

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE  
SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS  
VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus quitensis*) y  
(*Amaranthus hypochondriacus*)”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA  
AGRÓNOMA**

**MÉLIDA LUCÍA BASTIDAS TIBANQUIZA**

**ING. AGR. MG. LUIS JIMÉNEZ E.**

**CEVALLOS - ECUADOR**

**2017**

La suscrita MÉLIDA LUCÍA BASTIDAS TIBANQUIZA, portadora de cédula de identidad número: 1805016274, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*)”, es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

---

**MÉLIDA LUCÍA BASTIDAS TIBANQUIZA**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

---

MÉLIDA LUCÍA BASTIDAS TIBANQUIZA

Fecha:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA  
EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO  
(*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*)”**

REVISADO POR:

---

Ing. Agr. Mg. Luis Jiménez E.  
**TUTOR**

---

Dr. Pedro Pablo Pomboza T.  
**ASESOR DE BIOMETRÍA**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

---

Ing. Hernán Zurita.  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

FECHA:.....

---

Dr. Pedro Pablo Pomboza T.  
**MIEMBRO DE CALIFICACIÓN**

.....

---

Ing. Elizabeth Ibarra L.  
**MIEMBRO DE CALIFICACIÓN**

.....

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por regalarme esta maravillosa vida, por darme fuerzas día tras día para superar los obstáculos y dificultades que se presentan en mi vida. Gracias por las bendiciones recibidas en todo este trayecto universitario gracias a ti e llegado a este momento tan importante de alcanzar mi objetivo.

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica y en ella a sus distinguidos docentes quienes con paciencia y sabiduría impartieron sus conocimientos y experiencias enriquecedoras para mi conocimiento profesional.

A mis Padres, que con su esfuerzo y sacrificio me supieron brindar su apoyo incondicional y depositaron su entera confianza en mí todo este tiempo; pues ellos son mi razón de seguir adelante. Gracias por ser un pilar fundamental y formar parte de mi vida.

A mis hermanos, abuelitos, tíos, primos, por estar siempre apoyándome moralmente en este camino universitario, infinitas gracias.

Mi más sincero agradecimiento al Ing. Agr. Luis Jiménez, quien con su guía y asesoramiento ha hecho posible a que este trabajo de investigación haya culminado exitosamente.

Para todos ellos muchas gracias y que Dios los Bendiga.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios por darme fuerzas, para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se presentaban en mi vida, enseñándome a enfrentar a las adversidades sin perder nunca la fe.

Para mis padres Luis e Isabel por quienes soy lo que soy. Por el apoyo, consejos, comprensión, amor, y sacrificio, me supieron educar como persona, con valores y principios claves para alcanzar mis objetivos.

A mis hermanos Franklin, Gissela, Deysi, Grace, Wendy y mi pequeña consentida Génesis por sus tiernas palabras de aliento y a toda mi familia; pues ustedes son y la razón de seguir adelante, gracias a su apoyo.

Dios le Bendiga Siempre.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I .....	01
INTRODUCCIÓN .....	01
CAPÍTULO II .....	03
REVISIÓN DE LITERATURA .....	03
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	03
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	04
2.2.1. El amaranto .....	04
2.2.1.1. Clasificación botánica .....	04
2.2.1.2. Descripción morfológica .....	05
2.2.1.3. Variedades .....	05
2.2.1.4. Fenología y desarrollo del cultivo .....	06
2.2.1.5. Fase reproductiva .....	06
2.2.1.6. Madurez fisiológica .....	07
2.2.1.7. Madurez de cosecha .....	07
2.2.1.8. Composición química .....	07
2.2.1.9. Valor nutritivo .....	08
2.2.2. Sistemas de siembra .....	08
2.2.2.1. Al voleo .....	09
2.2.2.2. Siembra en líneas “a choro continuo” .....	09
2.2.2.3. Siembra a golpes o de precisión .....	10
2.2.3. Trasplante .....	10
2.2.4. Turba de musgo (Peat moss) .....	10
2.2.5. Rendimiento .....	10
2.2.6. Características de las variedades utilizadas en el ensayo .....	11
2.2.6.1. Amaranto blanco - real ( <i>Amaranthus hypocondriacus</i> L) .....	11
2.2.6.1. Amaranto morado – Sangoracha ( <i>Amaranthus quitensis</i> L) .....	12
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	14
3.1. HIPÓTESIS .....	14
3.2. OBJETIVOS .....	14
3.2.1. Objetivo general .....	14
3.2.2. Objetivos específicos .....	14
CAPÍTULO IV .....	15

	Pág.
MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO .....	15
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....	15
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....	16
4.4. FACTORES EN ESTUDIO .....	17
4.5. TRATAMIENTOS .....	17
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	18
4.7. VARIABLES RESPUESTAS .....	20
4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
CAPÍTULO V .....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN .....	26
5.1.1. Altura de planta a los 120, 150 y 180 días .....	26
5.1.2. Diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días .....	31
5.1.3. Número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días .....	36
5.1.4. Días a la cosecha .....	41
5.1.5. Rendimiento .....	44
5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	47
5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	50
CAPÍTULO VI .....	51
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....	51
6.1. CONCLUSIONES .....	51
6.2. RECOMENDACIONES .....	52
6.3. BIBLIOGRAFÍA .....	52
6.4. ANEXOS .....	56
CAPÍTULO VII .....	62
PROPUESTA .....	62
7.1. DATOS INFORMATIVOS .....	62
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	62
7.3. JUSTIFICACIÓN .....	62
7.4. OBJETIVO .....	63
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	63



	Pág.
7.6. FUNDAMENTACIÓN .....	63
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO .....	64
7.8. ADMINISTRACIÓN .....	66
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Composición química del grano de amaranto .....	08
Tabla 2.	Tratamientos .....	17
Tabla 3.	Análisis de variancia para altura de planta a los 120, 150 y 180 días.....	27
Tabla 4.	Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable altura de planta a los 120, 150 y 180 días .....	27
Tabla 5.	Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable altura de planta a los 120, 150 y 180 días.....	29
Tabla 6.	Prueba de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra por variedades en la variable altura de planta a los 120 días	30
Tabla 7.	Análisis de variancia para diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días .....	32
Tabla 8.	Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días .....	33
Tabla 9.	Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días .....	34
Tabla 10.	Análisis de variancia para número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días .....	37
Tabla 11.	Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días .....	38
Tabla 12.	Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días .....	39
Tabla 13.	Prueba de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra por variedades en la variable número de panojas por planta a los 120 días .....	40
Tabla 14.	Análisis de variancia para la variable días a la cosecha .....	42
Tabla 15.	Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable días a la cosecha .....	43
Tabla 16.	Análisis de variancia para la variable rendimiento .....	44
Tabla 17.	Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable rendimiento .....	45

	Pág.
Tabla 18. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable rendimiento .....	45
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra por variedades en la variable rendimiento .....	46
Tabla 20. Costos de inversión del ensayo (dólares) .....	48
Tabla 21. Costos de inversión del ensayo por tratamiento .....	49
Tabla 22. Ingresos totales del ensayo por tratamiento .....	49
Tabla 23. Cálculo de la relación beneficio costo de los tratamientos con tasa de interés al 11% .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema del ensayo en el campo .....	19
Figura 2. Curva de crecimiento para altura de planta, con respecto a sistemas de siembra .....	28
Figura 3. Curva de crecimiento para altura de planta, con respecto a variedades .....	29
Figura 4. Curva de crecimiento para diámetro de tallo, con respecto a sistemas de siembra .....	34
Figura 5. Curva de crecimiento para diámetro de tallo, con respecto a variedades .....	35
Figura 6. Curva de crecimiento para número de panojas por planta, con respecto a sistemas de siembra .....	38
Figura 7. Curva de crecimiento para número de panojas por planta, con respecto a variedades .....	40

## RESUMEN

En el Ecuador el cultivo de amaranto se ha convertido en un renglón económico importante por su calidad nutritiva. Con respecto al cultivo, existe un escaso conocimiento sobre las variedades, los diferentes sistemas de siembra y los rendimientos que se puedan alcanzar. El objetivo de este trabajo fue, evaluar tres sistemas de siembra: a chorro continuo (S1), por golpe (S2) y mediante trasplante (S3) en dos variedades de amaranto *Amaranthus quitensis* (V1) y *el Amaranthus hypochondriacus* (V2). La investigación se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato, situada en Cevallos, provincia de Tungurahua, a una altitud de 2 865 msnm. Se estudiaron seis tratamientos con cuatro repeticiones, con un diseño experimental de parcelas divididas. Se realizaron análisis de variancia; pruebas de Tukey al 5%; y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor variedades. El mejor resultado se obtuvo con el T1 (S1V1) con un rendimiento de 1,17 kg/parcela que proyectado a hectáreas fue de 2321.42 kg/ha. Mientras que T6 (S3V2) presentó el menor rendimiento 0,87 kg/parcela. Desde el punto de vista de beneficio costo el T1 también fue el mejor (0,60 USD). Por lo que se recomienda a los agricultores utilizar este sistema de siembra a chorro continuo y utilizar el *Amaranthus quitensis*.

**Palabras claves:** Chorro continuo, semilla por golpe, trasplante, panojas

## SUMMARY

In Ecuador the cultivation of amaranth has become an important economic line because of its nutritional quality. With respect to cultivation, there is little knowledge about the varieties and the different systems of sowing and the yields that can be reached. The objective of this work was to evaluate three systems of sowing (S1), by blow (S2) and by transplant (S3) in two amaranth varieties *Amaranthus quitensis* (V1) and *Amaranthus hypochondriacus* (V2). The research was carried out at the Querochaca Experimental Teaching Farm of the Technical University of Ambato, located in Cevallos, Tungurahua province, at an altitude of 2 865 msnm. Six treatments with four replications were studied, with an experimental design of split plots. Variance analyzes were performed; Tukey tests at 5%; And tests of Significant Minimum Difference at 5% for factor varieties. The best result was obtained with T1 (S1V1) with a yield of 1.17 kg / plot that projected to hectares was 2321.42 kg / ha. While T6 (S3V2) presented the lowest yield 0.87 kg / plot. From the point of view of cost benefit the T1 was also the best (0.60 USD). It is therefore recommended that farmers use this continuous stream planting system and use *Amaranthus quitensis*.

**Key words:** Continuous stream, seed by blow, transplant, panicles



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país se cultivan dos especies el *Amaranthus caudatus* L. (Amaranto) y el *Amaranthus quitensis* (Sangorache). El primero produce un grano blanco y el segundo un grano negro. Típicamente ambas especies son resistentes a heladas, pudiendo cultivarse en alturas entre los 2 000 y 3 000 msnm y con una precipitación promedio de 300 a 600 mm durante el ciclo de cultivo. La cantidad de semilla utilizada es de 8 kg por hectárea a la siembra para un rendimiento de 1800 kg y 900 kg, respectivamente (Horton, 2014).

En la actualidad esta especie tomó gran importancia económica y social a pesar de ser cultivos tan antiguos como la humanidad. Al igual que, el chocho y la quinua, constituyen importantes alternativas tanto en la agricultura como en la alimentación por su alto contenido nutricional, es un cultivo que garantiza la seguridad alimentaria y su exportación (Peralta, 2012).

Antiguamente se realizaba la siembra de forma manual y actualmente es mecanizada, al igual que otros cultivos de importancia económica, la producción de amaranto es muy notables entre las llamadas "especies promisorias andinas". El sangorache, es conocido desde la colonia por los españoles, siendo actualmente cultivada en comunidades. No son propicias para su cultivo las zonas sometidas a heladas, dado que la planta es termófila (Expreso, 2011).

