dos densidades de siembra.

## **3. HIPOTESIS**

Existen variaciones significativas en el comportamiento y rendimiento de las cuatro variedades en dos densidades de siembra.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. ORIGEN DEL AMARANTO

El origen del amaranto fue en el sur oeste de los Estados Unidos y norte de México. Posteriormente debido a migraciones fue trasladado a Mezo América y la meseta central, donde alcanzó su mayor relevancia como cultivo de grano en tiempos anteriores a la conquista (Sánchez A, 1980).

En algunos trabajos se menciona que sesenta especies son nativos de América y otras quince de Europa, Asia y Australia; la mayoría anuales que producen semilla, convirtiéndose algunas como hortalizas. Desde el principio de la época colonial, los amarantos emigraron de México, Guatemala y los Andes Peruanos a la India, África y Europa Iturbide, (1980); citado por (Ibáñez M A, 2020)

Además, el género *Amaranthus* contiene más de 70 especies, de las cuales la mayoría son nativas de América; solamente 15 especies provienen de Europa, Asia, África y Australia. Varios autores coinciden al afirmar que *Amaranthus* sp como cultivo, se originó en América. *Amaranthus* cruentus, *Amaranthus* caudatus y *Amaranthus* hypochondriacus son las tres especies domesticadas para utilizar su grano y probablemente descenden de las tres especies silvestres: *Amaranthus* powelli, *Amaranthus* quitensis y *Amaranthus* híbridos respectivamente, todas de origen americano; aunque se sostiene que *Amaranthus* quitensis es sinónimo de *Amaranthus* hybridus y que solamente ésta última podría ser la antecesora de las tres cultivadas (Nieto C, 1989).

En este contexto, el Amaranto, como verdura de hoja fue utilizada en América, desde hace 4000 años, la cultura maya extendió su consumo en México y Guatemala y los Incas en Ecuador, Perú y Bolivia. Desde la prehistoria, excavaciones arqueológicas en zonas tropicales y subtropicales indican que era una planta importante de recolección sobre todo por sus hojas. En esa época se rechazaba el Amaranto de semilla oscura y se prefería el de semilla blanca, este fenómeno favoreció a la domesticación de la misma (Herrera, 2012).

## 1.2. EL AMARANTO EN BOLIVIA

En Bolivia un 70 % de la producción de amaranto están bajo las normas de la agricultura. Por ello, es considerado un alimento con un valor nutritivo excelente y con un gran potencial agrícola, alimentario, industrial y de exportación (Arce H, 2015).

La distribución geográfica del amaranto en Bolivia es más reducida en comparación a la quinua y la cañahua, pues según qué estudios realizados con la colección de germoplasma de Bolivia, la viabilidad de amaranto se distribuye desde los 17° 20' hasta los 21° 28' de latitud sur, y desde los 64° 13' hasta los 69° 09' de longitud oeste. Los departamentos donde muestras fueron colectados Bernal M R, (1997) citado por (Arce H, 2015).

Canadá se mantiene como el mayor consumidor del amaranto boliviano con 7 toneladas por año, y se espera ampliar a otros mercados, informo el director de la coordinadora de integración de organizaciones económicas campesinas indígenas y originarias Trinidad, (1986); citado por (Arce H, 2015).

El rendimiento económico de amaranto en zonas de temporal y de riego es mayor que las siembras de otras especies tradicionales, por ser un cultivo de ciclo corto, resistente a la sequía y por su alto valor nutricional. Así por ejemplo en los últimos años, en términos de rentabilidad, el precio del mercado del grano de amaranto es superior al de otros granos (maíz \$ 1500/ton; frijol \$ 3000/ton; trigo \$ 900/ton; y amaranto \$ 3450/ton) con un rendimiento por hectárea de 1000 a 2000 ton sin riego. (Espitia R., E. 1991). El precio comercial del amaranto en los últimos años es dos veces más que el maíz, una más que el frijol y tres veces más que el trigo. El rendimiento por hectárea oscila entre 1.0 y 2.0 ton (sin riego), permitiendo asegurar al campesino un aumento en la rentabilidad de la tierra en un 100 a 200% Espitia R E (1991); Citado por (Arce H, 2015).

### Mapa N° 1 Principales Municipios productores de amaranto en Bolivia



Fuente: Lorena guzmán

En nuestro país Bolivia tenemos 134 variedades de Millmi (*Amaranthus Caudatus*) los departamentos que siembran amaranto son: La Paz (en Irupana), Chuquisaca y Tarija (Guzmán L, 2002).

Entre los granos, el amaranto es una planta alimenticia que crece en todos los valles interandinos del área andina al igual que el maíz, siendo el piso ecológico de este cereal el indicador para su cultivo, encontrándose también siembras en costa al nivel del mar e incluso en zonas tropicales.

El periodo vegetativo varía de 120 a 170 días, dependiendo de los factores agroambientales y cultivares utilizando; las épocas de siembra, varían de acuerdo a las condiciones climáticas, generalmente de octubre a diciembre en la zona andina.

#### 1.3. APROVECHAMIENTO DEL GRANO

Es considerado en la actualidad un alimento funcional ya que tiene propiedades asociadas a la fracción lipídica, fenólica y a la fibra dietaría, además tiene propiedades

antioxidantes. El amaranto es un alimento rico en compuestos bioactivos por lo que puede ser usado en la elaboración de alimentos funcionales.

La semilla de amaranto, por su gran versatilidad al combinarse con otros alimentos, se puede utilizar principalmente de dos formas: molida a manera de harina, que es el polvo de la molienda del grano previamente tostadas, cuyo proceso se lleva a cabo en molinos tradicionales; y reventada, consumida únicamente como cereal o combinada con otros alimentos.

En el consumo animal, la planta de amaranto se ha utilizado como forraje de bovinos y el grano como alimento de aves Cervantes et al, (1983); citado por (Arce H, 2015).

#### **1.4. IMPORTANCIA INDUSTRIAL**

Por sus propiedades físicas y químicas es un alimento de amplio potencial en el aprovechamiento por la industria alimentaria, para la preparación de cereales, productos, tipo lácteo, embutido, 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 Aguilar y Alatorre, (1978); citado por (Arce H, 2015).

En otros casos los granos 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 también en la industria cosmética Taboada E, (1999); citado por (Ibáñez M A, 2020).

Ciertas variedades son ricas en pigmentos natural denominado amarantina, que se emplea en varios productos alimenticios, como mayonesa y salsa de soya. De las variedades rojas se obtiene un pigmento natural llamado betaina, que se degrada lentamente con la luz. Sin embargo, su uso es muy prometedor, ya que la mayoría de los pigmentos son sintéticos y su uso se encuentra en fase de prohibición por resultar riesgoso para la salud Taboada E, (1999); citado por (Arce H, 2015).

## **1.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CULTIVO**

### **1.5.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

El amaranto es una planta anual, que varía en altura entre 0,80 a 2,50 m. El tallo principal se ramifica en forma irregular en la parte superior. Puede llegar a engrosar bastante, con aristas fuertes y hueco al centro.

Las hojas pueden ser lanceoladas, de forma ovoide, bastante nervadas, de base aguda o cuneada, el ápice generalmente subagudo, las hojas completamente desarrolladas son de 6-20 cm. de longitud y 2-8 cm. de ancho, de color verde claro, comúnmente teñidas de color rojo; el pecíolo puede ser tan largo como la hoja o más corto, de color rojo brillante.

La forma de las inflorescencias puede ser erectas, semirectas o laxas, las cuales pueden llegar a alcanzar hasta 90 cm. de longitud, se presentan de variados colores como: rojo intenso, amarillo, verde, rosado, etc. Las flores son pequeñas unisexuales, estaminadas o pistiladas, masculinas con 3-5 estambres y femeninas con ovario súpero monosperma, presenta una flor estaminada terminal en cada glómulo y varias flores pistiladas. El fruto es grano, semillas pequeñas de 1-1.5 mm de diámetro, parecido a la cañahua, generalmente blancas, lisas, brillantes, ligeramente aplanadas, otras son amarillentas, doradas, rosadas, rojas y negras.

Se han encontrado varios ecotipos en los Andes, generalmente distinguidos por la forma de la panícula y por el color de las hojas, frutos y semillas. La raíz es pivotante, con raíces laterales ramificadas (Torres Y. 2009).

#### **1.5.2.1. Clasificación taxonómica.**

**Reino:** Vegetal.

**Phylum:** Telemophytae.

**División:** Tracheophytae.

**Subdivisión:** Anthophyta.

**Clase:** Angiospermae.

**Subclase:** Dicotyledoneae

**Grado Evolutivo:** Archichlamydeae

**Grupo de Ordenes:** Corolinos

**Orden:** Centrospermales

**Familia:** Amaranthaceae.

**Nombre científico:** *Amaranthus* sp.

**Nombre común:** Amaranto

Fuente: Herbario Universitario T.B., 2021

### **1.5.3. CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS**

El amaranto se encuentra dentro del grupo C4, de hecho, es una de las pocas especies C4 que no son pastos. Las plantas C4 llevan una modificación del proceso normal fotosintético que hace eficiente el uso de CO<sub>2</sub> disponible en el aire concentrándolos en los cloroplastos de células especializadas

El amaranto es una planta C4; es decir realiza fotosíntesis de una manera muy eficiente en condiciones de alta temperatura y baja disponibilidad de agua Ruiz G A, (1990); recuperado de (Arce H, 2015).

### **1.5.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

#### **1.5.4.1. Planta**

El amaranto es una especie que alcanza gran desarrollo en suelos fértiles, en algunos casos superan los 2 metros de altura. Generalmente tiene un solo eje central, aunque también se presentan ramificaciones desde la base y a lo largo del tallo.

El amaranto es una planta muy eficiente de CO<sub>2</sub>. También se caracteriza por no presentar foto respiración y un bajo empleo de agua para producir la misma cantidad de follaje que los cereales Monzón, Peralta, Ribera, Tapia (2003); recuperado por (Arce H, 2015).

#### **1.5.4.2. Raíz**

La raíz es pivotante con abundante ramificado y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo el peso de la panoja (Webber E, 1990)

#### **1.5.4.3. Tallo**

La planta por lo común tiene un tallo central suculento y algo fibroso, aunque en algunos morfo tipos tiende a ramificarse a media altura o desde la base y a lo largo del tallo. Por su forma es un tallo cilíndrico deformado, con surcos superficiales y longitudinales, observándose protuberancias en los lugares donde nacen las yemas y las flores; pueden medir entre 0.80 – 2.50 m de altura Kalinowsky L S,(1982); citado por (Arce H 2015).

La superficie del tallo en su diámetro varía de acuerdo a su extensión y tiene la forma de un tronco cónico, siendo de mayor grosor (diámetro) en la base y más delgado hacia el ápice. El color del tallo es variable, puede ser de color verde, blanco, amarillo (marfil), blanco pajizo y hasta rojo Ornelas U R, (1983); citado por (Arce, 2015).

#### **1.5.4.4. Hoja**

El tamaño y la forma de la hoja varían entre las especies y dentro de ellas. Las hojas están generalmente dispuestas en forma alterna y opuesta, tanto en el tallo principal como en los secundarios y terciarios. Las hojas completamente desarrolladas, son de 6 -20 cm de longitud y 2 -8 cm de ancho. Son de forma romboidea, elíptica, ovalada, lisas con nervaduras pinnadas presentando diversos colores, desde el verde amarillo hasta el rojo encarnado y pueden terminar en un ápice angulado y son largamente pecioladas Klinowsky L S, (1983); citado por (Arce H, 2015).

#### **1.5.4.5. Inflorescencia**

Las flores están dispuestas en una inflorescencia en panícula, la cual en su madurez presenta una coloración bastante vistosa de amarillo, verde, rosado, rojo, y púrpura, mide hasta 90 cm de altura, dando a la planta un aspecto ornamental.

La unidad básica de la inflorescencia es los llamados glomérulos, cada uno consiste en una flor estaminada inicial y un número indefinido de flores femeninas. Los glomérulos están agrupados en un eje sin hojas para formar complejas inflorescencias llamadas espigas o panojas.

Las flores son pequeñas de color carmesí y se presentan en espigas muy apretadas o paniculadas; son escariosas, es decir sin corola; presentan 5 estambres y toda la inflorescencia aparece en colores rojizos. Según observaciones realizadas la floración está en función de la variedad. En la *hypochondriacus* ocurre de los 42-60 días después de la siembra (Sánchez A, 1980).

#### **1.5.4.6. Panoja**

La longitud de la panoja es de 50 a 100 cm el número de granos o de semillas puede aumentas desde los 80 – 100 mil por panoja y hasta sobrepasar los 150 mil. En cuanto a panoja, esta toma 35 días para lograr su crecimiento pleno desde la floración hasta la producción máxima de semillas, el tiempo de crecimiento vegetativo cobra el 50% de crecimiento total si se cuenta desde la floración (Ruiz G A, 1990).

#### **1.5.4.7. Fruto**

La semilla de amaranto son pequeñas ovaladas, lisas brillantes y ligeramente aplanadas, pudiendo ser de color blanco, blanco amarillento, dorado, rojo, rosado y centrales. La cubierta que es una capa muy fina de células conocidas como perispermo, una segunda capa que está formada por los cotiledones y es la parte más rica en proteínas y finalmente una capa interna rica en almidones, conocida como perisperma (Sánchez A, 1980).

En cuanto al peso de la semilla, se presenta una variación entre las diferentes especies de *amaranthus* y aun entre cultivariedades de una misma especie siendo estos valores promedios de aproximadamente desde 0.5- 0.9 miligramos por semilla (Bressani 1983).

#### **1.5.4.8. Semilla.**

La semilla es muy pequeña, mide se 1 a 1.5 mm de diámetro y el número de semilla por grano oscila entre 1000 y 3000. Son de forma circular y de colores variados, así. Existen granos blancos, blanco amarillento, dorado, rojo, rosado y negro.

Todas las especies silvestres presentan granos negros y de cubiertas muy duras. Anatómicamente en el grano se distinguen tres partes principales: la cubierta, que es una capa de células muy fina conocida como episperma, una segunda capa que está formada por los cotiledones y es la parte más rica en proteínas y una capa interna, rica en almidones conocida como perisperma (Nieto C,1990).

#### **1.5.5. POLINIZACIÓN DEL CULTIVO DE AMARANTO.**

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

Dentro de la misma inflorescencia existen simas de diferente edad, con lo cual el polen puede transferirse a las flores femeninas respectivas lo que permite la autopolinización (Ibáñez M, 2020).

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 autógamas a completamente alógamas (Espitia R E, 1994).

### 1.5.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE AMARANTO

Se obtuvieron las variedades mejoradas con las siguientes características.

**Cuadro N° 1. Características de los principales tipos de amaranto**

VARIETADES	COLOR DE PLANTA	COLOR DE PANOJA	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A MADUREZ	RENDIMIENTO KG/HA
Rojita	Verde	Purpura	1,50	120-130	1400
Revancha	verde	verde	1,70	140-160	1800
Nutrisol	purpura	Purpura	2,70	170-180	2500
Gitana	Pre-verde	Rosa	1,80	140-160	2000

Fuente: Arce, 2015

Existen otras variedades que se comercializan E.U como: Green top, multicolor, Bolivia 153, Golden Grain, manna para producción de grano, y Tampala, red strip, molten fire, sunrise y rose beauty para consumo en verde

Hay también otras variedades más comunes que se utilizan en E.U y que además son semillas certificadas (Arce, 2015).

### 1.5.7. GENÉTICA DEL AMARANTO

Se ha informado de la existencia de gran habilidad para la libre hibridación entre las especies del genero *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 entrecruzarse sin registrar depresiones en el rendimiento o heterosis. El número de cromosomas diploides informado ha sido de 32 o 34 (Nieto C, 1990).

### 1.5.8. ESPECIES CULTIVADAS DE AMARANTO PARA PRODUCIR GRANO

***Amaranthus hypochondriacus* L:** Es una herbácea anual a que llega a alcanzar hasta los 3 metros de alto. 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 claro son las que más comúnmente

se utilizan para grano; esta especie también es usada como ornamental (Webber L E, 1990).

**Amaranthus cruentus L:** Su crecimiento es erecto hasta los dos metros de altura, generalmente de menor tamaño *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 la producción de granos, mientras que las semillas de color oscuro se usan como verduras o como plantas ornamentales (Espitia R E, 1994).

**Amaranthus caudatus L:** Presenta también un amplio espectro en cuanto a color y forma de planta, sin embargo, se distingue por su inflorescencia en forma de caudal y las semillas color marfil con los bordes rojos. Es una herbácea anual que llega a medir 2 metros de altura.