Esta especie es un cultivo anual y pertenecer a la familia amarantácea y al género *Amaranthus*, tienen varias características en común. 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. Según la historia las 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).



Como alternativas de producción para las organizaciones campesinas debe considerarse la incorporación de valor agregado mejorando la opción de competitividad en el proceso de comercialización. Para poder responder a las demandas de volumen y calidad de estos mercados, los pequeños productores tendrán que organizarse para planificar su producción y lograr contratos de producción con los compradores, especialmente la industria de procesamiento y exportación, hoy en día en nuestro país existen una gama de productos con valor agregado lo que favorece la demanda del cultivo, entre los productos tenemos: harinas, galletas, tintas, cereales, etc. (Saavedra, 2013).

El objetivo de la presente investigación es evaluar el rendimiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*) manejando tres sistemas de siembra.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Según Guamán (2012), en su estudio de evaluación del rendimiento de una variedad y dos líneas de Amaranth en dos sistemas de siembra, manual y mecánico; el mayor rendimiento se registró en la línea ECU – 0113 con el sistema de siembra mecánico con una media de 2456,71 kg./ha. La línea ECU – 0113 alcanzó mayor rendimiento con una media de 2332 kg/ha. La variedad INIAP Alegría se ubicó en segundo lugar con una media de 2143 kg/ha; mientras que la línea ECU-4737 reportó menor rendimiento con una media de 1023 kg/ha, lo cual determina el rendimiento de la variedad y líneas de amaranth; el sistema de siembra mecánico fue más eficiente en cuanto a tiempo de siembra con una ventaja de 12 horas/ha frente al sistema de siembra manual, esto reduce costos de producción.

En la investigación efectuada por Espitia (1991), señala que los principales componentes del rendimiento son: días a floración, número de hojas, diámetro del tallo, altura de planta a madurez fisiológica, tasa del rendimiento económico, e índice de llenado de las semillas; por lo tanto, para efectuar la selección indirecta para rendimiento se debe utilizar dichos parámetros por ser los más adecuados y por ser de fácil medición y prácticos.

La siembra directa es más fácil y rápida que el trasplante. Peralta, E (2012) indica que, para la siembra se utiliza de 6 a 8 kg de semilla por hectárea. Así como también nos da a conocer que existen dos sistemas de siembra: A chorro continuo o por golpes, con una distancia de 20 cm entre planta y 60 cm entre surcos o hilera, esto se realiza manualmente.

Arellano, J (2017), en su experimento determinó que a cantidad de semilla no influyó el rendimiento, pero si las características de panoja estudiadas. El rendimiento promedio fue 1696 kg/ha. El método de siembra en línea o a chorro continuo presentó la mejor altura con 85.70 cm. y 96.92 cm., la mayor longitud de panoja a la madurez fisiológica lo presentó la línea reventón con 24.86 cm.; el mayor

número de plantas por metro cuadrado lo presentó perlita con 87.56 plantas. El mejor rendimiento lo presentó reventón al voleo con un valor de 918.11 Kg/ha -

## **2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1. El amaranto**

El amaranto y sangorache son granos andinos originarios de Sudamérica que se continúan cultivando hasta la actualidad en países como Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y en Ecuador en zonas templadas y valles interandinos desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. El género *Amaranthus* tiene 70 especies, 55 de origen americano y las 15 de origen en Europa (Herrera, 2012).

En el Ecuador, no quedan evidencias relacionadas con la siembra del amaranto, pues su cultivo refugiado en las pequeñas parcelas de indígenas y campesinos, se ha conservado como una especie para uso medicinal y no como parte de los cultivos destinados para la alimentación. Dada la importancia de esta especie como alimento y para otros usos, su cultivo puede implementarse en el contexto de la diversidad de otros cultivos andinos que se manejan en las comunidades asentadas a lo largo del callejón interandino (Valdivieso y Suquilanda, s.f.).

El amaranto conocido también como kiwicha, quinua de castilla, data de más de siete mil años en el continente americano. Históricamente el origen o domesticación del amaranto se ha ubicado en centro y Norte América (Guatemala y México) y Sudamérica (Ecuador, Perú y Bolivia), (Guamán, 2012).

#### **2.2.1.1. Clasificación botánica**

Según Heredia (2015), la clasificación taxonómica del amaranto es la siguiente:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Tipo:	Spermatofhyta (espermatofita)
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Archyclamideae
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Amaranthus Especie: <i>A. caudatus</i>
Nombre científico:	<i>Amaranthus caudatus</i>
Nombres comunes:	Ataco, sangorache, quinua de castilla

#### **2.2.1.2. Descripción morfológica**

Según Agropecuarias I. N. (2009) el ataco posee raíz: pivotante profunda y muchas raíces laterales. Tallo: cilíndrico con ángulos y estrías gruesas y longitudinales de color morado o purpura que puede alcanzar hasta 2 m de altura. Hojas: simples, alternas, opuestas, pecioladas de hasta 15 cm de largo y 10 cm de ancho, ovaladas, verdes cuando jóvenes, y rojas, moradas o purpuras a la madurez. Inflorescencia o Panoja: es muy vistosa, erecta o decumbente, de color morado o purpura intenso. Flores: Son unisexuales, las masculinas tienen 5 estambres de color amarillo. Semilla: Es de forma redonda, pequeña, color negro, menos dura al moler y revienta fácilmente a altas temperaturas.

#### **2.2.1.3. Variedades**

En la región podemos encontrar variedades criollas que se identifican principalmente por el color de las espigas: rosita, roja y blanca. Actualmente los productores no seleccionan la semilla, aunque es importante para obtener mejores cosechas (Valdivieso y Suquilanda, s.f.).

En cambio según Carlos Nieto citado por Villamil (2008), afirma que se han descrito 20 especies del género de *Amaranthus*, de las cuales las más conocidas como productoras de grano son: *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondracus*

Las más conocidas que se utilizan como hortalizas son: *Amaranthus blitum*, *Amaranthus tricolor*, *Amaranthus dubius*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus quitensis*

En nuestro país las más conocidas son el *Amaranthus blitum* y el *Amaranthus cudatus*.

#### **2.2.1.4. Fenología y desarrollo del cultivo**

Mujica (1997) citado por Guamán (2012), señala que los estados fenológicos del cultivo son los siguientes: emergencia: (VE). Es la fase en la cual las plantas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos. Todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm de largo. Este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas.

Fase vegetativa: (V1...Vn). Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidos por lo menos 2 cm de largo. El primer nudo corresponde al estado V1 el segundo es V2 y así sucesivamente. A medida que las hojas basales senescen la cicatriz dejada en el tallo principal se utiliza para considerar el nudo que corresponda. La planta comienza a ramificarse en estado V4.

#### **2.2.1.5. Fase reproductiva**

Inicio de panoja: (R1). El ápice de la inflorescencia es visible en el extremo del tallo. Este estado se observa entre 50 y 70 días después de siembra.

Panoja: (R2). La panoja tiene al menos 2 cm de largo.

Antesis: (R4). Al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible. Las flores hermafroditas, son las primeras en abrir y generalmente la antesis comienza desde el punto medio del eje central de la panoja hacia las ramificaciones laterales de esta misma. En esta etapa existe alta sensibilidad a las heladas y al estrés hídrico.

Llenado de granos: (R5). La antesis se ha completado en al menos el 95% del eje central de la panoja. Esta etapa puede ser dividida en:

Grano lechoso: las semillas al ser presionadas entre los dedos, dejan salir un líquido lechoso.

Grano pastoso: las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino.

#### **2.2.1.6. Madurez fisiológica**

Un criterio para determinar madurez fisiológica aún no ha sido establecido; pero el cambio de color de la panoja es el indicador más utilizado. En panojas verdes, éstas cambian de color verde a un color oro y en panojas rojas cambian de color rojo a café-rojizo. Además las semillas son duras. En este estado al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen.

#### **2.2.1.7. Madurez de cosecha**

Las hojas senescen y caen, la planta tiene un aspecto seco de color café.

#### **2.2.1.8. Composición química**

La composición química del grano de amaranto es:

**Tabla 1. Composición química del grano de amaranto**

	<i>A. cruentus</i>	<i>A. caudatus</i>	<i>A. hypochondriacus</i>
Humedad	9,7 %	10,7 %	10,8 %
Proteínas	17,0 %	14,9 %	15,5 %
Extracto etéreo	8,1 %	9,1 %	5,4 %
Ceniza	3,5 %	2,9 %	3,6 %
Fibra	3,4 %	2,8 %	2,6 %
Carbohidratos	67,4 %	70,3 %	62,1 %
Calorías/100 g	405 %	414 %	3,59 %

Fuente: Bressani (sf)

### **2.2.1.9. Valor nutritivo**

El valor nutritivo de amaranto es parecido al de la quinua, con un alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales esenciales. Sin embargo, el amaranto no tiene la misma resistencia al frío, por lo que se lo siembra en los valles interandinos. El amaranto tiene la ventaja frente la quinua de no contener saponinas, por lo que no requiere del proceso de desaponificación y no representa un riesgo para el consumo ni para el medio ambiente (Sherwood, 2002).

### **2.2.2. Sistemas de siembra**

La siembra puede ser directa o mediante trasplante que no es muy común, requiere de suelo mullido, se siembra en surcos separados 60 o 70 cm, dentro del surco se puede sembrar a chorro continuo o en golpes separados a 20 cm, se puede colocar entre 10 y 20 semillas por golpe y luego tapar con 1 a 2 cm de suelo suelto. También se puede sembrar con máquinas para hortalizas o pastos para lo que se requiere entre 2 a 6 kg/ha

y cuando es manual 10 kg/ha. Se recomienda dejar entre 20 y 30 plantas/m<sup>2</sup> cuando es para grano y de 80 a 100 plantas/m<sup>2</sup> cuando es para verdura (Agropecuarias, 1989).

Los sistemas de siembra más comunes en la sierra ecuatoriana: son en surcos, a chorro continuo, dentro del cultivo principal o como bordes de los mismos, en golpes ordenados o desordenados y al voleo. Las distancias son muy variables (de 0,60 a 0,80 m) entre surcos, además la densidad de siembra que utilizan los agricultores es en promedio de 45,2 kg/ha, lo cual permite asegurar la cosecha y compensar pérdidas causadas por factores ambientales o animales, principalmente ataque de pájaros (Caicedo, 1991, citado por Guamàn, 2012).

La India es el país de mayor producción de amaranto, las distancias de siembra entre surcos varían entre 0,75 y 0,8 metros y la población de plantas utilizadas es variable, entre las 50 y 60 mil plantas por hectárea. En los Estados Unidos, Guatemala, Costa Rica, Ecuador, Argentina, Perú utilizan la distancia entre surcos de 0,75 metros entre plantas 0,5 a 0,20 m, logran rendimientos altos (Mayalica, 2009).

La siembra del amaranto, se puede realizar bajo los siguientes sistemas de siembra:

#### **2.2.2.1. Al voleo**

Se realiza a mano o a máquina distribuyendo las semillas sobre el terreno labrado y tapándolas a continuación, con un pase de grada o de cultivador.

#### **2.2.2.2. Siembra en líneas “a choro continuo”**

Se realiza abriendo surcos en el suelo y depositando las semillas a lo largo de él puede hacerse manualmente (parcelas pequeñas), pero lo más frecuente es que realice una máquina.