Las panículas o espigas son extremadamente largas y coloreadas lo que le da su apariencia glomerular característica (Webber E, 1990).

**Amaranthus edulis:** Existen ciertas controversias en cuanto a la situación de esta especie ya que algunos botánicos la consideran una especie, y otros una variedad de *A. caudatus*. Sin embargo, su importancia radica en tener un crecimiento determinado, característica muy importante para mejoras genéticas (Espita, 1991).

### **1.5.9. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES UTILIZADAS**

**1.5.9.1. Variedad Criolla:** Se adapta desde los 14000 hasta los 1800 msnm con una temperatura media anual de 15-18°. Su principal característica es su precocidad, su ciclo vegetativo de 110 a 130 días y su porte y altura de la planta y altura de 1,50 m lo hace apta para la cosecha mecanizada con un rendimiento de 1500 kg/ha Aguilar R, (1978); citado por (Ibáñez M A, 2020)

**1.5.9.2. Variedad Pucara:** La 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 de 1,60 m longitud de la panoja 60 cm, diámetro del tallo de

20 a 17 mm color de la panoja amarillo claro, ciclo vegetativo den90 a 120 días, altitud desde 1500 a 2500 msnm, rendimiento de 1000 a 1500 Kg/ha (INIAP, 2019).

**1.5.9.3. Variedad Cotahuazu:** Es una variedad que se adapta a climas desde 1800 hasta los 3000 msnm, altura de la planta 1,20 m longitud de la panoja de 68 cm, rendimiento en grano de 1204 Kg/ha (Ibáñez M A, 2020).

**1.5.9.4. Variedad Pampa Galana:** La variedad pampa Galana es una variedad que se adapta a climas desde los 1200 msnm hasta los 3000 msnm. La planta alcanza una altura desde los 1.10 m hasta los 3.30 m de altura. La longitud de la panoja va desde los 0.60 m hasta 1.00 m. El rendimiento en grano es de 1200 a 2300 kg/ha.

## 1.6. VALOR NUTRITIVO

El amaranto tiene un contenido de proteína tan alto como 16 %, el cuál es algo más alto que el que se encuentra entre las variedades comerciales de los cereales comunes. La proteína del amaranto en sí misma es baja en el aminoácido leucina, lo cual no es una limitación porque la leucina se encuentra en exceso en la mayoría de los granos comunes. El valor nutritivo de la proteína del amaranto es muy bueno. Los radios de eficiencia de la proteína (REP) van dentro de un rango desde 1,5 a 2,0 (corregido a caseína 2,5) para el grano cocido y su digestibilidad total es cercana al 90 %. La proteína del amaranto con un valor biológico de 75 % se acerca mucho más que cualquier otra proteína de grano al equilibrio perfecto de los aminoácidos esenciales. En contraste el maíz marca cerca de 44, el trigo 60, la soya 68 y la leche de vaca 72. Cuando la harina de amaranto se mezcla con la del maíz, la combinación casi llega a la perfecta marca de 100, porque los aminoácidos que son deficientes en uno son abundantes en el otro (Romero A, 2020).

## 1.7. USOS

- Otro de los beneficios del amaranto es que en algunos casos puede consumirse tanto las hojas como la semilla.
- Las hojas pueden consumirse de la misma forma que vegetales como la espinaca, en ensaladas o agregándola a otros alimentos para acompañar.

- Es usado en gran medida para la elaboración de cereales y granolas, e incluso para la fabricación de harinas que se utilizan en la elaboración de panes, tortillas y varios postres.
- La industria química y cosmetóloga también ha aprovechado la planta para elaborar aceites y colorantes.
- Esta planta no solo es excelente por la gran cantidad de nutrientes que podemos encontrar en ella, y que superan en muchos aspectos a los del arroz y el maíz, sino porque la mayor parte de la planta es consumible y es de fácil conservación, pues puede refrigerarse por mucho tiempo
- Los granos del amaranto pueden ser utilizados en varios alimentos: sopas, repostería, panes, refrescos (Romero A, 2020).

## **1.8. COMPOSICION QUIMICA**

Los análisis de la composición proximal de las harinas de las semillas de amaranto muestran que el contenido de proteína varía entre 13 y 18%, la grasa va de 6.3 a 8.1%, la fibra es de entre 2.2 y 5.8% y el contenido de cenizas es de 2.8 a 4.4% (Rosa B, 2012).

## **1.9. AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO**

### **1.9.1. ALTITUD**

El amaranto crece y se adapta desde el nivel del mar, hasta cerca de los 4,000 metros sobre nivel del mar. Los amarantos sembrados al nivel del mar disminuyen su fotoperiodo vegetativo, comparados a las zonas andinas, observándose que el mayor potencial productivo, se obtiene al nivel del mar, habiéndose obtenido hasta 6,000 Kg/ha, con riego y buena fertilización (Larcos A, 2017).

### **1.9.2. TEMPERATURA**

La temperatura media anual óptima para el desarrollo, crecimiento y rendimiento del amaranto, oscila entre 13,7 y 28,9°C. El umbral mínimo para crecimiento es de 7°C, con un máximo de 47°C y un óptimo de 25°C (Giménez E, 2017).

### **1.9.3. FOTOPERIODO**

Los amarantos graníferos son en general de días cortos, aunque son poco sensibles a la duración de la luz, mostrando gran plasticidad en los diferentes ambientes pudiendo florecer con un fotoperiodo de 12 a 16 horas.

El amaranto, por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos que prosperan adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz, prospera en forma adecuada. En la latitud sur a 15°, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de amaranto, el promedio de horas luz diarias es de 12.19, con un acumulado de 146.3 horas al año (Larcos A, 2018).

### **1.9.4. PRECIPITACIÓN PLUVIAL**

Es un cultivo que requiere de humedad adecuada en el suelo durante la germinación de las semillas y el crecimiento inicial, pero luego de que las plántulas se han establecido prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada, de hecho, hay un mejor crecimiento en ambientes secos y calientes que en ambientes con exceso de humedad. Mientras muchas especies utilizadas como verdura dan abundante producción de biomasa en ambientes con hasta 3000 mm de precipitación por año, las especies productoras de grano pueden dar cosechas aceptables en ambientes con 300 o 400 mm de precipitación anual (Nautiyal et al, 1980); citado por (Romero A, 2021).

### **1.9.5. SUELO**

El amaranto prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendiente moderada y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio; moderadamente en fósforo y poco en potasio. También puede adaptarse a suelos francos arenoso, arenosos o franco arcilloso, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estadios (Larcos A, 2018).

## **1.10. MANEJO DEL CULTIVO**

### **1.10.1. PREPARACIÓN DEL SUELO**

La preparación del terreno empieza con un riego, seguido de labranza con tractor o con bueyes, el terreno se rastrea una o dos veces hasta dejar libre de terrones grandes, por lo general el terreno debe ser suelto con una textura fina; y provisto de materia orgánica, pues la semilla es muy pequeña y debe ser colocada superficialmente a una profundidad uniforme dentro de los surcos aperturados de 10 a 40 cm. de ancho y a 75 cm. de surco a surco, de modo que la emergencia sea también uniforme (Romero A, 2020).

### **1.10.2. ÉPOCA DE SIEMBRA**

La época de siembra está muy relacionada a la ubicación de la zona de cultivo y a la presencia de lluvias.

También se menciona que la época de siembra debe ajustarse a las exigencias de fotoperiodo y temperatura que deben coincidir con el período de crecimiento del *Amaranthus*, que es de unos 150 días con el verano del hemisferio Austral (Romero A, 2020).

### **1.10.3. SIEMBRA**

**1.10.3.1. Densidad de siembra:** La densidad de siembra es uno de los factores más importantes en el establecimiento de un buen campo de producción. Las experiencias efectuadas muestran que entre 4 a 10 kg/ha dan buenos resultados.

La siembra del amaranto se realiza de dos maneras según el tamaño del área a sembrar.

**1.10.3.2. Trasplante:** Se utiliza cuando el área de siembra es igual a un cuarto (2,500 vr<sup>2</sup>) o media manzana (una manzana equivale a 7000m<sup>2</sup>) (5,000 vr<sup>2</sup>). Se realiza a los 15-20 días después de la siembra cuando las plántulas presentan de 4 a 6 hojas.

**1.10.3.3. Siembra directa:** La siembra directa debe iniciarse en la época de la siembra del maíz, aprovechando las primeras precipitaciones, entre octubre y enero. Cuando el terreno dispone de suficiente humedad, se inicia la siembra (Romero A, 2020).

La siembra se puede realizar en surcos, de aproximadamente 10 cm de profundidad y separados de 70 a 100 cm. Dentro del surco se puede sembrar a chorro continuo o en grupos separados a 20 cm; se puede colocar entre 10 a 20 semillas por golpe y luego tapar con 2 a 2,5 cm. de suelo suelto. La densidad de siembra varía entre 0,5 Kg. Y 6 Kg. /Ha., cuando la siembra es mecanizada, y de 4 a 10 Kg. /Ha. de semilla, cuando es manual (Romero A, 2020).

Una vez que la semilla ha sido depositada en el surco, se la cubre con una ligera capa de tierra a un espesor de más o menos 2 cm. o con estiércol, pues ésta tiene la propiedad de conservar la humedad del suelo y proporcionar el calor necesario para una germinación rápida y eficiente. Así también, el raleo es una práctica necesaria en el cultivo del amaranto. Recomienda llevar a cabo esta labor cuando las plántulas han alcanzado alrededor de 10 cm. de altura, "... se arrancan las plántulas en forma manual dejando una cada 15 cm. a lo largo del surco" (Romero A, 2020).

Las semillas sembradas germinan aproximadamente seis días después de la siembra. El porcentaje de la germinación es entre 70 y 80 %.

#### **1.10.4. DESMALEZADO Y RALEO**

El amaranto requiere una atención preferente para el control de las malezas, su crecimiento inicial es lento y puede preocupar a los agricultores, por lo que se recomienda tener paciencia y prestar atención al deshierbe y raleo, (Romero A, 2020).

El primer raleo se hace cuando la plántula mide 3 cm. de altura, o alrededor de 12 días después de la siembra, momento éste en el que la distancia entre plantas es de más o menos 2,4 cm. Aproximadamente 10 días más tarde, las plantas han alcanzado 12 cm. de altura y entonces se hace el segundo raleo. Esta vez se deja cerca de 7,5 cm. de una planta a otra (Romero A, 2020).

El tercer y último raleo se lleva a cabo 15 días después del segundo raleo, cuando las plantas tienen ya 30 cm. de altura; entonces las distancias entre plantas son de 25 cm, aproximadamente (Romero A, 2020).

### **1.10.5. FERTILIZACIÓN**

Al diseñar un plan de fertilización se lo debe realizar haciendo un balance entre rendimiento óptimo en grano y el mínimo de acame, y al momento de diseñar experimentos de fertilización en amarantos, se deben tomar en cuenta los siguientes factores: disponibilidad de N aportado por el abono y la materia orgánica del suelo, tiempo de aplicación y manejo del abono, disponibilidad de N aportado por los residuos de la cosecha anterior, contenido y cantidad de N del residuo de cosecha incorporado, rendimiento que se pretenden alcanzar. Finalmente recomienda que los fertilizantes nitrogenados no excedan los 134 kg/ha, pues niveles mayores no serán económicos (Romero A, 2020).

Una recomendación de fertilización general es aplicar 100-60-20 kg por hectárea de N-P2 O5 -K2O, equivalente a 200 kg de 10-30-10 a la siembra más 200 kg de urea o nitrato de amonio a la deshierba (Giménez E, 2017).

### **1.10.6. COSECHA Y TRILLA**

La cosecha se realiza cuando la planta presenta signos de madurez, esto es hojas secas en la base y amarillentas hacia el ápice de la planta, granos secos en la panoja, con cierta dehiscencia en la base de la misma.

La cosecha se caracteriza por ser la labor que más mano de obra, tiempo y riesgo acarrea, realizándola totalmente a mano (corte, semi-limpieza y ensacado) y parcialmente mecanizada (recolectora, trilla) que se puede realizar en forma organizada.

La cosecha de un grano tan pequeño causa dificultades y un elevado requerimiento de mano de obra (20 a 40 jornales por Ha.). El uso de una trilladora estacionaria de trigo ha dado buenos resultados, a condición de que se regule la velocidad del tamizado y se utilice una zaranda de grano fino. Pruebas efectuadas en el Cuzco muestran que una cosecha de 1200 Kg. se puede trillar en un lapso de 4 a 6 horas, empleándose 3 obreros, y después que las plantas han sido secadas por 2 a 3 días al sol.

La cosecha se realiza tan pronto los granos que se ubican en la base de la panoja estén secos y se fracturen con la presión de los dientes. En el Perú las plantas son cortadas con hoz a semejanza de la cosecha de la quinua, y luego se forman “arcos”, los cuales se dejan secar 15 a 20 días. Posteriormente se procede a la trilla, para lo cual las plantas secas son golpeadas sobre una lona hasta lograr la salida del grano, las ramas son separadas a mano. Finalmente se realiza el venteado del grano, esta labor es llevada a cabo cuando en el campo se aprecia vientos suaves (Romero A, 2020).

#### **1.10.7. SECADO Y ALMACENAMIENTO**

Una vez que se tiene el grano limpio, se debe secar al sol hasta que pierda la suficiente humedad y posea un máximo de 12% de humedad, para ello es necesario extender el grano al sol durante un día, caso contrario se produce fermentaciones y amarillamiento disminuyendo su valor comercial. El almacenamiento debe efectuarse en lugares ventilados y secos, de preferencia envasar en costales de yute o tela evitando usar los de plástico o polipropileno, sobre todo si se va a destinar a semilla (FAO, 1989).

En una evaluación de 30 genotipos de amaranto, pertenecientes a las especies *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, realizado en 4 localidades de la Mesa Central de México, se obtuvieron rendimientos que varían entre 1355,4 a 2554,2 Kg./Ha., con una media de 2100,3 Kg./Ha (Espitia R E, 1991).

#### **1.10.8. RENDIMIENTO**

Así mismo, en un ensayo de fertilización y densidad de población, los resultados indican que los fertilizantes tienen efecto positivo sobre el rendimiento de Amaranto. Los factores estudiados nitrógeno (N), fósforo (P) y densidad de población (D); con los siguientes niveles: N, 50–100-150-200 Kg./Ha; P, 30-60-90-120 Kg./Ha.; D, 50-100-150-200 miles de plantas/Ha., obteniéndose diferencias altamente significativas, con rendimientos entre 1989 a 1554 Kg./Ha de grano entre tratamientos, frente a 700 Kg./Ha. del testigo Gutiérrez, (1987); citado por (Romero A, 2020).

Existen otros proyectos de investigación en lugares tan distantes como Taiwán, India, Nigeria y Holanda, los que demuestran que el amaranto puede dar buenos rendimientos en un área geográfica tan amplia. Así, en suelos bien drenados de las tierras altas de Etiopía, fertilizados con 200 Kg/Ha. de nitrógeno, se obtuvo un rendimiento de 6,3 Tn/Ha, incluso en suelos sin fertilizar el rendimiento fue de 4 Tn/Ha., comparado con 1,7 Tn/Ha. de la cebada y 2,7 Tn/Ha. de triticales Lees (1983); citado por (Romero A, 2020).

## **1.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

### **1.11.1. PLAGAS**

**Pulgón negro o chahuistle (*Aphis fabae*):** Son insectos pequeños de hasta 4 mm de longitud que forman colonias sobre la planta y son casi inmóviles con el aparato bucal picador-chupador siempre inserto en el tejido vegetal causando daño en los brotes tiernos alimentándose de la savia (FAO, 1990).

**Chitupa (*Epicauta sp*):** El adulto es escarabajo de color negro, se alimenta de las hojas, su ataque es en colonias y puede causar daños irreparables en periodos cortos de tiempo.

**Chaka (*Ata sp.*):** Es una hormiga defoliadora de hojas, y tallos delgados, las hojas son trasladadas a sus nidos, para su alimento, en pocos días puede arrasar varias plantas, si no se controla a tiempo puede constituirse en una plaga de importancia económica.

**Minador de tallo (*Agromyzidae*):** Es una mosca de color negro, que minan los tallos, a consecuencia de ello, las hojas cambian de color de verde a amarillo rojizo y ocurre un encrespamiento y luego se necrosan. Presentan panojas deformes y en algunos casos no se forman panojas. El ataque se inicia cuando las plantas son tiernas, y puede causar daños entre 20 y 100% (FAO, 1990).