### **2.2.2.3. Siembra a golpes o de precisión**

Puede realizarse manualmente, haciendo un corte en la suelo con la azada y depositando en él una o varias similares .por lo penosa y costosa que resulta la operación manual, queda restringida a la siembra de superficies pequeñas en cultivo hortícola, invernaderos, semilleros, viveros, etc.

### **2.2.3. Trasplante**

Se depositan las simientes en semilleros para obtener primeramente unas plántulas que serán más tarde trasplantadas el terreno definitivo (Terrón, 2002).

### **2.2.4. Turba de musgo (Peat moss)**

Es la forma de materia orgánica más popular para la preparación de sustratos para almácigos, satisface más el criterio para la selección de ingredientes de sustratos que cualquier otra forma de materia orgánica disponible para la industria en invernadero. Está disponible, es baja en sales solubles, fácil de mezclar con otros componentes cuando está húmeda, uniforme en calidad dentro de una marca, y de larga duración en un sustrato. El drenaje y la aireación son muy mejorados, no agrega cantidades apreciables de nutrientes, ni su uso reduce el aporte de nutrientes hacia la planta, la acidez de esta turba varía con su origen, pero en general es bastante ácida, el pH se ajusta fácilmente con encalado. El aspecto más importante es que no ocurren cambios químicos o biológicos en el medio de cultivo, tiene la mayor capacidad de retención de humedad que cualquier otro tipo de materia orgánica y mantiene esta propiedad cuando se remoja después de secada al aire (Organismo Internacional de Sanidad Agropecuaria, 2002) citado por (Villaruel, 2016).

### **2.2.5. Rendimiento**

Con relación a la productividad por hectáreas en nuestro país según un estudio de 1986, la productividad promedio era de la siguiente manera: con el sistema de trasplante se

obtiene de 1000 a 2000 kg/ha y de 1800 a 2000 kg/ha bajo condiciones de temporal. En condiciones de riego la producción de grano es de 1000 a 4000 kg/ha (González, 2013).

En ambientes favorables produce de 500 a 1500 kg/ha (11 a 33 quintales por hectárea). Rendimiento promedio: Grano seco: 1000 kg/ha (22 qq por hectárea) (INIAP, 2013).

### **2.2.6. Características de las variedades utilizadas en el ensayo**

#### **2.2.6.1. Amaranto blanco - real (*Amaranthus hypocondriacus* L)**

El amaranto blanco es un cultivo que fue un alimento básico en el México prehispánico; alrededor de 20 mil toneladas llegaban anualmente como tributo a Tenochtitlan, capital del Imperio Mexica. Su papel en la dieta fue tan importante como el maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). En México tradicionalmente se cultiva desde 2 500 a 3 300 msnm; sin embargo, se han observado excelentes resultados al nivel del mar y en áreas tropicales. Es susceptible a las bajas temperaturas (8°C) al exceso de humedad, pero en cambio es muy resistente al déficit hídrico y al calor. En condiciones adecuadas de suelos (neutros o básicos), humedad y temperatura, produce hasta 5 000 kg/ha; aunque en promedio se obtienen rendimientos de 1 000 a 2 500 kg/ha (Mujica y Berti, 1997, citados por Villarroel, 2016).

La superficie cultivada varía de 600 a 3 000 ha; los principales estados productores son Morelos (Huazulco, Amilcingo, Jantetelco y Amayuca) y Puebla (Huaquechula, San Juan Amecac, Tochimilco, Tochimizolco, Santiago Tecla y Tulcingo); con rendimientos de 1 800 a 2 000 kg/ha, bajo condiciones de temporal y de 1 000 a 4 000 kg ha en riego dependiendo de las variedades utilizadas (Mujica y Berti, 1997, citados por Villarroel, 2016).

Debido a su alto valor nutritivo, nutracéutico y potencial agronómico, se cree que el amaranto puede convertirse en un cultivo importante; para incrementar la superficie sembrada se deberá desarrollar tecnología para la producción bajo distintos sistemas de siembra, que van desde los convencionales hasta los sistemas modernos que implican la mecanización de algunas labores, como la cosecha. Las variedades,

fertilización y densidad de plantas son componentes importantes en el paquete tecnológico para maximizar la producción (Nieto, 1990, citado por Villarroel, 2016).

#### **2.2.6.1. Amaranto morado – Sangoracha (*Amaranthus quitensis* L)**

A partir del año 1982, se inició la recolección del germoplasma de ataco o sangorache (el nombre común varía de un pueblo a otro), en un recorrido de aproximadamente mil kilómetros a lo largo del callejón interandino. Todo el material genético encontrado fue de grano negro y las características agronómicas y morfológicas llevaron a la conclusión de que se trataba de *Amaranthus quitensis* H.B.K. / *Amaranthus hybridus* L. La colección ecuatoriana de ataco o sangorache en 1985 estaba compuesta de 114 accesiones de grano negro y un duplicado del mismo fue llevado a la Universidad San Antonio Abad del Cusco, Perú por intercambio. Posteriormente este germoplasma fue evaluado, caracterizado morfológica y agronómicamente, documentado y conservado en cámara fría a -15°C (Nieto, 1990, citado por Villarroel, 2016).

Se priorizó el mejoramiento por selección de las variedades de grano blanco. La investigación en amaranto vuelve a retomarse en el INIAP, a partir del año 2001, en el Programa de Leguminosas y Granos Andinos, refrescando las colecciones. En el año 2002, el grano negro de ataco o sangorache empieza a cobrar importancia por la posibilidad de ser producido con enfoque orgánico y exportado a Europa (gourmet) y los Estados Unidos. En el ciclo agrícola 2002-2003, se seleccionó del banco de germoplasma 68 entradas de grano negro en su mayoría originarias de Ecuador (por disponibilidad de 29 semillas). En los años siguientes se evaluaron 20 líneas de grano negro a 2 720 m.s.n.m., en la parte baja de la Estación Experimental Santa Catalina, en un ensayo dispuesto en bloques al azar con tres repeticiones, cada parcela en surcos de 5 m de largo, distanciados a 0.8 m, sembrados con una densidad de 8 kg/ha. Se tomaron datos de las siguientes variables: días al panojamiento, días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, diámetro del tallo, longitud de la panoja, diámetro de la panoja, rendimiento por planta y por hectárea. Se realizaron los análisis de la varianza y pruebas de significación estadística para cada una de las variables evaluadas; se seleccionaron 11 líneas que superaron una tonelada (22 qq o 1000 kg) por hectárea. De 2008 a 2013, se selecciona y multiplica semilla de la línea promisoría ECU-17728 por su mayor rango de adaptabilidad y tolerancia a enfermedades. En el

2013 se decide pre lanzar como la primera variedad de ataco o sangorache de grano negro, mejorada por selección. Se caracteriza por presentar la panoja de color rubí, erectas o semi erectas, el color de la hoja va de verde oscuro a rubí a la madurez, promedio de altura de 1,87 m, 58,1 cm de largo de panoja, 8,5 cm de diámetro de panoja. Un gramo contiene 2000 semillas y el rango de rendimiento está entre 800 a 1000 kg/ha en parcelas semicomerciales (Nieto, 1990, citado por Villarroel, 2016).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1. HIPÓTESIS**

Ha = Los sistemas de siembra influyen en el rendimiento de amaranto.

Ho = Los sistemas de siembra no influyen en el rendimiento de amaranto.

#### **3.2. OBJETIVOS**

##### **3.2.1 Objetivo general**

Evaluar el rendimiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*) manejando tres sistemas de siembra.

##### **3.2.2. Objetivos específicos**

Analizar cuál de los tres sistemas de siembra experimentales alcanza el mejor rendimiento del grano.

Efectuar el análisis económico de los tratamientos.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua a una distancia 20 km al sur del cantón Ambato, con una altitud de 2 865 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 0,2'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste (sistema de posicionamiento global, GPS).

#### **4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

##### **4.2.1. Clima**

Según los anuarios meteorológicos de la granja (1994), el clima del lugar presenta las siguientes características; temperatura media anual de 12,6°C, precipitación acumulada de 561,5 mm, humedad relativa de 76%, heliofanía 17 371 horas sol, velocidad del viento de 3,7 m/s con frecuencia Este (INAMHI, 2016).

##### **4.2.2. Características del suelo**

Según el Instituto Geográfico Militar (1985) citado por (Quimbita, 2013), menciona que los suelos de esta zona corresponden al suborden Andeps, los mismos que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica con una textura franco arenoso. Presenta una reacción neutra a ligeramente alcalina, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es alta.

##### **4.2.3. Agua**

El agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca, proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7,8, una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm (Tenesaca, 2015).

#### **4.2.4. Clasificación ecológica**

De acuerdo con la clasificación de las zonas de la vida realizada por Holdridge (1982), el sector donde se asienta la Granja Experimental Docente Querochaca, se encuentra en la clasificación estepa-espinoso Montano Bajo (ee-MB), en transición con el bosque-seco Montano Bajo (bs-MB).

### **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

#### **4.3.1. Material experimental**

Semilla de amaranto de dos variedades (*Amaranthus quitensis* y *Amaranthus hypochondriacus*).

#### **4.3.2. Equipos y herramientas**

Bomba de mochila de 20 litros, molidor manual, sistema de riego por goteo, balanza de precisión, rastrillo, azadón, azadilla, pala de jardín, espeque, regadera, pala de desfonde, tijeras de podar, hoz, bandejas germinadoras.

#### **4.3.3. Agroquímicos**

Vitavax 300 (Carboxín + Captan), Zendo (Clorpirifos), Cipermetrina (Cipermetrina), fertilizante 18-46-0, Azolla, Peat moss.

#### **4.3.4. Materiales de oficina**

Libreta, computadora, impresora, cámara fotográfica, hojas de papel bond, esferográficos, lápiz, borrador, libreta de campo.

#### 4.3.5. Materiales varios

Cubierta plástica, estantería de madera, tamices, flexómetro, letreros de identificación, estacas, balde, tanque de 200 l, GPS, fundas plásticas, piola, calibrador Vernier.

#### 4.4. FACTORES EN ESTUDIO

##### 4.4.1. Sistemas de siembra

A chorro continuo	S1
Semilla por golpe	S2
Transplante	S3

##### 4.4.2. Variedades

<i>Amaranthus quitensis</i>	V1
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	V2

#### 4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron seis como se detalla en la tabla 2.

**TABLA 2. TRATAMIENTOS**

No.	Símbolo	Sistemas de siembra	Variedades
1	S1V1	A chorro continuo	<i>Amaranthus quitensis</i>
2	S1V2	A chorro continuo	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
3	S2V1	Semilla por golpe	<i>Amaranthus quitensis</i>
4	S2V2	Semilla por golpe	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
5	S3V1	Transplante	<i>Amaranthus quitensis</i>
6	S3V2	Transplante	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>



#### **4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, asignando las parcelas principales al factor sistemas de siembra y las subparcelas el factor variedades, con cuatro repeticiones.

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre sistemas de siembra e interacción; y, pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor variedades.

El análisis económico de los tratamientos, se realizó siguiendo la metodología de la relación beneficio/costo (RBC).