### 1.11.2. ENFERMEDADES

**Mancha Negra del tallo (*Macrophoma sp.*):** Enfermedad causada por un hongo, muestra como síntomas una mancha oscura cerca a la base del tallo, que lo ennegrece y estrangula, seguidamente avanza hacia la parte superior de la planta hasta que el tallo se debilita y doble en dos y como consecuencia se produce muerte de la planta.

**Mancha foliar o mal negro (*Alternaria sp.*):** Produce lesiones necróticas con círculos concéntricos y un halo amarillento en las hojas y como consecuencia reduce fuertemente el vigor de la planta, en algunos casos puede atacar las inflorescencias. Su síntoma son manchas necróticas en las hojas. La incidencia puede alcanzar porcentajes del 50 al 80%.

**Tizón del amaranto (*Alternaria sp.*):** En México es causado por *Alternaria tenuis*, en los Estados Unidos por *Alternaria alternantherde*, en la India y Kenia por *Alternaria amaranthi* y en Perú, Nepal y Ecuador por *Alternaria sp* (Sánchez A, 1980).

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el centro experimental de la comunidad Chocloca, Provincia Avilés en el municipio de Uriondo del Departamento de Tarija se encuentra a 38 kilómetros de la ciudad capital de Tarija.

Este Municipio se encuentra localizado geográficamente entre los paralelos longitud sud  $21^{\circ}44'50.5''S$  y  $64^{\circ}43'48.8''W$  de longitud oeste.

El C.E.CH. cuenta con una superficie de 25,8 ha y es un área dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, mismo se encuentra a una altura de 1806 m.s.n.m. (5925 pies), mismo que colinda en el margen izquierdo y parte baja se encuentra el rio Camacho y sub cuenca la quebrada el Huayco.

**Mapa N°. 2 Ubicación del Centro Experimental de Chocloca**

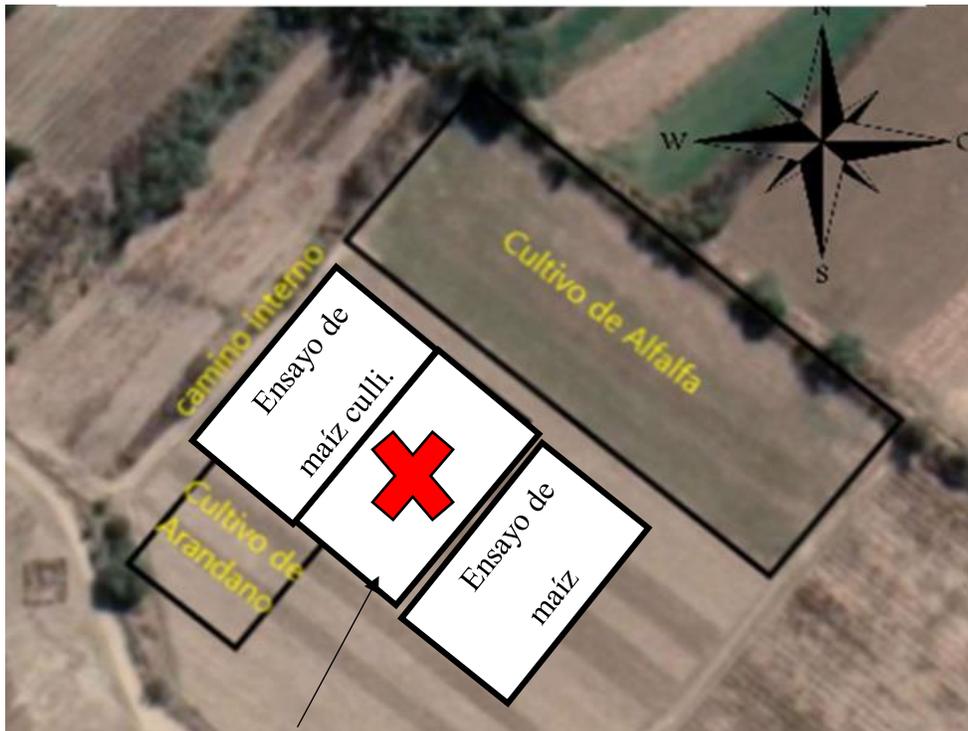


Fuente: Google, 2022.

## 2.2. CROQUIS DEL ÁREA DE ENSAYO

El presente trabajo estuvo ubicado al Noreste del lote N°3 teniendo las siguientes colindancias, al Noroeste se encuentra el ensayo de maíz culli, al Noreste colinda con un cultivo de alfalfa, al Sureste colinda con el ensayo del cultivo de maíz y por último al Suroeste colinda con el cultivo de arándano.

**Mapa N°. 3 Croquis de la ubicación y colindancia del área del ensayo**



Fuente: Google, 2021

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

### 2.3.1. CLIMA

La zona se caracteriza por un clima templado semiárido con temperaturas bajas. Esto corresponde a los valles de la cordillera oriental (valle central de Tarija, Valle de la Concepción, Padcaya, San Lorenzo) con temperaturas medias anuales entre 13 y 18° C. Tiene una temperatura anual de 18.7°C y una precipitación promedio anual de 650mm, una humedad relativa del 71% , la temperatura máxima extrema se registró en

el mes de septiembre de 1993 con 37 grados, la mínima extrema en julio de 1993 con – 7.0 grados (SENAMHI, 2021).

### **2.3.2. TEMPERATURA**

Tiene una temperatura anual de 18.7° C y una precipitación promedio anual de 650mm, una humedad relativa del 71%, la temperatura máxima extrema se registró en el mes de septiembre de 1993 con 37 grados, la mínima extrema en julio de 1993 con – 7.0 grados (S.E.N.A.M.I. 2015).

#### **Precipitación**

La precipitación total anual es de 657.8 mm, de acuerdo a la frecuencia de la precipitación de la zona, se puede diferenciar dos fases durante el año. Fase seca: a esta fase corresponde los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y parte de octubre, el resto de los meses comprende la fase de lluvias, el mes de julio en el mes de mínima precipitación. Un día húmedo es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tarija varía considerablemente durante el año. La temporada más húmeda dura 4 meses, de noviembre a marzo, con una probabilidad de más del 40 % de que cierto día será un día húmedo. La temporada más seca dura 8 meses, de marzo a noviembre. Entre los días húmedos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 63 % (SENAHMI, 2012).

#### **Vientos**

La velocidad promedio del viento por hora en Tarija tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 4 meses, de julio a octubre, con velocidades promedio del viento de más de 8,6 kilómetros por hora. Los días más ventosos del año son en septiembre, con una velocidad promedio del viento de 9,2 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 8 meses, de noviembre

a junio. Los días más calmados del año son en marzo, con una velocidad promedio del viento de 6,8 x kilómetros por hora (SENAMHI, 2021).

### **Hidrografía**

El área estudiada se encuentra surcada principalmente por el río Camacho, de gran importancia en la zona por que proporciona el riego a varias comunidades como ser; la de Chocloca, Concepción, Colón, Calamuchita. Etc. También existen las quebradas de Huayrihuana que es afluente del río Camacho, cuyo colector casi en su totalidad es del río Guadalquivir para luego formar el río Tarija; uno de los principales componentes del río de la plata ZONISIG (2000).

### **2.3.3. GEOLOGÍA**

Según la carta geológica de Bolivia hoja 6628 Padcaya (G.E.O.B.O.L-S.G.A. B, 1991citado en cuenca 2015). El territorio del C.E.CH. Corresponde al sistema geológico del cuaternario, representado en la cuenca por los siguientes depósitos.

### **2.3.4. DEPÓSITOS ALUVIALES (QA)**

Formado por materiales suelos sueltos principalmente por gravas y arenas que forman el plano inundable o lecho del río Camacho y Quebrada el Huayco.

### **2.3.5. DEPÓSITOS ALUVIALES (QCF)**

Estos están formados por arenas, limos, arcillas y gravas depositadas por la dinámica fluvial del río Camacho y la quebrada el Huayco, formando una sucesión de terrazas aluviales, caracterizan la mayor parte del C.E.CH. Deposito fluvio-Lacustre (Qacf) localizaos en el sector oeste de C.E.CH. Constituidos por limo, arcilla, arenas, y gravas sedimentados en un ambiente de lago, conformado el relieve más inclinado del C.E.CH. Que forma parte de los depósitos fluvio-lacustre del valle central de Tarija.

### **2.3.6. VEGETACIÓN NATURAL**

La vegetación natural corresponde a la zona de vida bosque seco templada (Holdridque año citado por cuenca).

En la actualidad la vegetación nativa, corresponde una vegetación secundaria compuesta de matorrales xerofíticos secundarios, las especies características son.

**Cuadro N°. 2 Vegetación nativa dentro del Centro Experimental de Chocloca**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Taco blanco	<i>Prosopis</i> sp.	Leguminosae
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae
Taco negro	<i>Prosopis</i> sp.	Leguminosae
Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Leguminosae
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gill. ex Hook. & Arn.) Burkart	Leguminosae
Casuarina	<i>Casuarina</i> <i>cunninghamiana</i> Miq.	Casuarinaceae
Tusca	<i>Acacia aroma</i> Gillex ex Hook.& Arn.	Leguminosae
Jarca	<i>Acacia visco</i> Lorentz ex Griseb.	Leguminosae
Sauce criollo	<i>Salix humboldtiana</i> Willd	Salicaceae
Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
Paraíso	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae
Sina sina	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Leguminosae
Álamo blanco	<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae
Álamo negro	<i>Populus nigra</i> L.	Salicaceae

**Cuadro N°. 3 Producción de frutales dentro del Centro Experimental de Chocloca**

Manzano	<i>Malus domestica</i> Borkh	Rosaceae
Membrillero	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Rosaceae
Nogal	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae
Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
Vid	<i>Vitis vinífera</i> L.	Vitaceae

Fuente: Herbario Universitario T.B., 2022

**2.3.7. SUELOS**

Los suelos del C.E.CH. Son de origen aluvial y fluvio-lacustre los primeros son generalmente profundos de texturas media a finas. En cambio, los suelos de la zona colinosa de origen fluvio-lacustre tienen profundidad variable, de textura fina a medias, gravosas y muy susceptibles a procesos de erosión hídrica.

**2.3.7.1. Distribución espacial de los suelos del C.E.CH**

**Cuadro N° 4 División fisiográfica del C.E.CH.**

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	ELEMENTOS DEL PAISAJE
Llanura lacustre	Zona colinosa	Ladera	1. Área antrópica
		Inferior	2. Fuertemente inclinada
Llanura aluvial del río Camacho	Resiente subresiente	Terraza alta	3. Ligeramente inclinada
			4. Casi plano
		Terraza intermedia	5. Plano cóncavo
			6. Casi plano
		7. Ligeramente inclinado	
		8. Plano cóncavo	

Fuente: Cuenca, 2005.

### **2.3.8. VÍAS DE COMUNICACIÓN**

El acceso al C.E.CH. POR EL CAMINO carretero Tarija- Chaguaya que es totalmente pavimentada que hace fácil al acceso a la zona.

### **2.4. MATERIALES**

Los materiales que resultaran útiles para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación son los siguientes:

#### **2.4.1. MATERIAL BIOLÓGICO**

Se utilizó cuatro accesiones de amaranto (*Amaranthus* sp) graníferos.

1. Variedad (**Criolla**).
2. Variedad: (**Cotahuazu**).
3. Variedad: (**Pucara**).
4. Variedad: (**Pampa Galana**).

#### **2.4.2. MATERIAL DE CAMPO**

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| ✓ Tractor (rastra).     | ✓ Balanza.            |
| ✓ Tijera de podar.      | ✓ Machete             |
| ✓ Estacas señalizadores | ✓ Flexómetro.         |
| ✓ Mochila pulverizadora | ✓ Lápiz               |
| ✓ Wincha.               | ✓ Hoz.                |
| ✓ Pala.                 | ✓ Libreta de campo.   |
| ✓ Bolsas yute.          | ✓ Cámara fotográfica. |
| ✓ Azadón.               | ✓ Tablero de campo.   |

#### **2.4.3. MATERIALES DE ESCRITORIO**

- ✓ Computadora.
- ✓ Impresora
- ✓ Calculadora.
- ✓ Bolígrafo.
- ✓ Planilla

## 2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con un arreglo factorial de 4 x 2 (variedad x densidad) con ocho tratamientos y tres repeticiones siendo un total de 24 unidades experimentales.

### 2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

- ✓ Número de tratamientos.....8
- ✓ Número de repeticiones.....3
- ✓ Número de unidades experimentales.....24

### 2.5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

#### **FACTOR A: Variedades de amaranto.**

**V1=** Criolla.

**V2=** Cotauhazu.

**V3=** Pucara.

**V4=** Pampa Galana.

#### **FACTOR B: Densidad de siembra**

Se realizó dos densidades del cultivo que fueron.

**D1=** 71429 semillas/ha. **(150 pl/parc).**

**D2=** 48571 semillas/ha. **(102 pl/parc).**

### 2.5.3. DISEÑO DE CAMPO

**Cuadro N° 5 Características de campo.**

<b>Características.</b>	<b>Área.</b>
Área total de cada unidad experimental.	21m <sup>2</sup>
Largo de la parcela.	5 m
Ancho de la parcela.	4,2 m
Distancia entre surco.	0,70.m
Distancia entre parcela y entre bloques.	1m
Área de cosecha	4,2m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	686.m <sup>2</sup>
Cantidad de semilla/ha	<b>D1= 71429 semillas/ha.</b> <b>D2= 48571 semillas/ha.</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.5.3.1. Detalles de los tratamientos

**T1** = V1 + D1 = Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.

**T2** = V2 + D1 = Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.

**T3** = V3 + D1 = Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.

**T4** = V4 + D1 = Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.

**T5** = V1 + D2 = Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.

**T6** = V2 + D2 = Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.

**T7** = V3 + D2 = Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.

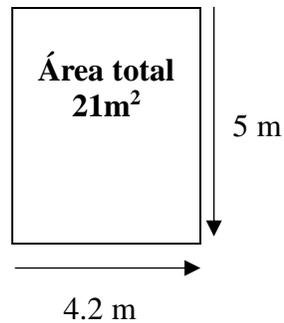
**T8** = V4 + D2 = Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.

#### 2.5.4. DISEÑO DE LA PARCELA

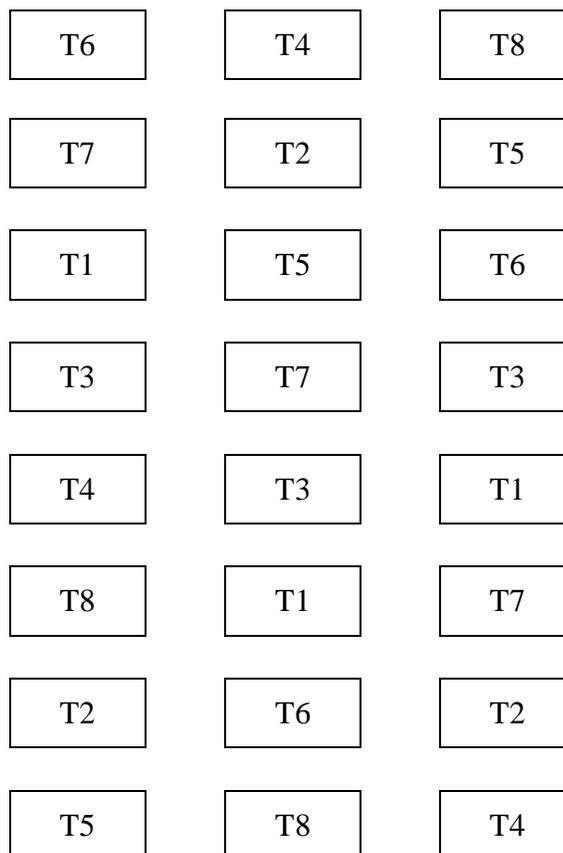
- ✓ Largo del surco.....5m.
- ✓ Distancia entre planta **D<sub>1</sub>**=0,25m: **D<sub>2</sub>**=0,30m
- ✓ Distancia de surco/surco.....0.70. m.
- ✓ Ancho de la parcela.....4.2m.

## 2.6. DISEÑO DE CAMPO

El ensayo se desarrolló en una superficie total de 686 metros cuadrados, de los cuales 504 metros cuadrados corresponden a las unidades experimentales y 182 metros cuadrados destinados a pasillos de separación. Los pasillos tuvieron un ancho de 1m, en donde se tuvo que controlar malezas periódicamente.



### 2.6.1. CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTAL



## 2.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 2.7.1. CÁLCULO DE FERTILIZANTES

El cálculo de la cantidad de fertilizante requerido para el ensayo se describe a continuación (cuadro N° 6).