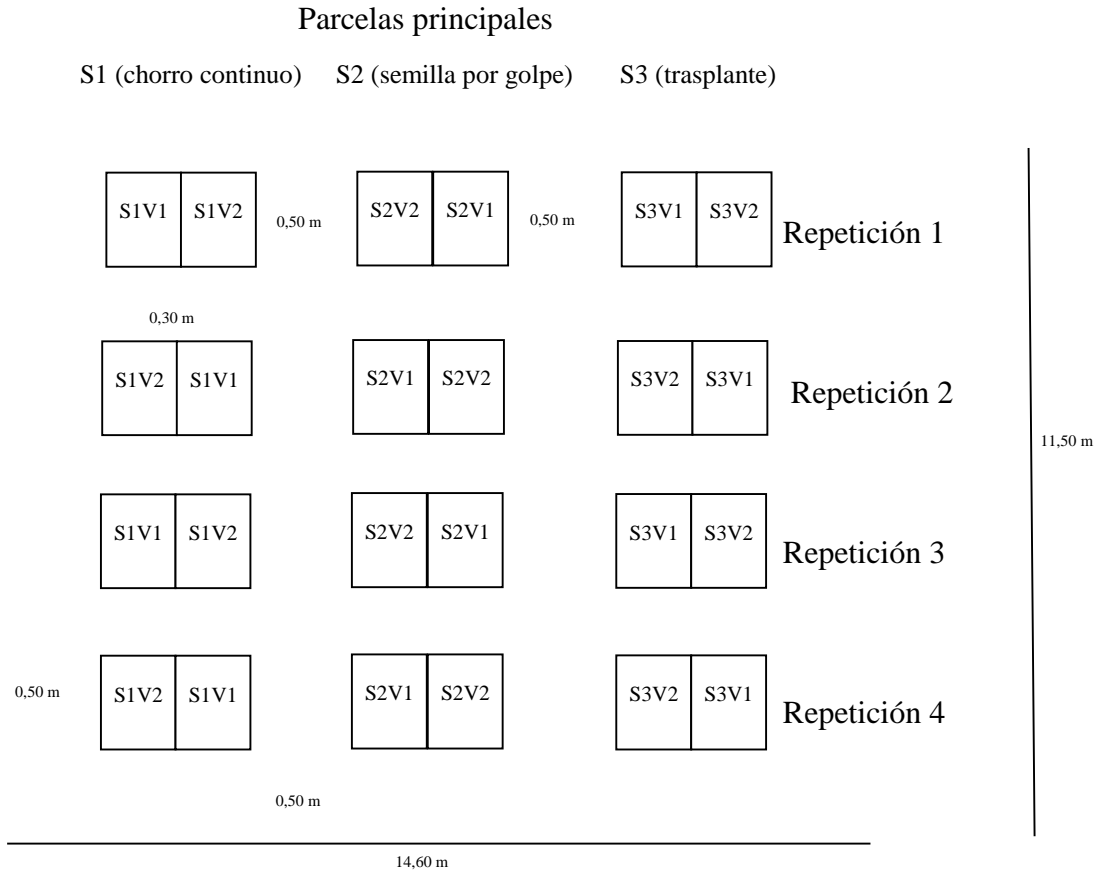
##### **4.6.1. Características del ensayo**

Número de parcelas por tratamiento:	4
Largo de la parcela:	2,40 m
Ancho de la parcela:	2,10 m
Área por parcela:	5,04 m <sup>2</sup>
Número de plantas por parcela:	28
Número de plantas/tratamiento:	112
Distancia entre plantas:	0,30 m
Distancia entre hileras:	0,60 m
Número total de parcelas:	24
Número de plantas/total ensayo:	672
Superficie total del ensayo:	167,9 m <sup>2</sup>
Superficie total de las parcelas:	120,96 m <sup>2</sup>
Superficie de caminos:	46,94 m <sup>2</sup>
Número de plantas a evaluar/parc.:	6

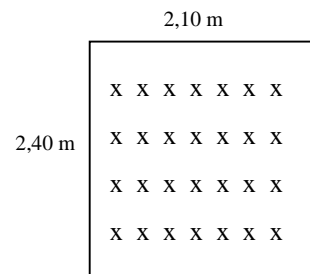
#### 4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo

El esquema de la disposición del ensayo en el campo se presenta en la figura

1.



#### Características de una parcela (subparcelas)



**Figura 1. Esquema del ensayo en el campo**

## **4.7. VARIABLES RESPUESTA**

### **4.7.1. Altura de planta**

De seis plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta, se registró la altura de planta, utilizando una cinta métrica, midiendo desde la base de la planta hasta el ápice de la misma (brote terminal o panoja). Las lecturas se efectuaron a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo.

### **4.7.2. Diámetro de tallo**

De seis plantas tomadas al azar de cada parcela neta, se midió el diámetro de tallo, utilizando un calibrador Vernier, midiendo a 5 cm del nivel del suelo. Las lecturas se efectuaron a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo.

### **4.7.3. Número de panojas por planta**

De seis plantas identificadas al azar de cada parcela neta, se contó el número de panojas presentes en cada planta, efectuando la evaluación a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo.

### **4.7.4. Días a la cosecha**

Se contabilizaron los días desde el inicio del ensayo hasta cuando las diez plantas de la parcela neta estuvieron en dehiscencia.

### **4.7.5. Rendimiento**

La evaluación del rendimiento, consistió en el peso de la semilla del total de plantas cosechadas por parcela (210 días del inicio del ensayo). Los datos se expresaron en kilogramos por parcela.

## **4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.8.1. Semillero**

#### **4.8.1.1. Características de la cubierta plástica**

La cubierta plástica estuvo recubierta con plástico número 4, con postes de hierro galvanizado. Las cortinas estuvieron conformadas de sarán color negro número 4.

#### **4.8.1.2. Preparación del lugar de ensayo**

En el lugar del ensayo se procedió a realizar la limpieza, nivelación del área, para finalmente construir una estructura en madera para colocar las bandejas a 1 metro sobre el nivel del suelo.

#### **4.8.1.3. Características de las bandejas**

Las bandejas utilizadas para el semillero, fueron de polietileno, con las siguientes medidas: 75 cm x 45 cm con una profundidad de 5 cm la misma que cuenta con 210 alveolos.

#### **4.8.1.4. Desinfección de bandejas**

Para la desinfección de las bandejas, se sumergieron las mismas en agua a 85°C, para eliminar la presencia de patógenos que puedan afectar la germinación de las plántulas.

#### **4.8.1.5. Preparación de los sustratos**

El sustrato se conformó de 50% de Azolla + 50% peat moss. Para preparar la azolla fue necesario extraerla de estanques ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, secarla bajo invernadero por 15 días y finalmente moler manualmente. El sustrato de peat moss fue adquirido en un local comercial de la ciudad d Ambato. Una vez preparados los sustratos se desinfectaron con Vitavax 300 (Carboxín + Captan) en

dosis de 2 g/l de agua, más Zendo (Clorpirifos) en dosis de 1 cc/l, para esto se utilizó una bomba de fumigar de 20 litros.

#### **4.8.1.6. Colocación de sustratos en las bandejas**

Los sustratos previamente desinfectados, se colocaron en las bandejas, utilizando una pala de jardín y ubicándoles sobre un estante de madera a 1 m sobre el nivel del suelo.

#### **4.8.1.7. Siembra**

La semilla se adquirió en un local comercial de la ciudad de Ambato. Se colocaron tres semillas por cada alveolo, para garantizar la emergencia de cada plántula. Una vez emergidas, se efectuó un raleo, dejando la planta más vigorosa para luego ser trasplantadas.

#### **4.8.1.8. Control de malezas**

A los 20 días de la siembra, se realizó un control de malezas manualmente.

#### **4.8.1.9. Riego**

Los riegos en el semillero se hicieron manualmente, con regadera, con una frecuencia de cada dos días, manteniendo la capacidad de campo.

### **4.8.2. En el sitio definitivo**

#### **4.8.2.1. Toma de muestra del suelo para análisis**

Se tomaron varias muestras de suelo cubriendo en zigzag la totalidad de lote, para ser enviado al laboratorio de Suelos y Aguas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), para su respectivo análisis. El anexo 1, muestra los resultados.

#### **4.8.2.2. Preparación del suelo**

La preparación del suelo se hizo manualmente roturando el mismo con azadón y nivelando con rastrillo.

#### **4.8.2.3. Trazado de parcelas**

Se trazaron los bloques y las parcelas utilizando flexómetro, piolas y estacas, delimitando de acuerdo al diseño experimental planteado.

#### **4.8.2.4. Rotulación**

Se ubicaron rótulos en cada tratamiento, para facilitar la identificación de los mismos al momento de tomar los datos.

#### **4.8.2.5. Siembra**

Se utilizaron 200 g de semilla de cada variedad. Para tal efecto, se diseñaron pequeños surcos con una azadilla, de acuerdo a las distancias de siembra entre líneas y entre hileras. Para el sistema de siembra a chorro continuo, se depositaron las semillas a lo largo de cada uno de los surcos. Para el sistema de siembra de semillas por golpe, se efectuaron hoyos en el suelo, con la azadilla, en donde se depositaron cinco semillas por hoyo.

#### **4.8.2.6. Trasplante**

El trasplante al lugar definitivo, se realizó 45 días después de la germinación de las plántulas en el semillero, en las dos variedades. Para lo cual, con la utilización de palas de jardín, se realizaron hoyos a las distancias establecidas, ubicando una plántula por hoyo. Seguidamente se dotó de un riego.

#### **4.8.2.7. Raleo**

En los sistemas de siembra directa, quince días después de la emergencia de las plántulas, se procedió a efectuar un raleo, eliminando las plántulas menos desarrolladas y dejando una sola planta por sitio.

#### **4.8.2.8. Control de malezas**

El control de malezas se hizo manualmente, a los 30 días de la siembra. Para tal efecto se utilizó un azadón y un rastrillo.

#### **4.8.2.9. Fertilización de fondo**

El suelo se fertilizó con incorporación de 18-46-0 (5 kg en toda el área del ensayo). al momento de la siembra, al voleo.

#### **4.8.2.10. Controles fitosanitarios**

Se efectuó un control fitosanitario durante el desarrollo del ensayo, aplicando Cipermetrina (Cipermetrina) 10 EC, a los 120 días de transcurrido el ensayo, en dosis de 1 cc/l, para el control de trozadores (*Agrotys* sp), rociando el total del follaje de las plantas con bomba de mochila de 20 litros.

#### **4.8.2.11. Aporque**

El aporque se realizó a los 120 días de la siembra, manualmente, con la ayuda de un azadón, con la finalidad de evitar el acame de las plantas.

#### **4.8.2.12. Riegos**

Se efectuaron riegos por el sistema de goteo, con la frecuencia de cada ocho días, incrementando a cada cuatro días en la etapa de floración del cultivo.

#### **4.8.2.13. Cosecha y trilla**

La cosecha se realizó cuando las panojas cambiaron de coloración rojiza o dorado a marrón. La planta tiene aspecto seco color café. Para tal efecto, se cortaron las panojas utilizó una hoz. La trilla se realizó manualmente, con tamices finos, para separar el material vegetal seco de la panoja, obteniendo la semilla.

### **4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Los datos tomados en el campo, se procesaron utilizando el programa estadístico Infostat (versión libre), con el cual se obtuvo los análisis de variancia y las pruebas de rangos. Para elaborar el cálculo del análisis económico se utilizó el software estadístico Excel 2016.



## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN**

##### **5.1.1. Altura de planta a los 120, 150 y 180 días**

La evaluación estadística del crecimiento en altura de planta a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, de las dos variedades de amaranto, sometidas a la influencia de tres sistemas de siembra, mostró que existieron diferencias estadísticas significativas en éste crecimiento. En el factor sistemas de siembra, se estableció significación a nivel del 1% a los 120 días y a nivel del 5% a los 150 y 180 días. Las variedades de amaranto se diferenciaron substancialmente a nivel del 1% a los 120 días y a nivel del 5% a los 150 y 180 días. La interacción entre sistemas de siembra y variedades fue altamente significativa en la lectura a los 120 días (tabla 3). Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques, siendo la altura de planta promedio general del ensayo de 0,66 m a los 120 días, 1,43 m a los 150 días y 1,58 m a los 180 días, cuyos valores registrados en el campo se encuentran en los anexos 2, 3 y 4. Los coeficientes de variación fueron de 6,30%, 5,62% y 4,69%, para cada lectura, en su orden, valores que confieren una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

Analizando el factor sistema de siembra, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, en el crecimiento en altura de planta a los 120, 150 y 180 días, se establecieron tres rangos de significación a los 120 días y dos rangos de significación a los 150 y 180 días (tabla 4). El mejor crecimiento en altura de planta se consiguió en las plantas que fueron sembradas con el sistema de chorro continuo (S1), al ubicarse en el primer rango los promedios de 0,92 m a los 120 días, 1,62 m a los 150 días y 1,74 m a los 180 días. Les siguen las plantas que fueron sembradas con el sistema de semilla por golpe (S2), que se ubicaron el segundo rango y compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 0,58 m a los 120 días, 1,39 m a los 150 días y 1,57 m a los 180 días. El menor crecimiento en altura de planta, por su parte, reportaron las plantas que se

utilizó el sistema de trasplante (S3), con promedios de 0,49 m, 1,28 m y 1,42 m, para cada lectura, en su orden, ubicados en el último rango y lugar en la prueba, respectivamente.

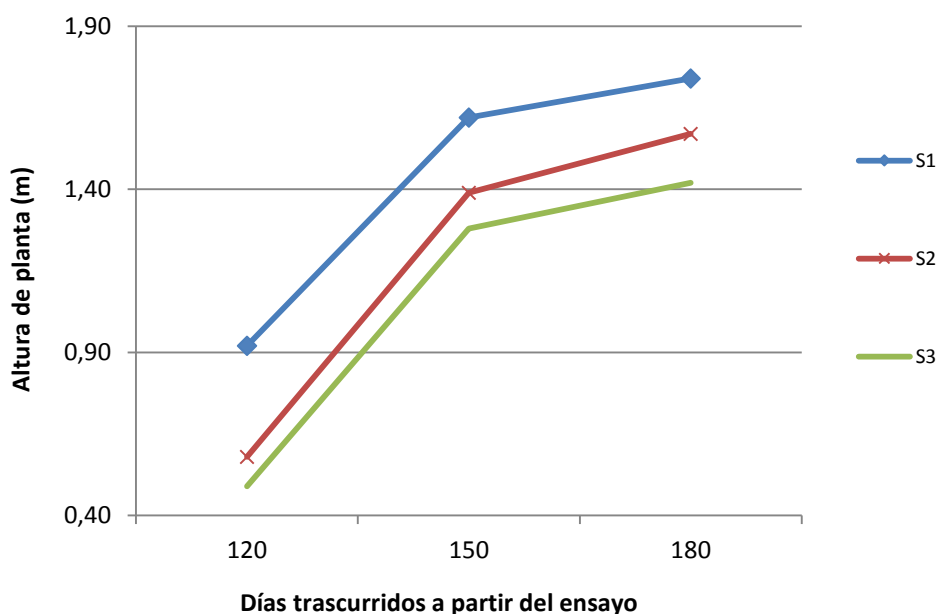
**Tabla 3. Análisis de variancia para altura de planta a los 120, 150 y 180 días**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
		Repeticiones	3	0,01	3,53 ns	0,01	1,33 ns
Sistemas (S)	2	0,40	194,0**	0,23	6,60 *	0,21	9,63 *
Error exp. A	6	0,0021		0,03		0,02	
Variedades (V)	1	0,05	29,4 **	0,07	10,56 *	0,05	8,57 *
S x V	2	0,28	159,1**	0,01	1,98 ns	0,01	0,93 ns
Error experim.	9	0,0017		0,01		0,01	
Total	23						
Coeficiente de variación. =		6,30%		5,62%		4,69%	
ns = no significativo							
* = significativo al 5%							
** = significativo al 1%							

**Tabla 4. Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable altura de planta a los 120, 150 y 180 días**

Sistemas de siembra	Promedios (m) y rangos					
	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
Chorro continuo (S1)	0,92	a	1,62	a	1,74	a
Semilla por golpe (S2)	0,58	b	1,39	ab	1,57	ab
Trasplante (S3)	0,49	c	1,28	b	1,42	b

Mediante la representación del crecimiento en altura de planta a los 120, 150 y 180 días, con respecto a sistemas de siembra, se apreció en general que, los tratamientos que se desarrollaron con el sistema de siembra de chorro continuo (S1), reportaron los mejores resultados, con mayor altura de planta, en las tres lecturas, por lo que fue el mejor tratamiento; mientras que, la altura de planta de los tratamientos del sistema de trasplante, experimentaron menor crecimiento en altura (figura 2).



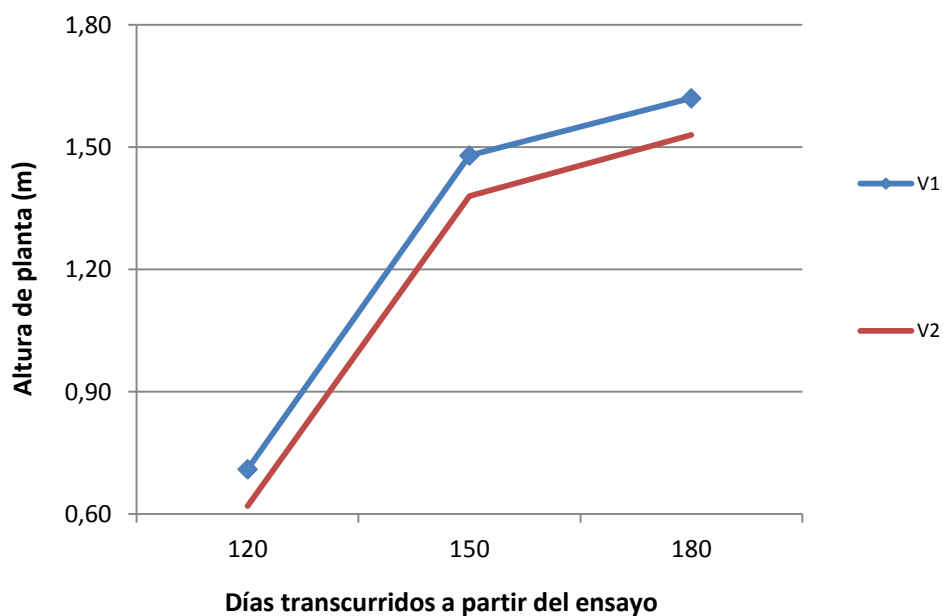
**Figura 2. Curva de crecimiento para altura de planta, con respecto a sistemas de siembra de la V1**

Con respecto al factor variedades, en la evaluación del crecimiento en altura de planta a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, se estableció que, las plantas de la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron mayor crecimiento, con promedios de 0,71 m a los 120 días, 1,48 m a los 150 días y 1,62 m a los 180 días, al ubicarse en el primer rango en la prueba de diferencia mínima significativa al 5% (tabla 5). Mientras que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), experimentaron menor crecimiento en altura de planta, con promedio de 0,62 m, 1,38 m y 1,53 m, para cada lectura, respectivamente, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

**Tabla 5. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable altura de planta a los 120, 150 y 180 días**

Variedades	Promedios (m) y rangos					
	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
<i>Amaranthus quitensis</i> (V1)	0,71	a	1,48	a	1,62	a
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V2)	0,62	b	1,38	b	1,53	b

Mediante la figura 3, se representa la curva de crecimiento de la altura de planta a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, con respecto a variedades de amaranto, en donde se aprecia que, los tratamientos que conformaron la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), experimentaron mayor crecimiento en altura de planta, por lo que fueron los mejores tratamientos; que lo observado en los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), en donde éste crecimiento fue significativamente menor.



**Figura 3. Curva de crecimiento para altura de planta, con respecto a variedades**

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra versus variedades de amaranto, en la evaluación del crecimiento en altura de planta a los 120 días, se registraron tres rangos de significación (tabla 6). La altura de planta fue mayor en la interacción S1V1 (sistema de siembra a chorro continuo, variedad *Amaranthus quitensis*), al ubicarse el promedio de 0,81 m en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron el segundo y tercer rangos, con promedios que van desde 0,51 m hasta 0,43 m. La menor altura de planta, por su parte, reportó la interacción S3V1 (sistema por trasplante, variedad *Amaranthus quitensis*), al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con promedio de 0,36 m.

**Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra por variedades en la variable altura de planta a los 120 días**

Interacción S x V	Promedios (m)	Rangos
S1V1	0,81	a
S2V1	0,51	b
S2V2	0,47	bc
S1V2	0,44	bc
S3V2	0,43	bc
S3V1	0,36	c

Los resultados obtenidos permiten deducir que, los sistemas de siembra, en general influenciaron significativamente en el crecimiento en altura de planta, por cuanto, los tratamientos se diferenciaron estadísticamente en el análisis de variancia. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sistema de siembra a chorro continuo (S1), con la cual, las plantas experimentaron mayor crecimiento en altura, superando en promedio de 0,43 m a los 120 días, 0,34 m a los 150 días y 0,32 m a los 180 días, que lo observado en los tratamientos del sistema por trasplante. Así mismo, los tratamientos que se conformaron por la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron plantas con mayor crecimiento en altura, superando en promedio de 0,09 m a los 120 días, 0,10 m a los 150 días y 0,09 m a los 180 días, que los tratamientos

de la variedad (V2). Estos valores permiten inferir que, el mejor tratamiento para obtener plantas de amaranto más desarrolladas, con mejor crecimiento en altura, sembrar con el sistema de siembra a chorro continuo y utilizar la variedad *Amaranthus quitensis*, con lo cual las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, lo que mejora consecuentemente los rendimientos al final del ciclo del cultivo. Estos resultados pueden deberse a lo citado por agro-tecnología-tropical (2016), que el espacio entre plantas es un nicho ecológico que debe ser llenado por algún ser vivo, en este caso por las malezas, si se incrementan las distancias entre las plantas y no existen limitaciones ecológicas como falta de agua o de nutrientes, es de esperarse que ese espacio sea ocupado por las malezas que entran en competencia con el cultivo. Cuando el cultivo está pequeño esa competencia por las malezas se hace más intenso e importante, principalmente por el espacio que hay entre planta y planta del cultivo. Cuando el cultivo está grande y ocupa todo el espacio disponible, no penetra luz en el suelo y se controla naturalmente el desarrollo de malezas, también se produce control porque el cultivo acapara la luz, el agua y los nutrientes del suelo, dejando muy pocos recursos disponibles para que prosperen las malezas; lo que se controló mejor con la utilización del sistema de siembra a chorro continuo.

### **5.1.2. Diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días**

El análisis de variancia para la evaluación del crecimiento en diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, de las dos variedades de amaranto, sometidas a la influencia de tres sistemas de siembra, reportó diferencias estadísticas significativas en éste crecimiento. El factor sistemas de siembra, registró significación a nivel del 1% en las lecturas a los 120 días y a los 180 días; y, a nivel del 5% en la lectura a los 150 días. Las variedades de amaranto se diferenciaron relevantemente a nivel del 1% a los 120 días y a nivel del 5% a los 150 y 180 días. La interacción entre sistemas de siembra y variedades no mostró ninguna significación en las tres lecturas (tabla 7). Las repeticiones fueron no significativas, indicando que el comportamiento entre los bloques fue similar, siendo el crecimiento en diámetro de tallo promedio general del ensayo de 0,71 cm a los 120 días, 0,98 cm a los 150 días y 1,29 cm a los 180 días, cuyos valores registrados en el campo se presentan en los anexos 5, 6 y 7. Los coeficientes de variación fueron de 10,59%, 13,30% y 8,19%, para cada lectura,

en su orden, respectivamente, valores cuyas magnitudes confieren una adecuada confiabilidad a los resultados evaluados.