**Cuadro N° 6 Requerimiento de Fertilizante por hectárea y Unidad experimental.**

Nombre Comercial	Formulacion (N - P - K)	Requerimiento por hectarea (Ha)	Requerimiento por Parcela (21m <sup>2</sup> )
Urea	46-00-00	142 (kg/ha)	300 gr/parcela
Triple 16	16-16-16	132,3 (kg/ha)	46,6 gr/parcela

Para cumplir con los requerimientos de nutrientes del cultivo del amaranto se aplicó 300gr de Urea por parcela al momento del aporque y durante la siembra se aplicó Triple 16, mismo que apporto Nitrógeno, fosforo y potasio de liberación lenta con ello garantizamos el aporte de Nitrógeno días después de la emergencia, además cumplimos con los requerimientos de Potasio y un extra de fosforo.

### 2.7.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

El terreno asignado para el desarrollo de los trabajos de investigación pertenece al lote N° 3, mismo que posee las siguientes características:

- Superficie plana
- Disponibilidad de agua de riego tecnificado (aspersión)

El terreno se dimensionó de la siguiente manera: de 47 metros de largo y 14,6 metros de ancho mismo que fue dividido en 24 parcelas de 4.20 m x 5 m. cada una, dejando

un espacio de 1 m. alrededor de cada parcela que sirve de pasito para transitar libremente.

Las labores iniciaron en el mes de octubre con un mes de anticipación con la finalidad de que el terreno se encuentre aireado y suelto para recibir la semilla, se realizó el paso de arado y dos pasadas de rastra. El primer paso de la rastra se incorporó el estiércol que se aplicó a razón de 40000 kg/hectárea (2744,8 kilogramos de estiércol por los 686.2 m<sup>2</sup>). El estiércol tiene la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo como así también la estructura del mismo.

### **2.7.3. SIEMBRA**

Preparada la cama de siembra el día 12 de noviembre se inició el trabajo de siembra con el paso del arado surcador, mismo que fue regulado a 70 cm entre arado, una vez formado los surcos se procedió a la distribución de la semilla a chorro continuo. Luego se procedió a tapar la semilla con una rama de aproximadamente 30mm de profundidad el 12 de noviembre 2021. Posteriormente se colocó las mangueras para el sistema de riego tecnificado (riego a aspersión).

### **2.7.4. LABORES CULTURALES**

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

#### **2.7.4.1. Riego**

El agua es vital para el crecimiento y desarrollo del cultivo de amaranto. El Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.), cuenta con un sistema de Canal que provee de agua al predio, mismo que puede ser almacenada en un depósito de concreto mediante el uso de bomba para ser aplicado por sistema de riego tecnificado (Aspersión, goteo) o puede ser distribuido por canales internos y regar por gravedad. Parte del Lote Nro. 3 cuenta con riego tecnificado, para ello se realizó la instalación de los aspersores a pocos días de haberse realizado la siembra de los ensayos. Sin embargo, solo se utilizó un par de veces durante la emergencia del cultivo ya que el cultivo de amaranto no necesita mucha humedad en el suelo.

#### **2.7.4.2. Deshierbes**

Los deshierbes se realizaron en cuatro oportunidades el primer deshierbe se realizó el 06 de diciembre del 2021 (cuando la planta alcanzó una altura de 15cm). El segundo deshierbe se realizó junto con el aporque el 25 de diciembre. El tercer deshierbe se realizó el 10 de enero de 2022 y el ultimo deshierbe se realizó cuando la planta tenía más de un metro de altura el 08 de febrero del 2022 (los primeros deshierbes se realizaron a mano para no dañar a las plantas de amaranto).

#### **2.7.4.3. Aporque**

El aporque es una labranza indispensable en el cultivo. Consiste en voltear la tierra del callejón de los surcos sobre la base del tallo de la planta, favoreciendo así un mayor anclaje de la planta al suelo, evitando el vuelco por acción del viento y mejora el control de malezas. La actividad se realizó cuando la planta tenía una altura de 30 a 40 centímetros de altura.

#### **2.7.4.4. Raleo**

El primer raleo se realizó a los 26 días cuando la planta alcanzo una altura aproximada de 16 cm, dejando de 2 a 3 plantas por postura mientras que el segundo y último raleo se realizó junto con el aporque dejando únicamente las plantas que indican en cada una de las dos densidades.

#### **2.7.4.5. Control fitosanitario**

Las plagas que se presentaron no tuvieron mayor importancia, ya que su incidencia en el cultivo fue de muy poca relevancia.

#### **2.7.4.6. Cosecha y trilla**

Para realizar la cosecha primeramente 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 homogenio, luego del cosechado se llevo las panojas al depósito y se realizó al secado por un tiempo de 12 dias hasta que perdieran la humedad suficiente.

Luego se procedió con el trillado que consiste en golpear la panoja para que caiga todo el grano sobre una lona, luego se realizó el ventilado para separar las impurezas del grano, y posteriormente el pesaje (kg) y envasado para su conservación.

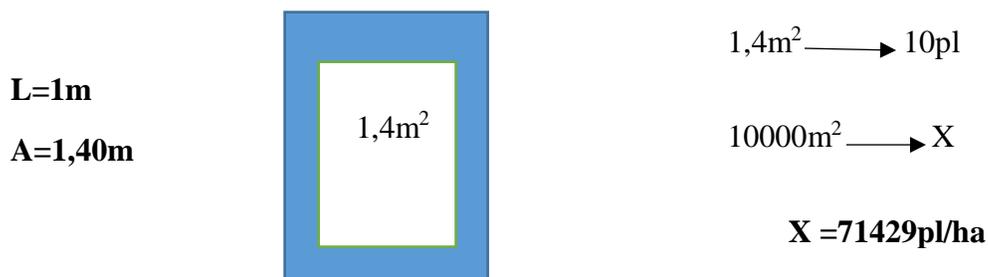
Estas variedades se cosecharon en los meses de:

- **Variedad Pucara.** Se cosecho el 17 de marzo del 2022.
- **Variedad Criolla.** Se cosecho de 18 de abril del 2022.
- **Variedad Pamapa Galana.** Se cosecho el 18 de abril 2022.
- **Variedad Cotahuazu.** Se cosecho el 18 de abril 2022.

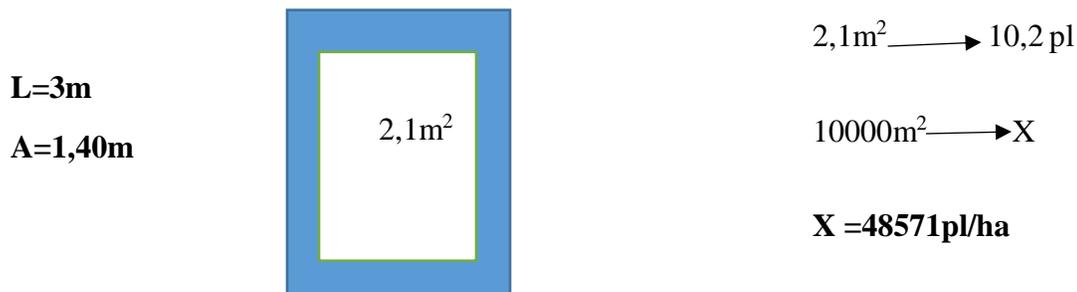
#### 2.7.4.6.1. Área de cosecha:

Se estimó el área de cosecha considerando el “efecto de bordura” por tratamiento, dado para el efecto de borde (superior, inferior, izquierda y derecha). La determinación se realizó de la parte central, donde nos permitirá conocer el dato confiable ya que no influirán los daños por plagas ni enfermedades con esta estimación podremos estimar el rendimiento para una hectárea.

Densidad (D1).



Densidad (D2).



## 2.8. TOMA DE DATOS

Las variables a medir para el siguiente trabajo de investigación son:

- ✓ **Porcentaje de emergencia:** Se colocó en bandeja con tierra 100 semillas de cada variedad separadas por bandeja para determinar el porcentaje de emergencia
- ✓ **Altura de la planta (m):** Se midió la planta a los 30, 45, 60, 90 y 120 días, utilizando una wincha
- ✓ **Altura de la panoja (m):** Se midió la altura de la panoja (madura) utilizando una wincha.
- ✓ **Peso de 1000 semillas (gr):** Se colocó 1000 semillas de de cada variedad y repetición en una balanza.
- ✓ **Rendimiento (Tn/Ha):** Se procedió al pesaje por tratamiento y por repetición para posteriormente realizar los cálculos por hectárea

## **2.9. CARACTERIZADOR DEL AMARANTO (*Amaranthus caudatus*)**

### **2.9.1. Explicación de la tabla de caracteres**

#### **2.9.1.1. Caracteres con asterisco (\*)**

Son los incluidos en las directrices de examen que son importantes para la armonización internacional de las directrices de variedades, que siempre debe ser incluido (INIAF. 2015).

(+): Explicaciones relativas a caracteres individuales

#### **2.9.1.2. Niveles de expresión y notas (Ad. 1,2. . .) Y (1,2,5. . .)**

Se atribuye a cada carácter niveles de expresión con el fin de definir el carácter y armonizar las descripciones. A cada nivel de expresión corresponde a una nota numérica (INIAF. 2015).

#### **2.9.1.3. Tipo de expresión**

**QL:** Carácter cualitativo

**QN:** Carácter cuantitativo

**PQ:** Carácter pseudocualitativo

**MG:** Medición única de un grupo de plantas o partes de plantas.

**MS:** Medición de varias plantas o partes de plantas individuales.

**VG:** Evaluación visual mediante una única observación de un grupo de plantas o partes de plantas (INIAF. 2015).

#### **2.9.1.2. Explicación de las claves**

**(a):** Observación de la plántula que deberán realizarse 3-6 días después de la despuntadura.

**(b):** Observación de la plántula que deberán realizarse en plantas jóvenes con 6-8 hojas.

**(c):** Las observaciones deberán realizarse en la fase vegetativa justo antes de la despuntadura de las inflorescencias.

**(d):** Las observaciones deberán realizarse en la época de la plena floración: 50% de las plantas

(ad. 14).

**(e):** Las observaciones deberán realizarse en la época de madurez fisiológica (ad. 33).

**(f):** Las observaciones deberán realizarse en la época de cosecha de semillas secas (INIAF. 2015).

**Ad. 1. VG, (\*), QL; 3.VG, QN, (a); 17VG, (\*), QL, (d); 18VG, QN, (d); 35. VG, (\*), QL, (e): Cotiledones, Plántula, Pecíolo y Tallo: Pigmentación Antocianica de los cotiledones, hipocotilo pecíolo y tallo e intensidad del hipocotilo y pecíolo.**

La pigmentación antocianica de los cotiledones, hipocotilo, pecíolo y tallo como la intensidad de la pigmentación del hipocotilo y del pecíolo varían entre (INIAF. 2015).

<b>Pigmentación. pecíolo.</b>	<b>Intecidad hipocotilo.</b>	<b>Intensidad</b>
1. Ausente	3. Débil	1. Muy débil
9. Ausente	5. Media	3. Débil
	7. Fuerte	5. Media
		7. fuerte
		9. Muy fuerte

**2.9.2. Ad. 4. MS, QN, (b); 5. MS, QN, (b): Hoja joven: Longitud y anchura**

La longitud y anchura de la hoja se establece como (INIAF. 2015).

Longitud	Anchura
3 Corta	3 Estrecha
5 Media	5 Mediana
7 Larga	7 ancha

**2.9.3. Ad. 6 VG, QN, (b): Hoja joven: Proporción Largo/Anchura**

La proporción entre lo largo y ancho se establece como (INIAF. 2015).

**Proporción**

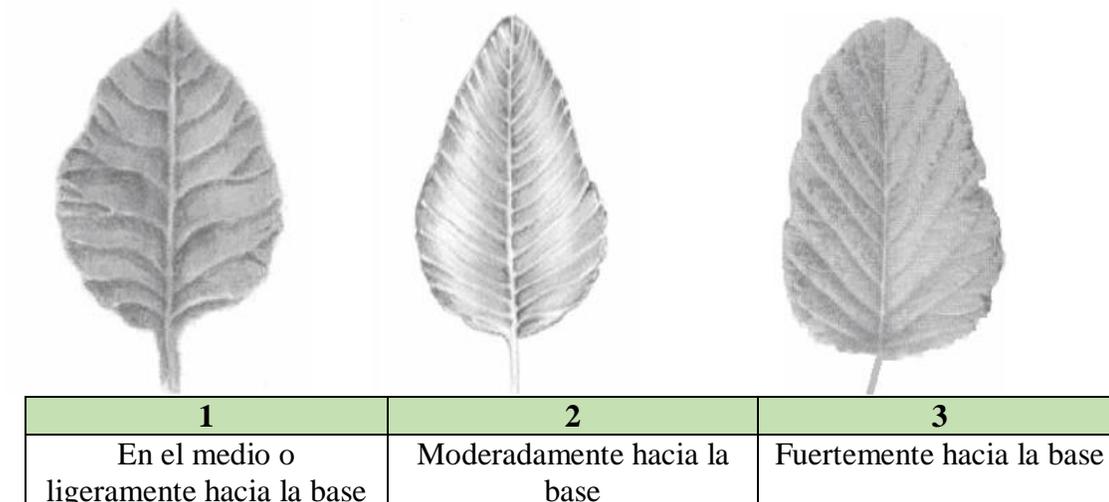
3 Pequeña

5 Media

7 Grande

#### 2.9.4. Ad. 7. VG, (+), QN, (b): Hoja joven: Posición de la parte más ancha

Para la posición de la parte más ancha en la base de la hoja, varía entre (INIAF. 2015)



Fuente: (INIAF 2015).

#### 2.9.5. Ad. 8. VG, QN, (b): Hoja joven: Prominencia de nervaduras

Respecto a la prominencia de las nervaduras en la hoja se establece como:

##### Prominencia

- 1 Débil
- 2 Media
- 3 Fuerte

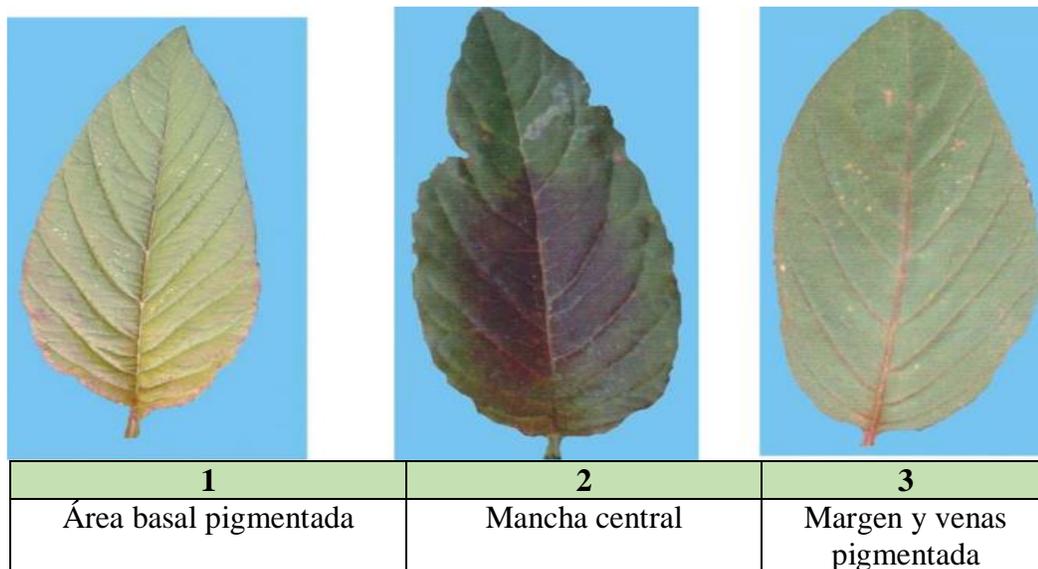
#### 2.9.6. Ad. 9. VG, PQ, (b) y 11. VG, PQ, (b): Hoja joven: Color principal del haz y del envés

Respecto al color de haz y el envés, varía entre (INIAF. 2015).

Color haz	Color del envés
1 Verde claro	1 Verde
2 Verde medio	2 Rojo
3 Verde oscuro	3 Purpura
4 Rojo	5 purpura

### 2.9.7. Ad. 10. VG, (+), PQ, (b): Hoja joven: Distribución del segundo color en el haz

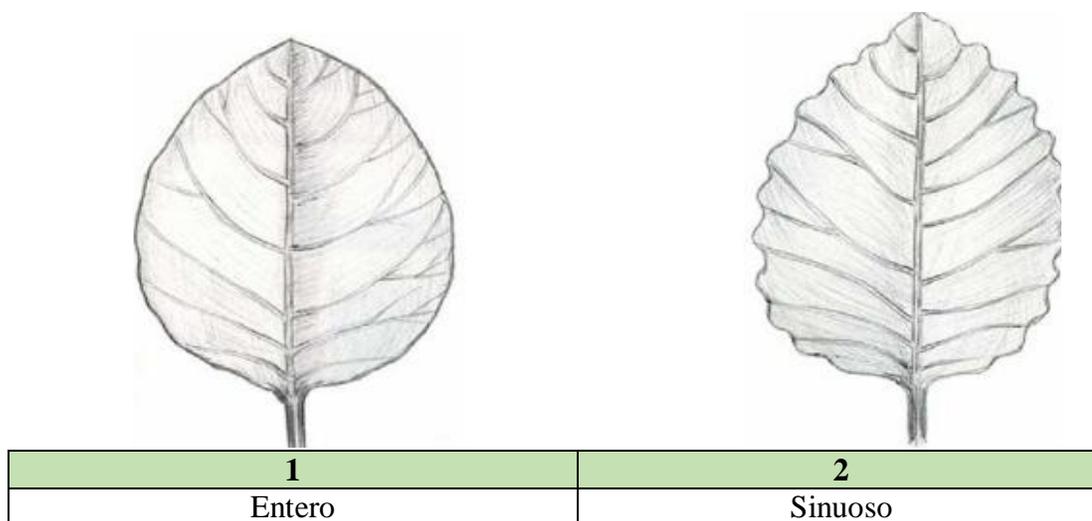
El segundo color en el haz se distribuye entre (INIAF. 2015).



Fuente: (INIAF 2015).

### 2.9.8. Ad. 12. VG, (+), QL, (c): Hoja: Margen

Deberá evaluarse en la última hoja completamente desarrollada, antes de que aparezca la inflorescencia (INIAF. 2015).



Fuente: (INIAF 2015).

### **2.9.9. Ad. 13. VS, (+), QN: Planta: Época de aparición de inflorescencia**

La época de aparición de la inflorescencia tiene lugar cuando 50% de las plantas presentan una inflorescencia de al menos 1 cm de longitud en el ápice del tallo principal y que varía entre (INIAF. 2015).

#### **Aparición**

3 precoz

5 Media

7 Tardía

### **2.10. Ad. 14. MG, (+), QN: Época de floración**

La época de floración tiene lugar cuando la panoja del 50% de las plantas alcanza aproximadamente 5 cm de longitud, presenta flores abiertas en sus partes centrales con estambres separados y el estigma es completamente visible y la floración varía entre (INIAF. 2015).

#### **Floración**

3 precoz

5 Media

7 Tardía

### **2.10.1. Ad. 15. VG, PQ, (d): Tallo: Color**

La coloración del tallo varía entre (INIAF. 2015).

#### **Color**

1 verde

2 amarillo

3 Rosa

4 Rojo

5 purpura

### **2.10.2. Ad. 16. VG, PQ, (d): Tallo: Color de las rayas**

El color de las rayas en el tallo varía entre (INIAF. 2015).

#### **Color**

1 Rojo

2 Purpura rojizo

3 Purpura

**2.10.3. Ad. 19. VG, PQ, (d): Limbo: Color principal**

El color principal del limbo varía entre (INIAF. 2015).

**Color**

1 Verde claro

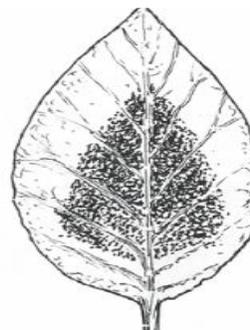
2 Verde medio

3 Verde oscuro

4 Rojizo

**2.10.4. Ad. 20. VG, (+), (+), QN, (d): Lamina de la hoja: Presencia de mancha**

La presencia de la mancha en la lámina de la hoja se establece como (INIAF. 2015).



1	2
Ausente	Presente

Fuente: (INIAF 2015).

**2.10.5. Ad. 21. VG, (+), QN, (d): Limbo: Tamaño de la mancha con relación al limbo**

El tamaño de la mancha con relación al limbo, varía entre (INIAF. 2015).



1	2	3
Pequeño	Mediano	Grande

Fuente: (INIAF 2015).

**2.10.6. Ad. 22. VG, (+), PQ, (d): Limbo: Color de la mancha**

El tamaño de la mancha con relación al limbo, varía entre

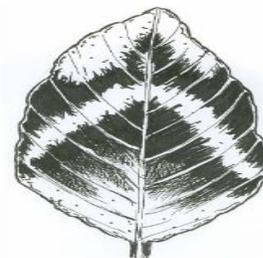


1	2	3	4
Verde	Plateada	Roja	Purpura

Fuente: (INIAF 2015).

### 2.10.7. Ad. 23. VS, (\*), (+), QL, (d): Limbo: Forma de la mancha

La forma de la mancha en el limbo varía entre (INIAF. 2015).



1	2
Ovada	En forma de "V"

Fuente: (INIAF 2015).

### 2.10.8. Ad. 24. VG, (\*), PQ, (d): Inflorescencia: Color

El color de la inflorescencia varía entre (INIAF. 2015).

Color

1 amarillo

2 verde

3 Rosado

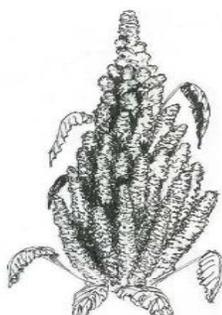
4 Rojo

5 Purpura

6 Pardo

### 2.10.9. Ad. 25. VG, (+), QN, (d): Inflorescencia: Compacidad

La compacidad de la inflorescencia está definida por el Angulo formado por las ramas laterales y el eje principal de la inflorescencia (INIAF. 2015).

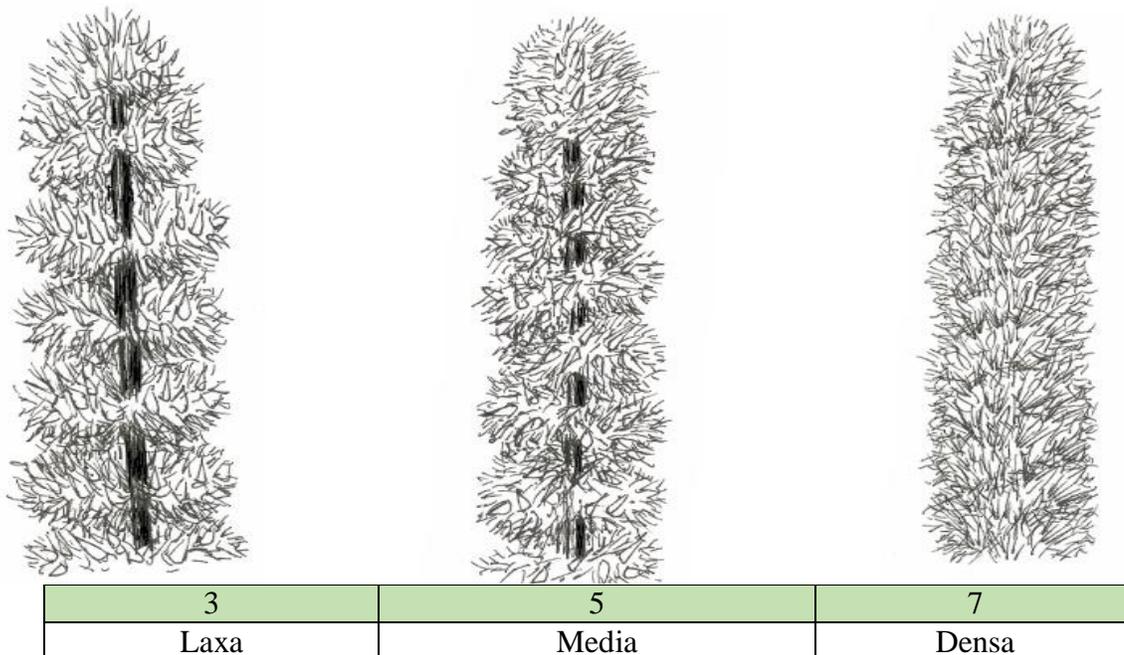


3	5	7
Compacta	Intermedia	Abierta

Fuente: (INIAF 2015).

### 2.11. Ad. 26. VG, (+), QN, (d): Inflorescencia: Densidad de los glomérulos

La densidad de los glomérulos debe observarse en las ramas laterales de la inflorescencia principal (INIAF. 2015).



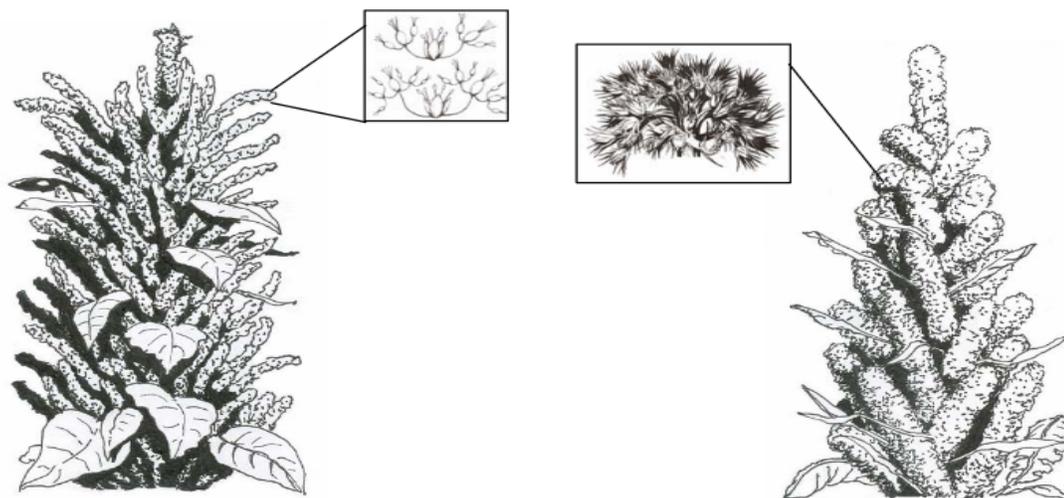
Fuente: (INIAF 2015).

#### 2.11.1. Ad. 27. VG, (+), (+), QL, (d): Inflorescencia: Tipo

El tipo de inflorescencia deberá observarse a partir del estado de floración hasta llenado de grano.

**Amarantiforme:** si los glomérulos se insertan en los ejes secundarios y presentan una forma extendida, la inflorescencia se denomina “amarantiforme”.

**Glomerulada:** Si los glomérulos se insertan en los ejes primarios y presentan una forma de globo, la inflorescencia se denomina “glomerulada” (INIAF. 2015).



1	2
Amarantiformes	Glomerulada

Fuente: (INIAF 2015).

### 2.11.2. Ad. 28. MS, QN, (d): Inflorescencia: Numero de flores femeninas por glomérulo

La cantidad de flores femeninas por glomérulo, varía entre (INIAF. 2015).

#### Numero

3 Pocas

5 Medias

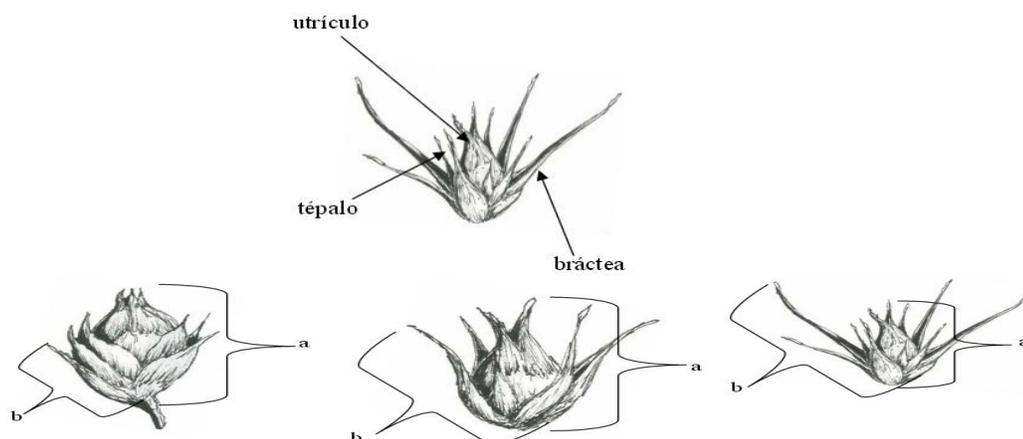
7 Muchas

### 2.11.3. Ad. 29. VG, (\*), (+), QN, (d): Inflorescencia: Longitud de las brácteas con relación al utrículo

Se recomienda efectuar la observación mediante un microscopio

**Utrículo:** Está formado por la semilla madura y la capa dehiscente que la cubre (opérculo).

**Brácteas:** Son las estructuras situadas al exterior de los tépalos que protegen el utrículo (INIAF. 2015).



1	2	3
Más cortas	Igual	Más largas

Fuente: (INIAF 2015).

- a) Longitud del utrículo.
- b) Longitud de la bráctea

#### 2.11.4. Ad. 30. VG, (\*), QL, (d): Inflorescencia: Habito de crecimiento

El hábito de crecimiento de la inflorescencia se define como (INIAF. 2015).

#### Habito

- 1 Determinado
- 2 Indeterminado

#### 2.11.5. Ad. 31. VG, (+), QN, (d): Inflorescencia: Porte El porte de la inflorescencia varía entre (INIAF. 2015).



1	2	3
Erecto o débilmente Recurvado	Intermedio	Fuertemente recurvado

Fuente: (INIAF 2015).

**2.11.6. Ad. 32. VG, QN, (d): Inflorescencia varía entre:****Longitud**

3 Corta

5 Media

7 Larga

**2.11.7. Ad. 33. MG, (+), QN, (e): Planta: Época de madurez**

La madurez fisiológica se alcanza cuando ya no es posible aplastar las semillas tomadas de la parte central de la inflorescencia al presionarlas entre los dedos y se establece como (INIAF. 2015).

**Época**

3 precoz

5 Media

7 Tardía

**2.11.8. Ad. 34. MG, (+), QN, (e): Planta. Longitud**

Debe medirse de la base de la planta al ápice de la inflorescencia y está definida como (INIAF. 2015).

**Longitud**

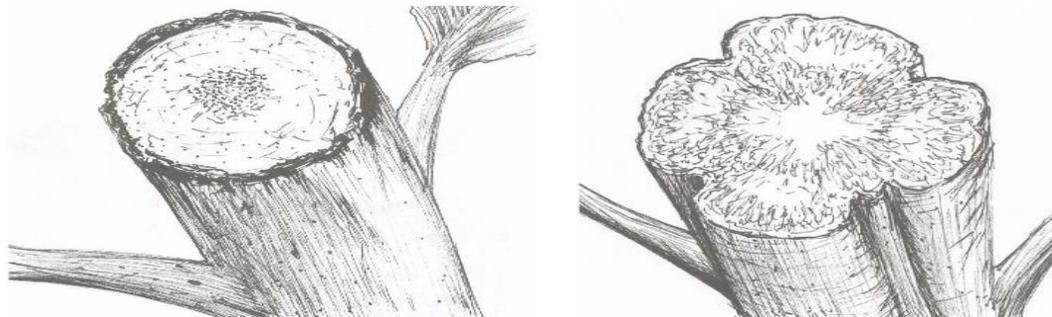
3 Baja

5 Media

7 Alta

**2.11.9. Ad. 36. VG, (\*), (+), QL, (e): Tallo: Forma de la sección transversal**

La forma del tallo en su sección transversal varía entre (INIAF. 2015).



1	2
Circular	Ondulado

Fuente: (INIAF 2015).

**2.12. Ad. 37. VG, (\*), PQ, (f): Semilla: Color**

Se establece el color de la semilla entre (INIAF. 2015).

**Color**

1 Blanco

2 amarillo

3 Rosa

4 Marrón

5 Negro

**2.12.1 Ad. 38. VG, (+), (+), QL, (f): Semilla: Forma.**

Respecto a la forma de la semilla se define como (INIAF. 2015).



1	2
Elipsoidal	Discoide

Fuente: (INIAF 2015).

### 2.12.2. Ad. 39. VG, (\*), (+) QL, (f): Semilla. Tipo

El tipo de semilla deberá observarse mediante un diafanoscopio es decir utilizando una caja con tapa de vidrio que contenga una caja de luz. Las semillas se colocan sobre la tapa de vidrio: si la luz pasa a través de las semillas, se trata de semillas de tipo cristalino: si la luz no pasa, se trata de semillas de tipo harinoso (INIAF. 2015).