**Tabla 7. Análisis de variancia para diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
		Repeticiones	3	0,01	1,60 ns	0,02	1,34 ns
Sistemas (S)	2	0,12	22,73 **	0,15	5,16 *	0,17	16,20 **
Error exp. A	6	0,01		0,03		0,01	
Variedades (V)	1	0,12	20,34 **	0,13	7,57 *	0,10	9,36 *
S x V	2	0,004	0,70 ns	0,02	0,91 ns	0,0043	0,39 ns
Error experim.	9	0,01		0,02		0,01	
Total	23						
Coeficiente de variación. =		10,59%		13,30%		8,19%	
ns = no significativo							
* = significativo al 5%							
** = significativo al 1%							

En cuanto al factor sistema de siembra, en el crecimiento en diámetro del tallo a los 120, 150 y 180 días, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación en las tres lecturas (tabla 8). El mayor crecimiento en diámetro de tallo se alcanzó en las plantas que se sembraron con el sistema de chorro continuo (S1), al ubicarse en el primer rango los promedios de 0,83 cm a los 120 días, 1,10 cm a los 150 días y 1,44 cm a los 180 días. Les siguen las plantas que se sembraron con el sistema de semilla por golpe (S2), con promedios de 0,73 cm a los 120 días, el mismo que compartió el primer rango, 1,02 cm a los 150 días, que compartió el primero y segundo rangos y 1,27 cm a los 180 días que se ubicó en el segundo rango. El menor crecimiento en diámetro de tallo, por su parte, reportaron las plantas que se utilizó el sistema de trasplante (S3), con promedios de 0,58 cm, 0,83 cm y 1,15 cm, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba, respectivamente.

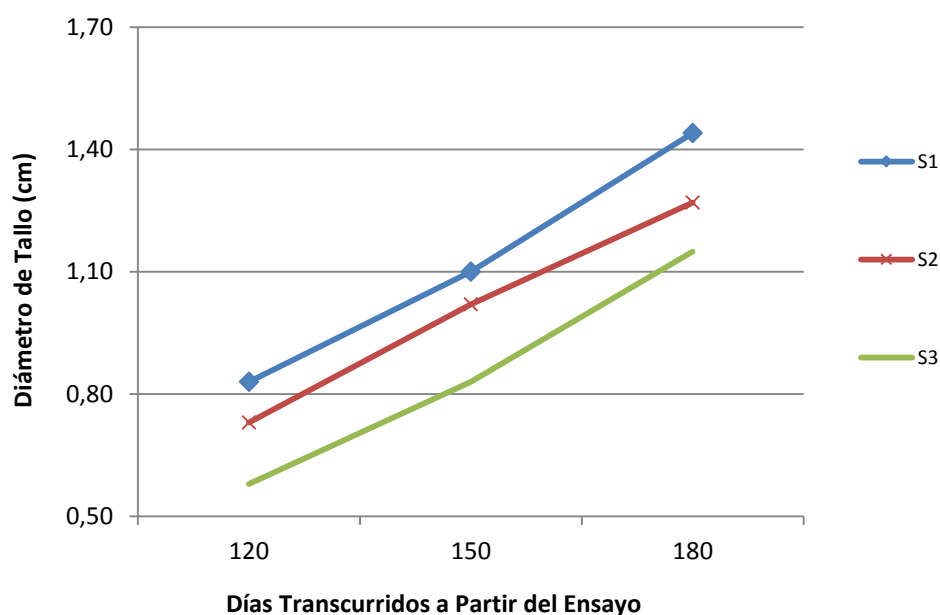
**Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días**

Sistemas de siembra	Promedios (cm) y rangos					
	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
Chorro continuo (S1)	0,83	a	1,10	a	1,44	a
Semilla por golpe (S2)	0,73	a	1,02	ab	1,27	b
Trasplante (S3)	0,58	b	0,83	b	1,15	b

La representación gráfica del crecimiento en diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, con respecto a sistemas de siembra, se registró en general que, los tratamientos que se desarrollaron con el sistema de siembra de chorro continuo (S1), experimentaron mayor crecimiento en diámetro de tallo, por lo que fueron los mejores tratamientos; en tanto que, el diámetro de tallo de los tratamientos del sistema de trasplante, reportaron un significativo menor crecimiento en diámetro de tallo (figura 4).

En relación al factor variedades, en la evaluación del crecimiento en diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, se registró que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), experimentaron mayor crecimiento, con promedios de 0,78 cm a los 120 días, 1,06 cm a los 150 días y 1,35 cm a los 180 días, ubicados todos ellos en el primer rango en la prueba de diferencia mínima significativa al 5% (tabla 9). En tanto que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), experimentaron menor crecimiento en diámetro de tallo, con promedios de 0,64 cm, 0,91 cm y 1,22 cm, para cada lectura, en su orden, respectivamente, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.





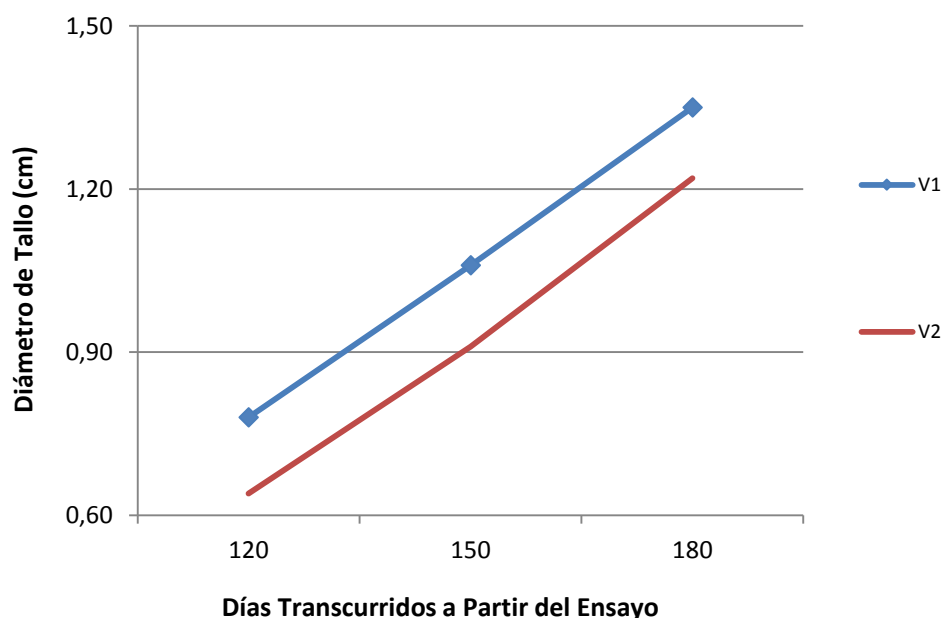
**Figura 4.** Curva de crecimiento para diámetro de tallo, con respecto a sistemas de siembra

**Tabla 9.** Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días

Variedades	Promedios (cm) y rangos					
	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
<i>Amaranthus quitensis</i> (V1)	0,78	a	1,06	a	1,35	a
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V2)	0,64	b	0,91	b	1,22	b

Gráficamente, mediante la figura 5, se ilustra la curva de crecimiento del diámetro de tallo a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, con respecto a variedades de amaranto, en donde se observó que, los tratamientos que conformaron la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron mejor crecimiento en diámetro de tallo, por lo que fueron los mejores tratamientos; que lo observado en los tratamientos de la

variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), en donde éste crecimiento fue significativamente menor.



**Figura 5. Curva de crecimiento para diámetro de tallo, con respecto a variedades**

Evaluando los resultados obtenidos en el crecimiento en diámetro de tallo, es posible deducir que, los sistemas de siembra, en general influenciaron significativamente en éste crecimiento, por cuanto, los tratamientos se diferenciaron significativamente en el análisis de variancia. Los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del sistema de siembra a chorro continuo (S1), con la cual, las plantas experimentaron mayor crecimiento en diámetro de tallo, superando en promedio de 0,25 cm a los 120 días, 0,27 cm a los 150 días y 0,29 cm a los 180 días, que lo observado en los tratamientos del sistema por trasplante. Igualmente, los tratamientos conformados por la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron plantas con mayor crecimiento en diámetro, al superar en promedio de 0,14 cm a los 120 días, 0,15 cm a los 150 días y 0,13 cm a los 180 días, que los tratamientos de la variedad (V2). Estas respuestas permiten inferir que, el mejor tratamiento para obtener plantas de amaranto con mejor crecimiento en altura, vigorosas y mejor desarrolladas, sembrar con el sistema de siembra a chorro continuo y utilizar la variedad *Amaranthus quitensis*, con lo cual las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, lo que mejora

consecuentemente las condiciones de crecimiento vegetativo. Es posible que haya sucedido lo citado por Scielo (2016), que la eficiencia de los cultivos en transformar la energía solar en energía química está en función de diversos factores entre los cuales las distancias de siembra, las poblaciones de plantas y los genotipos son de fundamental importancia. Para lograr altos rendimientos, la intercepción de luz por el cultivo debe ser la máxima posible durante la fase de crecimiento por lo que se requiere que el follaje cubra completamente el espacio entre las hileras. La tendencia en los principales países productores es acortar las distancias entre hileras y usar poblaciones más altas por unidad de área, lo que sucedió en el cultivo con la utilización del sistema de siembra a chorro continuo.

### **5.1.3. Número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días**

Analizando el número de panojas por planta, evaluado a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, en las dos variedades de amaranto, sometidas al efecto de tres sistemas de siembra, se registraron diferencias estadísticas significativas en éste número. El factor sistemas de siembra, registró significación a nivel del 1% en la lectura a los 120 días y significación a nivel del 5% en las lecturas a los 150 y 180 días. Las variedades de amaranto se diferenciaron relevantemente a nivel del 5% a los 120 días y a nivel del 5% a los 150 y 180 días. La interacción entre sistemas de siembra y variedades mostró significación estadística a nivel del 5% en la lectura a los 120 días (tabla 10). Las repeticiones fueron no significativas, por lo que el comportamiento entre los bloques fue similar, siendo el número de panojas por planta promedio general del ensayo de 1,09 panojas a los 120 días, 0,98 panojas a los 150 días y 2,26 panojas a los 180 días, cuyos valores tomados en el campo se presentan en los anexos 8, 9 y 10. Los coeficientes de variación fueron de 1,09%, 1,68% y 2,26%, para cada lectura, en su orden, respectivamente, valores cuyas magnitudes confieren una aceptable confiabilidad a los resultados reportados.