1	2
Cristalino	Harinoso

Fuente: (INIAF 2015).

### 2.12.3. Ad. 40. MG, (+), QN, (f): Semilla: peso de 1.000 semillas

Para pesar las semillas se utilizarán ocho muestras de 1000 semillas al 10% de humedad y se define de acuerdo al peso en (INIAF. 2015).

#### Altura

3 Baja

5 Medio

7 Alto

**Fuete.** (INIAP) Descriptor de variedades inscritas en el registro nacional de variedades volumen III, 2015

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL AMARANTO (VARIEDAD CRIOLLA)

Cuadro N°7 Caracterización de la variedad criolla

CARÁCTER	VID1	VID2
<b>Cotiledones:</b> pigmentación antocianica	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> pigmentación antocianica del hipocótilo	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> Intensidad de la coloración antocianica del hipocótilo	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Longitud (cm)	11,78	26,06
<b>Hoja joven:</b> Anchura (cm)	6,27	9,83
<b>Hoja joven:</b> Posición de la parte más ancha	Moderadamente hacia la base	Moderadamente hacia la base
<b>Hoja joven:</b> Prominencia de la nervadura	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Color principal del haz	Verde oscuro	Verde oscuro
<b>Hoja joven:</b> Distribución del segundo color en el haz	Área basal pigmentada	Área basal pigmentada
<b>Hoja joven:</b> Color del envés	Verde	Verde
<b>Hoja:</b> Margen	Entero	Entero
<b>Planta:</b> Época de aparición de la inflorescencia	Tardía	Tardía
<b>Época de floración</b>	Media	Media
<b>Tallo:</b> Color	Rosa	Rosa
<b>Tallo:</b> Color de las rayas	-	-
<b>Peciolo:</b> Pigmentación antocianica	Ausente	Ausente
<b>Peciolo:</b> Intensidad de la pigmentación de la intensidad antocianica.	Muy débil	Muy débil
<b>Limbo:</b> Color principal	Verde oscuro	Verde oscuro
<b>Lamina de la hoja:</b> Presencia de mancha	Ausente	Ausente

<b>Limbo:</b> Tamaño de la mancha con relación al limbo	-	-
<b>Limbo:</b> Color de la mancha	-	-
<b>Limbo:</b> Forma de la mancha	-	-
<b>Inflorescencia:</b> Color	Rosado	Rosado
<b>Inflorescencia:</b> Compacidad	Compacta	Compacta
<b>Inflorescencia:</b> Densidad de los glomérulos	Media	Media
<b>Inflorescencia:</b> Tipo	Glomerulada	Glomerulada
<b>Inflorescencia:</b> Número de las flores femeninas por glomérulo	Pocas	Pocas
<b>Inflorescencia:</b> Longitud de las brácteas con relación al utrículo	Iguales	Iguales
<b>Inflorescencia:</b> Habito de crecimiento	Determinado	Determinado
<b>Inflorescencia:</b> Porte	Erecto o débilmente recurvado	Erecto o débilmente recurvado
<b>Inflorescencia:</b> Longitud (m)	1,16	1,04
<b>Planta:</b> Época de madurez	Tardía	Tardía
<b>Planta:</b> Longitud (m)	3,07	3,20
<b>Tallo:</b> Pigmentación antocianica de la base	Presente	Presente
<b>Tallo:</b> Forma de la sección transversal	Ondulado	Ondulado
<b>Semilla:</b> Color	Blanco	Blanco
<b>Semilla:</b> Forma	Elipsoidal	Elipsoidal
<b>Semilla:</b> Tipo	Harinoso	Harinoso
<b>Semilla:</b> Peso de 1000 semillas.	0,83	0,84

Fuente: Propia.

### 3.2. CARACTERIZACIÓN DEL AMARANTO (VARIEDAD COTAHUAZU)

**Cuadro N° 8 Caracterización de la variedad Cotahuazu**

<b>CARÁCTER</b>	<b>V2D1</b>	<b>V2D2</b>
<b>Cotiledones:</b> pigmentación antocianica	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> pigmentación antocianica del hipocótilo	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> Intensidad de la coloración antocianica del hipocótilo	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Longitud (cm)	21,20	24,23
<b>Hoja joven:</b> Anchura (cm)	8,85	9,25
<b>Hoja joven:</b> Posición de la parte más ancha	Moderadamente hacia la base	Moderadamente hacia la base
<b>Hoja joven:</b> Prominencia de la nervadura	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Color principal del haz	Verde medio	Verde medio
<b>Hoja joven:</b> Distribución del segundo color en el haz	-	-
<b>Hoja joven:</b> Color del envés	Verde	Verde
<b>Hoja:</b> Margen	Entero	Entero
<b>Planta:</b> Época de aparición de la inflorescencia	Tardía	Tardía
<b>Época de floración</b>	Tardía	Tardía
<b>Tallo:</b> Color	Verde	Verde
<b>Tallo:</b> Color de las rayas	-	-
<b>Peciolo:</b> Pigmentación antocianica	Ausente	Ausente
<b>Peciolo:</b> Intensidad de la pigmentación antocianica.	Muy débil	Muy débil
<b>Limbo:</b> Color principal	Verde oscuro	Verde oscuro
<b>Lamina de la hoja:</b> Presencia de mancha	Ausente	Ausente
<b>Limbo:</b> Tamaño de la mancha con relación al limbo	-	-
<b>Limbo:</b> Color de la mancha	-	-
<b>Limbo:</b> Forma de la mancha	-	-
<b>Inflorescencia:</b> Color	Verde	Verde

<b>Inflorescencia:</b> Compacidad	Compacta	Compacta
<b>Inflorescencia:</b> Densidad de los glomérulos	Densa	Densa
<b>Inflorescencia:</b> Tipo	Glomerulada	Glomerulada
<b>Inflorescencia:</b> Número de las flores femeninas por glomérulo	Pocas	Pocas
<b>Inflorescencia:</b> Longitud de las brácteas con relación al utrículo	Más cortas	Más cortas
<b>Inflorescencia:</b> Habito de crecimiento	Determinado	Determinado
<b>Inflorescencia:</b> Porte	Erecto o débilmente recurvado	Erecto o débilmente recurvado
<b>Inflorescencia:</b> Longitud (m)	1,13	1,13
<b>Planta:</b> Época de madurez	Tardía	Tardía
<b>Planta:</b> Longitud (m)	2,99	2,88
<b>Tallo:</b> Pigmentación antocianica de la base	Ausente	Ausente
<b>Tallo:</b> Forma de la sección transversal	Ondulado	Ondulado
<b>Semilla:</b> Color	Blanco	Blanco
<b>Semilla:</b> Forma	Elipsoidal	Elipsoidal
<b>Semilla:</b> Tipo	Harinoso	Harinoso
<b>Semilla:</b> Peso de 1000 semillas (Kg).	0,83	0,84

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. CARACTERIZACIÓN DEL AMARANTO (VARIEDAD PUCARA)

**Cuadro N° 9 Caracterización de la variedad Pucara**

CARÁCTER	V3D1	V3D2
<b>Cotiledones:</b> pigmentación antocianica	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> pigmentación antocianica del hipocótilo	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> Intensidad de la coloración antocianica del hipocótilo	Débil	Débil

<b>Hoja joven:</b> Longitud (cm)	18,99	26,26
<b>Hoja joven:</b> Anchura (cm)	6,56	8,55
<b>Hoja joven:</b> Posición de la parte más ancha	Moderadamente hacia la base	Moderadamente hacia la base
<b>Hoja joven:</b> Prominencia de la nervadura	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Color principal del haz	Verde medio	Verde medio
<b>Hoja joven:</b> Distribución del segundo color en el haz	-	-
<b>Hoja joven:</b> Color del envés	Verde	Verde
<b>Hoja:</b> Margen	Entero	Entero
<b>Planta:</b> Época de aparición de la inflorescencia	Precoz	Precoz
<b>Época de floración</b>	Precoz	Precoz
<b>Tallo:</b> Color	Verde	Verde
<b>Tallo:</b> Color de las rayas	-	-
<b>Peciolo:</b> Pigmentación antocianica	Ausente	Ausente
<b>Peciolo:</b> Intensidad de la pigmentación antocianica.	Muy débil	Muy débil
<b>Limbo:</b> Color principal	Verde oscuro	Verde oscuro
<b>Lamina de la hoja:</b> Presencia de mancha	Ausente	Ausente
<b>Limbo:</b> Tamaño de la mancha con relación al limbo	-	-
<b>Limbo:</b> Color de la mancha	-	-
<b>Limbo:</b> Forma de la mancha	-	-
<b>Inflorescencia:</b> Color	Verde	Verde
<b>Inflorescencia:</b> Compacidad	Compacta	Compacta
<b>Inflorescencia:</b> Densidad de los glomérulos	Media	Media
<b>Inflorescencia:</b> Tipo	Amarantiforme	Amarantiforme
<b>Inflorescencia:</b> Número de las flores femeninas por glomérulo	Medias	Medias
<b>Inflorescencia:</b> Longitud de las brácteas con relación al utrículo	Más cortas	Más cortas

<b>Inflorescencia:</b> Habito de crecimiento	Determinado	Determinado
<b>Inflorescencia:</b> Porte	Erecto o débilmente recurvado	Erecto o débilmente recurvado
<b>Inflorescencia:</b> Longitud (m)	0,91	0,92
<b>Planta:</b> Época de madurez	Precoz	Precoz
<b>Planta:</b> Longitud (m)	2,42	2,30
<b>Tallo:</b> Pigmentación antocianica de la base	Ausente	Ausente
<b>Tallo:</b> Forma de la sección transversal	Ondulado	Ondulado
<b>Semilla:</b> Color	Blanco	Blanco
<b>Semilla:</b> Forma	Elipsoidal	Elipsoidal
<b>Semilla:</b> Tipo	Harinoso	Harinoso
<b>Semilla:</b> Peso de 1000 semillas (Kg)	0,91	0,94

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. CARACTERIZACIÓN DEL AMARANTO (VARIEDAD PAMPA GALANA)

**Cuadro N° 10 Caracterización de la variedad Pampa Galana**

CARÁCTER	V4D1	V4D2
<b>Cotiledones:</b> pigmentación antocianica	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> pigmentación antocianica del hipocótilo	Presente	Presente
<b>Plántula:</b> Intensidad de la coloración antocianica del hipocótilo	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Longitud (cm)	15,42	15,43
<b>Hoja joven:</b> Anchura (cm)	4,78	9,39
<b>Hoja joven:</b> Posición de la parte más ancha	Moderadamente hacia la base	Moderadamente hacia la base
<b>Hoja joven:</b> Prominencia de la nervadura	Débil	Débil
<b>Hoja joven:</b> Color principal del haz	Verde oscuro	Verde oscuro

<b>Hoja joven:</b> Distribución del segundo color en el haz	Área basal pigmentada	Área basal pigmentada
<b>Hoja joven:</b> Color del envés	Verde	Verde
<b>Hoja:</b> Margen	Entero	Entero
<b>Planta:</b> Época de aparición de la inflorescencia	Tardía	Tardía
<b>Época de floración</b>	Media	Media
<b>Tallo:</b> Color	Rosa	Rosa
<b>Tallo:</b> Color de las rayas	-	-
<b>Peciolo:</b> Pigmentación antocianica	Ausente	Ausente
<b>Peciolo:</b> Intensidad de la pigmentación de la intensidad antocianica.	Muy débil	Muy débil
<b>Limbo:</b> Color principal	Verde oscuro	Verde oscuro
<b>Lamina de la hoja:</b> Presencia de mancha	Ausente	Ausente
<b>Limbo:</b> Tamaño de la mancha con relación al limbo	-	-
<b>Limbo:</b> Color de la mancha	-	-
<b>Limbo:</b> Forma de la mancha	-	-
<b>Inflorescencia:</b> Color	Rosado	Rosado
<b>Inflorescencia:</b> Compacidad	Compacta	Compacta
<b>Inflorescencia:</b> Densidad de los glomérulos	Media	Media
<b>Inflorescencia:</b> Tipo	Glomerulada	Glomerulada
<b>Inflorescencia:</b> Número de las flores femeninas por glomérulo	Pocas	Pocas
<b>Inflorescencia:</b> Longitud de las brácteas con relación al utrículo	Iguales	Iguales
<b>Inflorescencia:</b> Habito de crecimiento	Determinado	Determinado
<b>Inflorescencia:</b> Porte	Erecto o débilmente recurvado	Erecto o débilmente recurvado
<b>Inflorescencia:</b> Longitud (m)	1,17	1,01
<b>Planta:</b> Época de madurez	Tardía	Tardía
<b>Planta:</b> Longitud (m)	2,97	2,67

<b>Tallo:</b> Pigmentación antocianica de la base	Presente	Presente
<b>Tallo:</b> Forma de la sección transversal	Ondulado	Ondulado
<b>Semilla:</b> Color	Blanco	Blanco
<b>Semilla:</b> Forma	Elipsoidal	Elipsoidal
<b>Semilla:</b> Tipo	Harinoso	Harinoso
<b>Semilla:</b> Peso de 1000 semillas (Kg).	0,71	0,72

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. PORCENTAJE DE EMERGENCIA A LOS 10 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA

**Cuadro N° 11 Datos Porcentuales para la Variable Porcentaje de Emergencia (%)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	60	80	55	195	65
T2 (V2D1)	65	70	92	227	76
T3 (V3D1)	92	95	90	277	92
T4 (V4D1)	70	78	72	220	73
T5 (V1D2)	83	88	89	260	87
T6 (V2D2)	64	69	72	205	68
T7 (V3D2)	88	94	90	272	91
T8 (V4D2)	76	80	74	230	77
$\Sigma$	598	654	634	1886	79

Fuente: Elaboración propia en base a los porcentajes de emergencia de las cuatro variedades en dos densidades del amaranto

En el porcentaje de emergencia se ve que los promedios máximos alcanzaron un 92% tal como podemos ver en el cuadro N° 11 donde el mayor porcentaje fue obtenido con el tratamiento 3 (T3 (V3D1)), y por otro lado el tratamiento con el promedio más bajo es el tratamiento 1 con 65% de porcentaje de emergencia.

Según Zapata Olvera (2006) las semillas geminan 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 con una humedad adecuada. El deshierbe es

necesario durante los 30 días después de la siembra. Entonces evaluando a los 2 días el porcentaje de germinación se justifica los datos de germinación

**Cuadro N° 12 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	195	260	455	76
V2	227	205	432	72
V3	277	272	549	92
V4	220	230	450	75
$\Sigma$	919	967	1886	
$\bar{Y}$	77	81		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad, las variedades 3 (Pucara) presento una mayor emergencia con el 92%. Por otro lado, en el factor densidad, la densidad 2 (densidad de siembra de 48571 semillas/ha) presentó una mayor emergencia.

**Cuadro N° 13 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	3089,83				
TRATAMIENTOS	7	2189,17	312,74	6,26	2,76	4,28
BLOQUES	2	201,33	100,67	2,02	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	1383,50	461,17	9,23	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	96,00	96,00	1,92	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	709,67	236,56	4,74	3,34	5,56
ERROR	14	699,33	49,952			
C.V.= 8,99%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c > F_{t,0,05}$ ) entre los tratamientos, en el factor A (variedad) y en la interacción entre ambos, pero no existe diferencias significativas entre los bloques ni en el factor B (densidad) por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 8,99% (Ver cuadro N.º 13).

Aportando a lo dicho por Zapata, el CONCEJO 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 los 10 días en adelante, código 3.

**Cuadro N° 14 Análisis de Duncan para la Variable Porcentaje de Emergencia (%)**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1 (V1D1)	3	65		
T6 (V2D2)	3	68		
T4 (V4D1)	3	73	73	
T2 (V2D1)	3	76	76	
T8 (V4D2)	3	77	77	
T5 (V1D2)	3		87	87
T7 (V3D2)	3			91
T3 (V3D1)	3			92
Sig.		,104	,061	,394

Fuente: Prueba de Duncan utilizando un programa estadístico (IBM SPSS) para la variable porcentaje de emergencia.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable porcentaje de emergencia se determinó que existen diferencias significativas entre las medias, en el subconjunto 1 se encuentran los tratamientos (T1= Variedad criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T4= Variedad Pampa galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8= Variedad Pampa galana en una densidad de siembra de 48571

semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), en el subconjunto 2 donde se observa que la prueba ha agrupado los tratamientos (T4= Variedad Pampa galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8 Variedad Pampa galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no presenta diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos) y por último en el subconjunto 3 se encuentran los tratamientos (T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T7= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha y el T3= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los otros subconjuntos.)

### 3.6. ALTURA DE PLANTAS

#### 3.6.1. ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 30 DÍAS

**Cuadro N° 15 Datos para la variable Altura de las Plantas a los 30 días (cm)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	14,00	18,00	16,00	48,00	16,00
T2 (V2D1)	17,00	14,00	17,00	48,00	16,00
T3 (V3D1)	18,00	19,00	21,00	58,00	19,33
T4 (V4D1)	12,00	12,00	14,00	38,00	12,67
T5 (V1D2)	14,00	16,00	18,00	48,00	16,00
T6 (V2D2)	17,00	17,00	15,00	49,00	16,33
T7 (V3D2)	19,00	18,00	20,00	57,00	19,00
T8 (V4D2)	10,00	14,00	19,00	43,00	14,33
$\Sigma$	121,00	128,00	140,00	389,00	16,21

Fuente: Elaboración propia en base a las alturas de las cuatro variedades en dos densidades del amaranto. Las mayores alturas a los 30 días como podemos observar en el cuadro N. °15 fueron obtenidas por los tratamientos T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de

71429 semillas/ha.) con una media de 19,33 cm., y T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 19,00 cm., seguido por los tratamientos T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 16,33 cm., y los tratamientos T1 (Variedad Criolla en una densidad de 71429 semillas/ha.), T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de 71429 semillas/ha.) y T5 (Variedad Criolla en una densidad de 48571 semillas/ha.) con medias de 16,00 cm., mientras que los tratamientos T8 (Variedad Pampa galana en una densidad de 48571 semillas/ha.) con una media de 14,33 cm. y el T4 (Variedad Pampa Galana en una densidad de 71429 semillas/ha.) fueron los que menores alturas tuvieron.

Las especies alcanzan hasta dos metros de altura, tiene 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 pronunciada. 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 rojizo y de forma lenticular (Sumer, 1983) recuperado por (Arce H, 2015).

**Cuadro N° 16 Variedad/Densidad**

<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Σ</b>	<b>Ȳ</b>
<b>V1</b>	48,00	48,00	96,00	16,00
<b>V2</b>	48,00	49,00	97,00	16,17
<b>V3</b>	58,00	57,00	115,00	19,17
<b>V4</b>	38,00	43,00	81,00	13,50
<b>Σ</b>	192,00	197,00	389,00	
<b>Ȳ</b>	16,00	16,42		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad, la variedad 3 (pucara) mostro una altura de 19,17cm., Por otro lado, en el factor densidad muestran una altura similar de 16 cm.

**Cuadro N° 17 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	175,96				
TRATAMIENTOS	7	101,29	14,47	3,93	2,76	4,28
BLOQUES	2	23,08	11,54	3,13	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	96,79	32,26	8,76	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	1,04	1,04	0,28	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	3,46	1,15	0,31	3,34	5,56
ERROR	14	51,58	3,685			
C.V.= 11,84%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c > F_{t,0,05}$ ) entre los tratamientos y en el factor A (variedad) pero no existe diferencias significativas entre los bloques, en el factor B (densidad) y en la interacción entre ambos por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 11,84% (Ver cuadro N. °17).

**Cuadro N°18 Análisis de Duncan para la Variable altura de las plantas a los 30 días (cm)**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T4=V4D1	3	12,67	
T8=V4D2	3	14,33	
T1=V1D1	3	16,00	16,00
T2=V2D1	3	16,00	16,00
T5=V1D2	3	16,00	16,00
T6=V2D2	3	16,33	16,33
T7=V3D2	3		19,00
T3=V3D1	3		19,33
Sig.		,081	,110

Fuente: Prueba de Duncan utilizando un programa estadístico (IBM SPSS) para la variable altura de las plantas a los 30 días.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable porcentaje de emergencia se determinó que existen diferencias significativas entre las medias, en el subconjunto 1 se encuentran los tratamientos (T4= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha y T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con el otro subconjunto), mientras que en el subconjunto 2 la prueba ha agrupado a los tratamientos (T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T7= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha y T3= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con el subconjunto 1)

### 3.6.2. ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 45 DÍAS

**Cuadro N° 19 Datos para la Variable Altura de las Plantas a los 45 días (cm)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	72,00	69,00	58,00	199,00	66,33
T2 (V2D1)	65,00	63,00	60,00	188,00	62,67
T3 (V3D1)	75,00	70,00	75,00	220,00	73,33
T4 (V4D1)	68,00	64,00	55,00	187,00	62,33
T5 (V1D2)	63,00	67,00	57,00	187,00	62,33
T6 (V2D2)	67,00	60,00	63,00	190,00	63,33
T7 (V3D2)	70,00	65,00	70,00	205,00	68,33
T8 (V4D2)	50,00	70,00	65,00	185,00	61,67
$\Sigma$	530,00	528,00	503,00	1561,00	65,04

Fuente: Elaboración propia en base a las alturas de las cuatro variedades en dos densidades del amaranto

La mayor altura a los 45 días como podemos observar en el cuadro N° 19 fue obtenida por el tratamiento T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 73,33 cm, seguido por los tratamientos T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 68,33 cm T1 (Variedad Criolla en una densidad de 71429 semillas/ha.) con una media de 66,33 cm, T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 63,33 cm, T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de 71429 semillas/ha) con una media de 62,67 cm, los tratamientos T4 (Variedad Pampa galana en una densidad de 71429 semillas/ha) y T5 (Variedad Criolla en una densidad de 48571 semillas/ha) con medias de 62,33 cm, mientras que el tratamiento T8 (Variedad Pampa galana en una densidad de 48571 semillas/ha) presento la menor altura con una media de 61,67 cm.

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) recuperado por (Arce H, 2015).

**Gráfica N. ° 3 Promedio por Tratamiento de la Altura de las plantas a los 45 días (cm)**

**Cuadro N° 20 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	199,00	187,00	386,00	64,33
V2	188,00	190,00	378,00	63,00
V3	220,00	205,00	425,00	70,83
V4	187,00	185,00	372,00	62,00
$\Sigma$	794,00	767,00	1561,00	
$\bar{Y}$	66,17	63,92		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual en el factor variedad, la variedad 3 (Pucara) tuvo la mayor altura con 70,83 cm. Por otro lado, en el factor densidad, la densidad 1 (densidad de siembra de 71429 semillas/ha) presentó una mayor altura con una media de 66,17 cm.

**Cuadro N° 21 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	882,96				
TRATAMIENTOS	7	347,63	49,66	1,45	2,76	4,28
BLOQUES	2	56,58	28,29	0,83	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	284,79	94,93	2,78	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	30,38	30,38	0,89	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	32,46	10,82	0,32	3,34	5,56
ERROR	14	478,75	34,196			
C.V.= 8,99%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que no existen diferencias significativas ( $F_c < F_{t,0,05}$ ) entre los tratamientos, en los bloques, en el factor A (variedad), factor B (densidad) ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 8,99% (Ver cuadro N° 21).

### 3.6.3. ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 60 DÍAS

**Cuadro N° 22 Datos para la Variable Altura de las Plantas a los 60 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	1,40	1,37	1,33	4,10	1,37
T2 (V2D1)	1,40	1,42	1,50	4,32	1,44
T3 (V3D1)	1,50	1,60	1,60	4,70	1,57
T4 (V4D1)	1,38	1,30	1,34	4,02	1,34
T5 (V1D2)	1,35	1,60	1,39	4,34	1,45
T6 (V2D2)	1,10	1,39	1,57	4,06	1,35
T7 (V3D2)	1,45	1,65	1,40	4,50	1,50
T8 (V4D2)	1,10	1,47	1,46	4,03	1,34
$\Sigma$	10,68	11,80	11,59	34,07	1,42

Fuente: Elaboración propia en base a las alturas de las cuatro variedades en dos densidades del amaranto

Las mayores alturas a los 60 días como podemos observar en el cuadro N° 23 fueron obtenidas por los tratamientos T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media de 1,57 m y T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 1,50 m, seguido por los tratamientos T5 (Variedad Criolla en una densidad de 48571 semillas/ha.) con una media de 1,45 m, T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de 71429 semillas/ha) con una media de 1,44 m, T1 (Variedad Criolla en una densidad de 71429 semillas/ha.) con una media de 1,37 m, T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 1,35 m, mientras que los tratamientos T4 (Variedad Pampa galana en una densidad de 71429 semillas/ha) y T8 (Variedad Pampa galana en una densidad de 48571 semillas/ha) fueron los que presentaron las menores alturas con medias de 1,34 m.

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; Alongeet al. 2007; Ainika, et al. 2011), recuperado por (Arce H. 2015).

**Cuadro N° 23 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	4,10	4,34	8,44	1,41
V2	4,32	4,06	8,38	1,40
V3	4,70	4,50	9,20	1,53
V4	4,02	4,03	8,05	1,34
$\Sigma$	17,14	16,93	34,07	
$\bar{Y}$	1,43	1,41		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual en el factor variedad, la variedad 3 (Pucara) tuvo la mayor altura con 1,53 m. Por otro lado, en el factor densidad, muestran alturas similares.

**Cuadro N. 24 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	0,44				
TRATAMIENTOS	7	0,15	0,02	1,45	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,09	0,04	3,07	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	0,12	0,039	2,73	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	0,002	0,002	0,13	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	0,03	0,01	0,59	3,34	5,56
ERROR	14	0,20	0,014			
C.V.= 8,46%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que no existen diferencias significativas ( $F_c < F_{t0,05}$ ) entre los tratamientos, en los bloques, en el factor A (variedad), factor B (densidad) ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 8,46% (Ver cuadro N. °25).

### 3.6.4. ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 90 DÍAS

**Cuadro N. 25 Datos para la Variable Altura de las Plantas a los 90 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	1,98	2,25	2,50	6,73	2,24
T2 (V2D1)	2,10	2,28	2,30	6,68	2,23
T3 (V3D1)	1,85	2,30	2,40	6,55	2,18
T4 (V4D1)	2,30	2,10	2,30	6,70	2,23
T5 (V1D2)	2,30	1,80	2,10	6,20	2,07
T6 (V2D2)	1,90	2,30	1,90	6,10	2,03
T7 (V3D2)	1,90	1,85	2,30	6,05	2,02
T8 (V4D2)	1,90	2,15	2,10	6,15	2,05
$\Sigma$	16,23	17,03	17,90	51,16	2,13

Fuente: Elaboración propia en base a las alturas de las cuatro variedades en dos densidades del amaranto

Las mayores alturas a los 90 días como podemos observar en el cuadro N. °27 fueron obtenidas por los tratamientos T1 (Variedad Criolla en una densidad de 71429 semillas/ha.) con una media de 2,24 m., T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de 71429 semillas/ha.) y T4 (Variedad Pampa galana en una densidad de 71429 semillas/ha.) con medias de 2,23 m., seguidos por los tratamientos T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media 2,18 m., T5 (Variedad Criolla en una densidad de 48571 semillas/ha.) con una media de 2,07 m., T8 (Variedad Pampa galana en una densidad de 48571 semillas/ha.) con una media de 2,05 m., mientras que los tratamientos T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 2,03 y T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 2,02 m. fueron los que presentaron las alturas más bajas.

**Cuadro N° 26 Variedad/Densidad**

<b>FACTORES</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>Σ</b>	<b>Ȳ</b>
<b>V1</b>	6,73	6,20	12,93	2,16
<b>V2</b>	6,68	6,10	12,78	2,13
<b>V3</b>	6,55	6,05	12,60	2,10
<b>V4</b>	6,70	6,15	12,85	2,14
<b>Σ</b>	26,66	24,50	51,16	
<b>Ȳ</b>	2,22	2,04		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual en el factor variedad, las 4 variedades muestran alturas similares lo mismo pasa en el factor densidad muestran alturas similares.

**Cuadro N° 27 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	0,95				
TRATAMIENTOS	7	0,20	0,03	0,71	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,17	0,09	2,13	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	0,01	0,003	0,08	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	0,19	0,19	4,75	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	0,00	0,00	0,00	3,34	5,56
ERROR	14	0,57	0,041			
C.V.= 9,49%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c < F_{t0,05}$ ) solamente en el factor B (densidad) pero no existe diferencias entre los tratamientos, en los bloques, en el factor A (variedad), ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 9,49% (Ver cuadro N° 29).

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

### 3.6.5. ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 120 DÍAS

**Cuadro N° 28 Datos de la Altura de las Plantas a los 120 días (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	2,99	3,14	3,08	9,21	3,07
T2 (V2D1)	2,93	2,94	3,10	8,97	2,99
T3 (V3D1)	2,06	2,60	2,60	7,26	2,42
T4 (V4D1)	2,87	2,92	3,12	8,91	2,97
T5 (V1D2)	3,26	3,40	2,95	9,61	3,20
T6 (V2D2)	2,85	2,76	3,04	8,65	2,88
T7 (V3D2)	2,14	2,20	2,55	6,89	2,30
T8 (V4D2)	2,83	2,96	2,23	8,02	2,67
$\Sigma$	21,93	22,92	22,67	67,52	2,81

Fuente: Elaboración propia en base a las alturas de las cuatro variedades en dos densidades del amaranto

Las mayores alturas a los 120 días como podemos observar en el cuadro N. °31 fueron obtenidas por los tratamientos T5 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 3,20 m. y T1 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media de 3,07 m., seguidos por los tratamientos T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media de 2,99 m., T4 (Variedad Pampa Galana con una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media de 2,97 m., T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 2,88 m., T8 (Variedad Pampa galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 2,67 m., mientras que los tratamientos T3 (Variedad Pucara en una densidad de 71429 semillas/ha.) con una media de 2,42 m. y el T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 2,30 m. fueron los que menor altura presentaron.

Según la FAO (2002) 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, especialmente el nitrógeno. El nitrógeno promueve el crecimiento vegetativo tanto en el número y tamaño de las hojas como en la altura de la planta.

Torres Y, (2006) reportaron diferencias significativas para altura de planta entre variedades y no significancia para densidades de población, es decir, la densidad no afecto la altura de la planta.

Nieto (1990), indica que es una plata 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 N° 29 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	9,21	9,61	18,82	3,14
V2	8,97	8,65	17,62	2,94
V3	7,26	6,89	14,15	2,36
V4	8,91	8,02	16,93	2,82
$\Sigma$	34,35	33,17	67,52	
$\bar{Y}$	2,86	2,76		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad, las variedades 1 (Criolla) tuvo la mayor altura con 3,14 m. Por otro lado, en el factor densidad, la densidad 1 (densidad de siembra de 71429 semillas/ha) presentó una mayor altura.

**Cuadro N° 30 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	2,97				
TRATAMIENTOS	7	2,16	0,31	5,83	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,07	0,03	0,63	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	1,96	0,65	12,35	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	0,06	0,06	1,10	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	0,14	0,05	0,89	3,34	5,56
ERROR	14	0,74	0,053			
C.V.= 8,18%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c > F_{t,0,05}$ ) entre los tratamientos y en el factor A (variedad) pero no existe diferencias significativas en los bloques, en el factor B (densidad) ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 8,18% (Ver cuadro N° 33).

**Cuadro N°31 Análisis de Duncan para la Variable altura de las plantas a los 120 días (m)**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T7=V3D2	3	2,30		
T3=V3D1	3	2,42		
T8=V4D2	3	2,67	2,67	
T6=V2D2	3		2,88	2,88
T4=V4D1	3		2,97	2,97
T2=V2D1	3		2,99	2,99
T1=V1D1	3		3,07	3,07
T5=V1D2	3			3,20
Sig.		,068	,067	,134

Fuente: Prueba de Duncan utilizando un programa estadístico (IBM SPSS) para la variable altura de las plantas a los 120 días.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable altura de las plantas a los 120 días, se determinó que existen diferencias significativas entre las medias, en el subconjunto 1 se encuentran los tratamientos (T7= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T3= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), en el subconjunto 2 la prueba ha agrupado a los tratamientos (T8= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T4= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2=Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha,

no existe diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), mientras que en el subconjunto 3 se encuentra los tratamientos (T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T4= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha y T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha)

### 3.7. ALTURA DE LA PANOJA

**Cuadro N° 32 Datos para la Variable Altura de la Panoja (m)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	1,18	1,21	1,10	3,49	1,16
T2 (V2D1)	1,18	1,06	1,14	3,38	1,13
T3 (V3D1)	0,94	0,93	0,85	2,72	0,91
T4 (V4D1)	1,25	1,06	1,20	3,51	1,17
T5 (V1D2)	0,95	1,10	1,08	3,13	1,04
T6 (V2D2)	0,99	1,20	1,20	3,39	1,13
T7 (V3D2)	0,95	0,94	0,86	2,75	0,92
T8 (V4D2)	0,93	1,10	1,01	3,04	1,01
$\Sigma$	8,37	8,60	8,44	25,41	1,06

Fuente: Elaboración propia en base a las alturas de panojas de las cuatro variedades en dos densidades de siembra en amaranto

Las mayores alturas de la panoja como podemos observar en el cuadro N. °35 fueron obtenidas por los tratamientos T4 (Variedad Pampa galana con una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media de 1,17 m. y el T1 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) con una media de 1,16 m., seguidos por los tratamientos T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha.) y T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con medias de 1,13 m., el T5 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 1,04 m., el T8 (Variedad Pampa galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 1,01 m., mientras que los tratamientos T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha.) con una media de 0,92 m. y T3 (Variedad Pucara en una densidad

de 71429 semillas/ha.) con una media de 0,91 m., fueron los que menor altura presentaron.