En referencia al factor sistemas de siembra, en la evaluación del número de panojas por plantan a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se apreciaron dos rangos de significación en las tres lecturas (tabla 11). El número de panojas por planta fue mayor en las plantas que se sembraron con el sistema de chorro continuo (S1), ubicadas en el primer rango, con

**Tabla 10. Análisis de variancia para número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
		Repeticiones	3	0,02	2,17 ns	0,02	1,48 ns
Sistemas (S)	2	0,15	11,5 **	0,76	6,88 *	0,70	9,00 *
Error exp. A	6	0,01		0,11		0,08	
Variedades (V)	1	0,10	9,08 *	0,29	25,77 **	1,03	16,39 **
S x V	2	0,07	6,36 *	0,01	0,76 ns	0,04	0,70 ns
Error experim.	9	0,01		0,01		0,06	
Total	23						

Coefficiente de variación. = 9,38% 6,37% 11,10%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

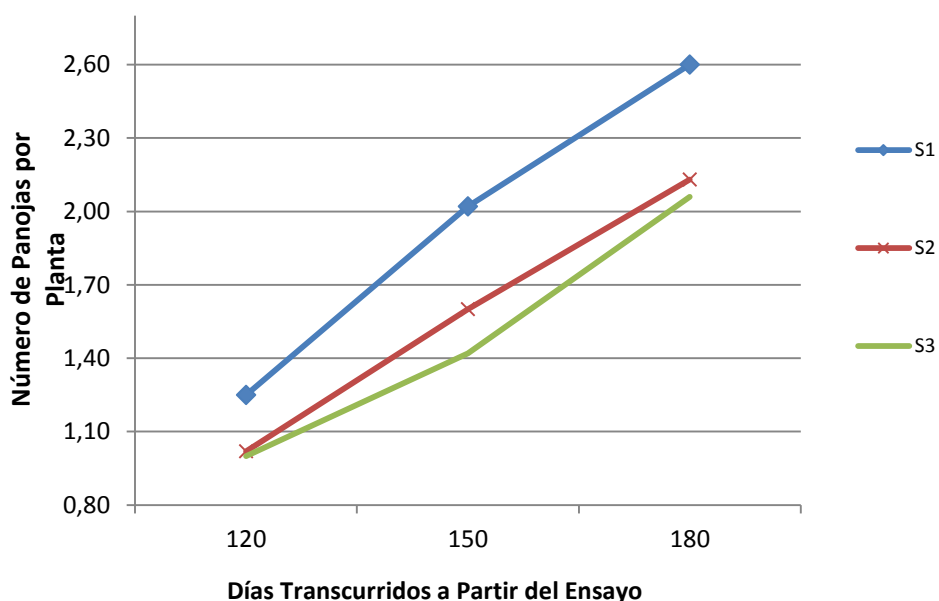
Promedios de 1,25 panojas a los 120 días, 2,02 panojas a los 150 días y 2,60 panojas a los 180 días. Les siguen los tratamientos que se sembraron con el sistema de semilla por golpe (S2), cuyas plantas reportaron promedio de 1,02 panojas a los 120 días, que se ubicó en el segundo rango, 1,60 panojas a los 150 días, que compartió el primero y segundo rangos y 2,13 panojas a los 180 días que se ubicó en el segundo rango. El menor número de panojas por planta, por su parte, reportaron los tratamientos que se utilizó el sistema de trasplante (S3), con promedios de 1,00 panojas, 1,42 panojas y 2,06 panojas, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba, respectivamente.

Gráficamente, se representa el número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, con respecto a sistemas de siembra, en donde, en general, los tratamientos que se desarrollaron con el sistema de siembra de chorro continuo (S1), reportaron mayor número de panojas por planta, por lo que fueron los mejores tratamientos; mientras que, el número de panojas por planta de los tratamientos del

sistema de trasplante, reportaron menor número de panojas, siendo esta diferencia significativa (figura 6).

**Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días**

Sistemas de siembra	Promedios y rangos					
	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
Chorro continuo (S1)	1,25	a	2,02	a	2,60	a
Semilla por golpe (S2)	1,02	b	1,60	ab	2,13	b
Trasplante (S3)	1,00	b	1,42	b	2,06	b



**Figura 6. Curva de crecimiento para número de panojas por planta, con respecto a sistemas de siembra**

Examinando el factor variedades, en la evaluación del número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, se registró que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), produjeron mayor número de panojas por planta, con promedios de 1,15 panojas a los 120 días, 1,79 panojas a los 150 días y 2,47

panojas a los 180 días, al ubicarse estos valores en el primer rango en la prueba de diferencia mínima significativa al 5% (tabla 12); en tanto que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), experimentaron menor número de panojas por planta, con promedios de 1,03 panojas, 1,57 panojas y 2,06 panojas, para cada lectura, respectivamente, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

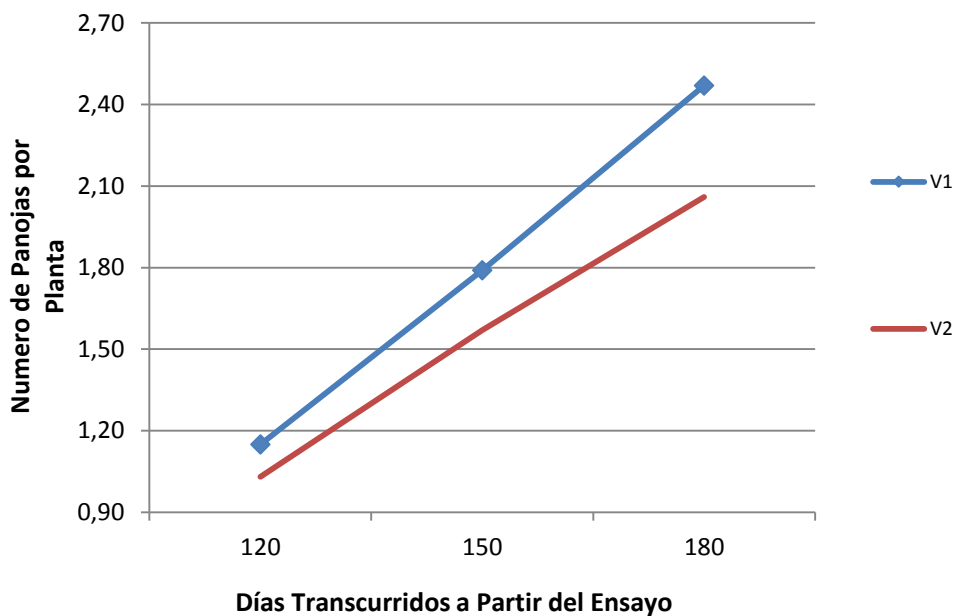
**Tabla 12. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días**

Variedades	Promedios y rangos					
	A los 120 días		A los 150 días		A los 180 días	
<i>Amaranthus quitensis</i> (V1)	1,15	a	1,79	a	2,47	a
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V2)	1,03	b	1,57	b	2,06	b

La figura 7, ilustra la curva de crecimiento del número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo, con respecto a variedades de amaranto, en donde se registró que, los tratamientos que conformaron la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron los mejores resultados, con el mayor número de panojas por planta; que lo observado en los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), en donde el número de panojas fue significativamente menor.

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra versus variedades de amaranto, en la evaluación del número de panojas por planta a los 120 días, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (tabla 13). El mayor número de panojas por planta se consiguió en la interacción S1V1 (sistema de siembra a chorro continuo, variedad *Amaranthus quitensis*), al ubicarse el promedio de 1,42 panojas en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron el segundo rango, con promedios que van desde 1,08 panojas hasta 1,00 panojas; siendo este último promedio el menor número de panojas por planta que

presenta las interacciones S3V2, S3V1 y S2V2, que compartieron el segundo rango, entre otros promedios.



**Figura 7.** Curva de crecimiento para número de panojas por planta, con respecto a variedades

**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra por variedades en la variable número de panojas por planta a los 120 días

Interacción S x V	Promedios	Rangos
S1V1	1,42	a
S1V2	1,08	b
S2V1	1,04	b
S3V2	1,00	b
S3V1	1,00	b
S2V2	1,00	b

Analizando los resultados obtenidos en la evaluación estadística del número de panojas por planta, se puede deducir que, los sistemas de siembra, en general causaron diferencias significativas en este número, por cuanto, los tratamientos se diferenciaron significativamente en el análisis de variancia. El mayor número de panojas por planta se obtuvieron en los tratamientos que fueron sembrados con el sistema de chorro continuo (S1), superando en promedio de 0,25 panojas a los 120 días, 0,60 panojas a los 150 días y 0,54 panojas a los 180 días, que lo observado en los tratamientos del sistema por trasplante. Igualmente, los tratamientos conformados por la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron plantas con mayor número de panojas, al superar en promedio de 0,12 panojas a los 120 días, 0,22 panojas a los 150 días y 0,41 panojas a los 180 días, que los tratamientos de la variedad (V2). Estos resultados permiten inferir que, el mejor tratamiento para obtener plantas de amaranto con mejor crecimiento y desarrollo y con mayor número de panojas por planta, es adecuado sembrar con el sistema de siembra a chorro continuo y utilizar la variedad *Amaranthus quitensis*, con lo cual las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, fueron beneficiadas con el mejor desarrollo vegetativo, lo que mejora consecuentemente los rendimientos del cultivo. Posiblemente sucedió lo expresado por [www.agrotecnología-tropical](http://www.agrotecnología-tropical) (2016), que a mayor densidad de siembra, mayor va a ser la cantidad de individuos que van a demandar nutrientes, la alta competencia entre las plantas hace imperativo incrementar el aporte de nutrientes, con los ajustes en la conductividad eléctrica en el suelo o sustrato que ocurre por la alta demanda de nutrientes que se refleja en una disminución de la conductividad eléctrica de los niveles normales que debe mantener el suelo o sustrato para un cultivo dado. Si se sube la densidad de siembra y se mantienen los niveles nutricionales estables es indudable que los rendimientos van a ser afectados, lo que se controló mejor con la utilización del sistema de siembra a chorro continuo.

#### **5.1.4. Días a la cosecha**

Los días a la cosecha, en las dos variedades de amaranto, sometidas al efecto de tres sistemas de siembra, reportaron diferencias estadísticas significativas, al observarse en el factor sistemas de siembra, significación a nivel del 5%. Las variedades de amaranto no se diferenciaron estadísticamente, como también la interacción entre sistemas de siembra y variedades (tabla 14). Las repeticiones fueron no significativas, por lo que



el comportamiento entre los bloques fue similar, siendo los días a la cosecha promedio general del ensayo de 208,92 días, cuyos valores tomados en el campo se presentan en el anexo 11. El coeficiente de variación fue de 2,13%, valor cuya magnitud confieren una aceptable confiabilidad a los resultados evaluados.