**Cuadro N° 33 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	3,49	3,13	6,62	1,10
V2	3,38	3,39	6,77	1,13
V3	2,72	2,75	5,47	0,91
V4	3,51	3,04	6,55	1,09
$\Sigma$	13,10	12,31	25,41	
$\bar{Y}$	1,09	1,03		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad, la variedad 2 (Cotahuazu) tuvo la mayor altura con 1,13 m. Por otro lado, en el factor densidad, la densidad 1 (densidad de siembra de 71429 semillas/ha) presentó una mayor altura con 1,09 m.

**Cuadro N° 34 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	0,34				
TRATAMIENTOS	7	0,24	0,03	4,88	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,003	0,002	0,25	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	0,18	0,06	8,55	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	0,03	0,03	3,76	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	0,03	0,01	1,57	3,34	5,56
ERROR	14	0,10	0,007			
C.V.= 7,85%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c > F_{t0,05}$ ) entre los tratamientos y en el factor A (variedad) pero no existe diferencias significativas en los bloques, en el factor B (densidad) ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 7,85% (Ver cuadro N° 37).

**Cuadro N° 35 Análisis de Duncan para la Variable altura de la Panoja (m)**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T3=V3D1	3	0,91		
T7=V3D2	3	0,92		
T8=V4D2	3	1,01	1,01	
T5=V1D2	3	1,04	1,04	1,04
T2=V2D1	3		1,13	1,13
T6=V2D2	3		1,13	1,13
T1=V1D1	3		1,16	1,16
T4=V4D1	3			1,17
Sig.		,068	,051	,094

Fuente: Prueba de Duncan utilizando un programa estadístico (IBM SPSS) para la variable altura de la panoja.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable altura de la panoja, se determinó que existen diferencias significativas entre las medias, en el subconjunto 1 se encuentran los tratamientos (T3= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T7= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T8= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), en el subconjunto 2 la prueba ha agrupado a los tratamientos (T8= Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, no existen diferencias significativas entre ellos pero si con los otros subconjuntos) y por último en el subconjunto 3 se encuentran los tratamientos (T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T4= Variedad Pampa Galana en una

densidad de siembra de 71429 semillas/ha, no existe diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos).

### 3.8. PESO DE 1000 SEMILLAS

**Cuadro N° 36 Datos para la Variable Peso de 1000 Semillas (kg)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	0,83	0,85	0,81	2,49	0,83
T2 (V2D1)	0,81	0,84	0,84	2,49	0,83
T3 (V3D1)	0,90	0,94	0,89	2,73	0,91
T4 (V4D1)	0,68	0,70	0,75	2,13	0,71
T5 (V1D2)	0,85	0,82	0,85	2,52	0,84
T6 (V2D2)	0,85	0,80	0,87	2,52	0,84
T7 (V3D2)	0,94	0,93	0,95	2,82	0,94
T8 (V4D2)	0,72	0,74	0,70	2,16	0,72
$\Sigma$	6,58	6,62	6,66	19,86	0,83

Fuente: Elaboración propia en base al peso de 1000 semillas de las cuatro variedades en dos densidades de siembra en amaranto

Los mayores pesos como podemos observar en el cuadro N. °39 fueron obtenidos por los tratamientos T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 0,94 kg y el T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 0,91 kg, seguidos por los tratamientos T5 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha), T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con medias de 0,84 kg y los tratamientos T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha), T1 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con medias de 0,83 kg, mientras que los tratamientos T8 (Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 0,72 kg y el tratamiento T4 (Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 0,71 kg fueron los que presentaron menor peso.

**Cuadro N° 37 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	2,49	2,52	5,01	0,84
V2	2,49	2,52	5,01	0,84
V3	2,73	2,82	5,55	0,93
V4	2,13	2,16	4,29	0,72
$\Sigma$	9,84	10,02	19,86	
$\bar{Y}$	0,82	0,84		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad, la variedad 3 (Pucara) tuvo el mayor peso con 0,93 kg. Por otro lado, en el factor densidad, la densidad 2 (densidad de siembra de 48571 semillas/ha) presentó un mayor peso con 0,84 kg.

**Cuadro N°38 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	0,15				
TRATAMIENTOS	7	0,14	0,02	29,45	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,0004	0,0002	0,30	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	0,13	0,04	67,79	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	0,001	0,001	2,05	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	0,0004	0,0001	0,23	3,34	5,56
ERROR	14	0,01	0,001			
C.V.= 3,10%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c > F_{t0,05}$ ) entre los tratamientos, en el factor A (variedad) pero no existe diferencias significativas en los bloques, en el factor B (densidad) ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 3,10% (Ver cuadro N° 41).

**Cuadro N° 39 Análisis de Duncan para la Variable Peso de 1000 Semillas (kg)**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T4=V4D1	3	0,71		
T8=V4D2	3	0,72		
T2=V2D1	3		0,83	
T1=V1D1	3		0,83	
T5=V1D2	3		0,84	
T6=V2D2	3		0,84	
T3=V3D1	3			0,91
T7=V3D2	3			0,94
Sig.		,624	,652	,153

Fuente: Prueba de Duncan utilizando un programa estadístico (IBM SPSS) para la variable peso de 1000 semillas.

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable peso de 1000 semillas, se determinó que existen diferencias significativas entre las medias, en el subconjunto 1 se encuentran los tratamientos (T4=Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8=Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no existen diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), en el subconjunto 2 la prueba ha agrupado a los tratamientos (T2= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T5= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha y T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no existen diferencias significativas entre ellos pero si con los otros subconjuntos) y por último en el subconjunto 3 se encuentran los tratamientos (T3= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha y T7= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no existe diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos).

### 3.9. RENDIMIENTO

**Cuadro N° 40 Datos para la Variable Rendimiento (Tn/Ha)**

TRATAMIENTOS	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	$\Sigma$	$\bar{Y}$
T1 (V1D1)	3,25	3,50	2,85	9,60	3,20
T2 (V2D1)	2,96	2,70	3,01	8,67	2,89
T3 (V3D1)	5,30	4,90	4,98	15,18	5,06
T4 (V4D1)	2,86	2,77	2,55	8,18	2,73
T5 (V1D2)	3,55	3,90	3,80	11,25	3,75
T6 (V2D2)	3,10	3,02	2,80	8,92	2,97
T7 (V3D2)	5,18	5,55	5,05	15,78	5,26
T8 (V4D2)	2,85	3,01	2,96	8,82	2,94
$\Sigma$	29,05	29,35	28,00	86,40	3,60

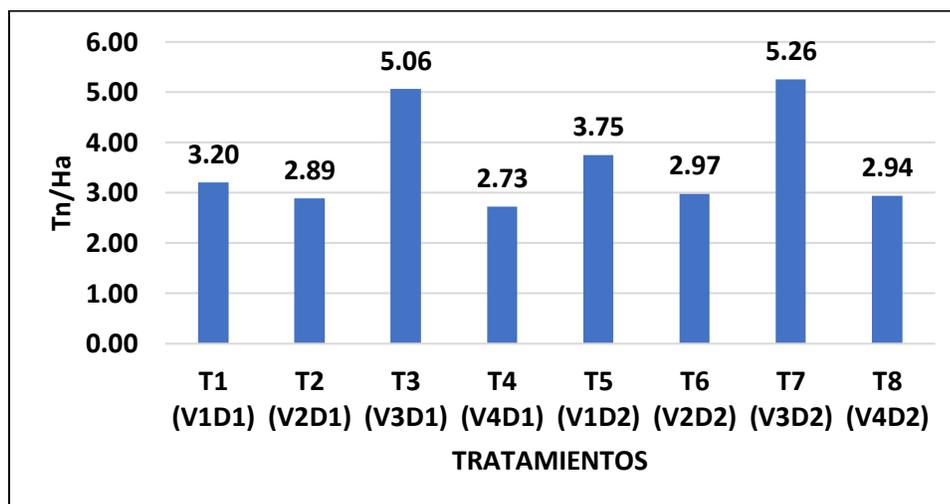
Fuente: Elaboración propia en base al rendimiento de las cuatro variedades en dos densidades de siembra en amaranto

Los rendimientos más altos como podemos observar en el cuadro N. °34 fueron obtenidos por los tratamientos T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 5,26 Tn/Ha y el T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 5,06 Tn/Ha., seguidos por los tratamientos T5 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 3,75 Tn/Ha., T1 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 3,20 Tn/Ha., T6 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 2,97 Tn/Ha., T8 (Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) con una media de 2,94 Tn/Ha y por ultimo los tratamientos T2 (Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 2,89 Tn/Ha., y T4 (Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) con una media de 2,73 Tn/Ha., presentaron el menor rendimiento.

Van de Vooren et al. (1986) explican que, a partir de un determinado nivel de densidad de siembra, la producción por planta disminuye y la producción por unidad de superficie crece; un nuevo incremento de densidad permite alcanzar la cosecha máxima, mientras que excesivas densidades hacen bajar la cosecha. Además, Willey y

Heath (1969), señalan que a medida que aumenta la población disminuye la producción media por planta, debido a un incremento de la competencia por los recursos necesarios para el crecimiento.

**Gráfica N° 1 Promedio por Tratamiento del Rendimiento (Tn/Ha)**



Fuente: Elaboración propia en base a los valores determinados del rendimiento.

Apreciado el gráfico se puede observar un mayor rendimiento en el tratamiento T7 variedad 3 densidad 48578 semillas/ha, con un promedio de 5,26 Tn/ha a diferencia de los demás tratamientos que obtuvieron un promedio inferior a los 3,75 Tn/ha.

En una investigación realizada con variedades gitanas y Nutrisol Zapata Olvera (2006), reporto rendimientos de 2 Tn/ha en la variedad gitana y en la variedad Nutrisol, se obtuvo 2,5 Tn/ha datos muy similares a los obtenidos, en esta investigación. Sin embargo se debe tener en cuenta, la diferencia entre resultados experimentales en campo obtenidos por los autores. 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 a nivel de agricultor serán más bajos (Monteros et al, 1994), recuperado por (Arce H. 2015).

**Cuadro N° 41 Variedad/Densidad**

FACTORES	D1	D2	$\Sigma$	$\bar{Y}$
V1	9,60	11,25	20,85	3,48
V2	8,67	8,92	17,59	2,93
V3	15,18	15,78	30,96	5,16
V4	8,18	8,82	17,00	2,83
$\Sigma$	41,63	44,77	86,40	
$\bar{Y}$	3,47	3,73		

Fuente: Elaboración propia

Desde un análisis individual los promedios del factor variedad, la variedad 3 (Pucara) tuvo el rendimiento más alto con 5,16 Tn/Ha. Por otro lado, en el factor densidad, la densidad 2 (densidad de siembra de 48571 semillas/ha) presentó el rendimiento más alto con 3,73 Tn/Ha.

Con relación a la densidades necesario tomar en cuenta este factor debido a que es uno de los factores determinantes a la hora de obtener mayores rendimientos. Desde el punto de vista agronómico según Acosta (19879 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 recuperado por Arce H (2015).

**Cuadro N° 42 Análisis de Varianza (ANOVA)**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F CAL	F TAB	
					0,05	0,01
TOTAL	23	22,17				
TRATAMIENTOS	7	21,49	3,07	78,66	2,76	4,28
BLOQUES	2	0,13	0,06	1,61	3,74	6,51
FACTOR VARIEDAD	3	20,90	6,97	178,48	3,34	5,56
FACTOR DENSIDAD	1	0,41	0,41	10,52	4,60	8,86
INTERACCIÓN V/D	3	0,18	0,061	1,55	3,34	5,56
ERROR	14	0,55	0,039			
C.V.= 5,49%						

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de bloques al azar se determinó que existen diferencias significativas ( $F_c > F_{t_{0,05}}$ ) entre los tratamientos, en el factor A (variedad) y en el factor B (densidad) pero no existe diferencias significativas en los bloques ni en la interacción entre ambos, por otro lado, el coeficiente de variación evidencia un 5,49% (Ver cuadro N. °45).

**Cuadro N°43 Análisis de Duncan para la Variable Rendimiento (Tn/Ha)**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4=V4D1	3	2,73			
T2=V2D1	3	2,89	2,89		
T8=V4D2	3	2,94	2,94		
T6=V2D2	3	2,97	2,97		
T1=V1D1	3		3,20		
T5=V1D2	3			3,75	
T3=V3D1	3				5,06
T7=V3D2	3				5,26
Sig.		,193	,106	1,000	,249

Fuente: Prueba de Duncan utilizando un programa estadístico (IBM SPSS) para la variable rendimiento

Mediante el análisis de la prueba de Duncan (IBM SPSS) para la variable rendimiento, se determinó que existen diferencias significativas entre las medias, en el subconjunto 1 se encuentran los tratamiento (T4=Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T2=Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8=Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha y T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), por otro lado en el subconjunto 2 se encuentran los tratamientos (T2=Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, T8=Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, T6= Variedad Cotahuazu en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha y T1= Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha, los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los demás subconjuntos), mientras que

en el subconjunto 3 se encuentra solamente el tratamiento T5 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha), y por último en el subconjunto 4 se encuentran los tratamientos (T3= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha y T7= Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha, no presentan diferencias significativas entre ellos pero si con los otros)

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

Evaluadas las características de las cuatro variedades en dos densidades de siembra se concluye lo siguiente:

- En relación al porcentaje de emergencia a los 10 días después de la siembra se determinó lo siguiente:
  - ✓ Los tratamientos T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) y T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) presentaron los porcentajes de emergencia más altos con 92% y 91%.
- Habiendo realizado de la altura a los 30-45-60-90-120 días se observó que:
  - ✓ los tratamientos que obtuvieron mayor altura a los 120 días fueron T1 (variedad criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) y T5 (variedad Criolla en una densidad de siembra de 48429 semillas/ha) fueron los que presentaron las mayores alturas con 3,07 y 3,20m
- Determinadas las alturas de la panoja en la cosecha se observó que:
  - ✓ Los tratamientos T4 (Variedad Pampa Galana en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) y el T1 (Variedad Criolla en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) fueron los tratamientos que presentaron las mayores alturas en relación a la panoja con 1,17 y 1,16m de longitud
- Realizado pesaje de 1000 semillas se concluye que:
  - ✓ Los tratamientos T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) y T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) fueron los que presentaron un mayor peso en relación a la semilla con 0,91 y 0,94 kg

Evaluado el rendimiento de las cuatro variedades en dos densidades de siembra se concluye lo siguiente.

- Los tratamientos T7 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 48571 semillas/ha) y T3 (Variedad Pucara en una densidad de siembra de 71429 semillas/ha) fueron los tratamientos con mayores rendimientos con 5,26 y 5,06 Tn/Ha

- De igual manera se concluye que existen diferencias significativas en el comportamiento y en el rendimiento de las cuatro variedades en dos densidades de siembra, por lo cual se acepta la hipótesis nula.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la variedad 3 (Pucara) y la densidad 2 (48571 semillas/Ha) ya que ha demostrado mejores resultados en relación al peso de la semilla y en el rendimiento (Tn/Ha).
- Se recomienda aplicar materia orgánica después de la siembra y fertilizantes químicos en el aporque para lograr un óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Se recomienda utilizar semilla nueva (del ciclo anterior) puesto que el almacenamiento prolongado baja drásticamente el poder germinativo de la misma, para así garantizar la calidad de la cosecha.
- En la cosecha se debe tener en cuenta los signos de madurez fisiológica, si no se lo realiza en el tiempo y clima adecuado la pérdida de caída de granos pueden ser elevados.
- Se debe incentivar a la realización de trabajos de investigación para mejorar la producción del amaranto mediante la prueba de variedades nuevas, abonos orgánicos, densidades de siembra y control de plagas y enfermedades.