**Tabla 14. Análisis de variancia para la variable días a la cosecha**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Valor de F</b>
Repeticiones	3	42,83	14,28	0,72 ns
Sistemas (S)	2	132,58	66,29	5,27 *
Error exp. A	6	75,42	12,57	0,64 ns
Variedades (V)	1	2,67	2,67	0,14 ns
S x V	2	14,58	7,29	0,37 ns
Error experim.	9	177,75	19,75	
Total	23	445,83		

Coeficiente de variación = 2,13%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

Evaluando el factor sistemas de siembra, en los días a la cosecha de las panojas, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se detectaron dos rangos de significación (tabla 15). Los días a la cosecha fue menor en los tratamientos que se utilizó el sistema de siembra de chorro continuo (S1), con promedio de 206,13 días, al ubicarse en el primer rango; seguido de los tratamientos que se utilizó el sistema de siembra de semilla por golpe (S2), cuyas panojas fueron cosechadas a los 208,75 días, al compartir el primero y segundo rangos; mientras que, los tratamientos que se utilizó el sistema de trasplante (S3), fueron los más tardíos a la cosecha, con promedio de 211,88 días, ubicado este valor en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable días a la cosecha**

<b>Sistemas de siembra</b>	<b>Promedios (días)</b>	<b>Rangos</b>
Chorro continuo (S1)	206,13	a
Semilla por golpe (S2)	208,75	ab
Trasplante (S3)	211,88	b

Examinando los resultados de los días a la cosecha de las panojas, es posible afirmar que, los sistemas de siembra, en general causaron diferencias en este tiempo, por cuanto, los tratamientos se diferenciaron significativamente en el análisis de variancia. La mayor precocidad a la cosecha de las panojas se obtuvo en los tratamientos que fueron sembrados con el sistema de chorro continuo (S1), acortándose la cosecha en promedio de 5,75 días, que lo reportado en los tratamientos del sistema por trasplante. Por lo que, el tratamiento apropiado para obtener plantas de amaranto con mejor crecimiento y desarrollo, con mayor número de panojas por planta, elevar los niveles del rendimiento y acortar los días a la cosecha. En este sentido, tecnología-tropical (2016), manifiesta que el rendimiento puede verse comprometido por la proliferación de plagas y enfermedades a altas densidades, esto limita en alguna medida que tanto se puede subir la densidad de siembra de los cultivos. Ven incrementados sus costos de mano de obra y control de malezas, si la distancia entre hileras se reduce mucho se limita el acceso al tractor para hacer desmalezado y hay que recurrir a otras técnicas de control como el químico o el manual que tienden a ser más costosas. Otro factor que limita la densidad máxima que se puede alcanzar en los cultivos es la economía, el costo de las semillas puede hacer que a ciertas densidades de siembra no sea rentable sembrar una semilla por el alto costo que hay que incurrir para sembrar una hectárea. La respuesta del rendimiento responde a la ley de los rendimientos decrecientes y el nivel de densidad de siembra óptimo responde a las leyes de la economía, en búsqueda de la mayor rentabilidad para el agricultor.

### 5.1.5. Rendimiento

Los valores evaluados permiten apreciar que, el rendimiento registrado al momento de la cosecha, de las dos variedades de amaranto, sometidas a la influencia de tres sistemas de siembra, reportaron diferencias estadísticas significativas. El factor sistemas de siembra, registró significación a nivel del 1%. Las variedades de amaranto se diferenciaron relevantemente a nivel del 1%. La interacción entre sistemas de siembra y variedades mostró significación estadística a nivel del 5% (tabla 16). Las repeticiones fueron no significativas, por lo que el comportamiento entre los bloques fue similar, siendo el rendimiento promedio general del ensayo de 0,85 kg/parcela, cuyos valores registrados en el campo se presentan en el anexo 12. El coeficiente de variación fue de 4,43%, valor cuya magnitud confiere una adecuada confiabilidad a los resultados presentados.

**Tabla 16. Análisis de variancia para el variable rendimiento**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Valor de F</b>
Repeticiones	3	0,01	0,004	2,06 ns
Sistemas (S)	2	0,37	0,19	288,23 **
Error exp. A	6	0,0039	0,00065	
Variedades (V)	1	0,05	0,05	25,71 **
S x V	2	0,02	0,01	4,70 *
Error experim.	9	0,02	0,002	
Total	23	0,48		

Coeficiente de variación. = 4,43%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

Examinando el factor sistemas de siembra, en la evaluación del rendimiento, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en tres rangos de significación bien definidos (tabla 17). El rendimiento fue mayor en los tratamientos que se utilizó el sistema de siembra de chorro continuo (S1), con promedio de 1,17 kg/parcela, al ubicarse éste valor en el primer rango en la prueba; seguido de los tratamientos que se

utilizó el sistema de siembra de semilla por golpe (S2), con rendimiento promedio de 0,97 kg/parcela, que se ubicó en el segundo rangos; en tanto que, el menor rendimiento reportaron los tratamientos que se utilizó el sistema de trasplante (S3), con promedio de 0,87 kg/parcela, ubicado este valor en el tercer rango y último lugar en la prueba.

**Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para sistemas de siembra en la variable rendimiento**

Sistemas de siembra	Promedios (kg/parcela)	Rangos
Chorro continuo (S1)	1,17	a
Semilla por golpe (S2)	0,97	b
Trasplante (S3)	0,87	c

En relación al factor variedades, en la evaluación del rendimiento, se apreció que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), alcanzaron los más altos rendimientos, con el mayor promedio de 1,05 kg/parcela, al ubicarse este valor en el primer rango en la prueba de diferencia mínima significativa al 5% (tabla 18); mientras que, los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V2), reportaron menor rendimiento, con promedio de 0,95 kg/parcela; valor que se ubicó en el segundo rango en la prueba.

**Tabla 18. Prueba de diferencia mínima significativa al 5% para variedades en la variable rendimiento**

Variedades	Promedios (kg/parcela)	Rangos
<i>Amaranthus quitensis</i> (V1)	1,05	a
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V2)	0,95	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra versus variedades de amaranto, en la evaluación del rendimiento, se establecieron cuatro rangos de significación (tabla 19). El mayor rendimiento se alcanzó en la interacción S1V1 (sistema de siembra a chorro continuo, variedad *Amaranthus quitensis*), con promedio de 1,25 kg/parcela, ubicado en el primer rango; seguido de varias interacciones que compartieron rangos inferiores, con promedios que van desde 1,08 kg/parcela hasta 0,90 kg/tratamiento. El menor rendimiento, por su parte, registró la interacción S3V2 (sistema por trasplante, variedad *Amaranthus hypochondriacus*), al ubicarse en el cuarto rango y último lugar en la prueba, con promedio de 0,84 kg/parcela.

**Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para la interacción sistemas de siembra por variedades en la variable rendimiento**

Interacción S x V	Promedios (kg/parcela)	Rangos
S1V1	1,25	a
S1V2	1,08	b
S2V1	0,99	bc
S2V2	0,94	cd
S3V1	0,90	cd
S3V2	0,84	d

La evaluación estadística del rendimiento, permite deducir que, los sistemas de siembra, en general causaron diferencias en los tratamientos, por cuanto se encontraron respuestas significativas en el análisis de variancia. El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que fueron sembrados con el sistema de chorro continuo (S1), superando el rendimiento en promedio de 0,30 kg/parcela, que lo observado en los tratamientos del sistema por trasplante, que reportó el menor rendimiento. Igualmente, los tratamientos conformados por la variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportaron mejores rendimientos, al superar en promedio de 0,10 kg/parcela, que los tratamientos de la variedad (V2). Estos resultados permiten inferir que, el mejor tratamiento para alcanzar mayores índices de rendimientos es sembrar con el sistema de siembra a chorro continuo y utilizar la variedad *Amaranthus quitensis*, con lo cual las plantas al

encontrar mejores condiciones de desarrollo, fueron beneficiadas con el mejor desarrollo vegetativo, lo que mejorará consecuentemente los rendimientos del cultivo. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Scielo (2016), que uno de los elementos que más influye en los rendimientos agrícolas, lo constituye la cantidad de plantas por hectárea o lo que es lo mismo la densidad de plantación. Todos los cultivos requieren una densidad óptima, determinada por el área vital necesaria para un adecuado desarrollo de cada planta. Si esta área vital resulta insuficiente, ocurre el fenómeno de competencia de las plantas por los elementos esenciales para su desarrollo: nutrientes, agua y luz; por lo que la utilización del sistema de siembra a chorro continuo fue el ideal para disminuir considerablemente la competencia entre las plantas.

## **5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Para evaluar la rentabilidad del cultivo de dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*), manejando tres sistemas de siembra, se determinaron los costos de producción del ensayo en 167,90 m<sup>2</sup> que constituyó el área de la investigación (tabla 20), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 53,50 para mano de obra, \$ 49,75 para costos de materiales, dando el total de \$ 103,25.

La tabla 21, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por la cantidad de semilla utilizada según el sistema de siembra y por la ejecución del semillero en el sistema de siembra (S3). Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la semilla utilizada en cada tratamiento en el cultivo.

La tabla 22, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se obtuvo mediante la venta de la semilla de amaranto cosechada en cada tratamiento, considerando el precio de un kilogramo de semilla en \$ 5,00, para la época en que se sacó a la venta.

**Tabla 20. Costos de inversión del ensayo (dólares) para 167,90 m<sup>2</sup>**

Labores	Mano de obra			Materiales			Costo unit. \$	Sub total \$	Costo total \$
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.			
a. En el semillero									
Bandejas				Bandejas	unid.	2	0,25	0,50	0,50
Preparac. de semillero	0,5	5	2,50	Sustrato	lb	10	0,7	7,00	9,50
Desinfección sustrato	0,5	5	2,50	Vitavax 300	g	2	0,15	0,30	2,80
				Zendo	cc	10	0,027	0,27	0,27
				Bomba	día	1	0,25	0,25	0,25
Siembra	0,5	1	0,50	Semilla	g	60	0,005	0,30	0,80
Riegos	0,5	1	0,50	Regadera	día	1	0,25	0,25	0,75
Control de malezas	0,5	1,5	0,75	Espeque	día	1	0,2	0,20	0,95
b. En lugar definitivo									
Arriendo de cubierta				Cubierta plástica	unid.	1	10	10,00	10,00
Análisis de suelo				Muestra	unid.	1	20	20,00	20,00
Preparación del suelo	1	10	10,00	Azadón	día	1	0,25	0,25	10,25
				Rastrillo	día	1	0,25	0,25	0,25
Trazado de parcelas	0,5	5	2,50	Flexómetro	día	1	0,25	0,25	2,75
				Piolas	m	100	0,01	1,00	1,00
				Estacas	unid.	24	0,02	0,48	0,48
				Siembra	0,5	5	2,50	Azadilla	día
Semilla	g	400	0,005	2,00				2,00	
Trasplante	0,5	5	2,50	Espeque	día	1	0,2	0,20	2,70
Deshierba	0,5	5	2,50	Azadón	día	1	0,25	0,25	2,75
Fertilización de fondo	0,5	1	0,50	18-46-0	kg	5	0,52	2,60	3,10
Controles fitosanitar.	0,5	1,5	0,75	Cipermetrina	cc	10	0,13	1,30	2,05
Aporque	0,5	5	2,50	Azadón	día	1	0,25	0,25	2,75
Riego	0,5	1	0,50	Cintas de goteo	día	90	0,01	0,90	1,40
Cosecha y trilla	1,5	15	22,50	Tamiz	día	2	0,1	0,20	22,70
				Hoz	día	2	0,15	0,30	0,30
Total			53,50					49,75	103,25

Con los valores de costos e ingresos por tratamiento se calcularon los beneficios netos actualizados, encontrándose valores positivos en la mayoría de tratamientos, en donde los ingresos superaron a los costos y valores negativos en dos tratamientos, en donde los costos superaron a los ingresos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los nueve meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento S1V1 (sistema de siembra a chorro continuo, variedad *Amaranthus quitensis*), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,60, en donde los beneficios netos obtenidos

fueron 0,60 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (tabla 23).

**Tabla 21. Costos de inversión del ensayo por tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo de mano de obra</b> (\$)	<b>Costos de materiales</b> (\$)	<b>Costo de la semilla</b> \$	<b>Costo total</b> (\$)
S1V1	7,38	6,40	0,50	14,28
S1V2	7,38	6,40	0,50	14,28
S2V1	7,38	6,40	0,50	14,28
S2V2	7,38	6,40	0,50	14,28
S3V1	12,01	10,92	0,15	23,08
S3V2	12,01	10,92	0,15	23,08

**Tabla 22. Ingresos totales del ensayo por tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Precio de un kg de amaranto</b> \$	<b>Ingreso total</b> \$
S1V1	5,01	5,00	25,05
S1V2	4,33	5,00	21,65
S2V1	3,96	5,00	19,80
S2V2	3,76	5,00	18,80
S3V1	3,58	5,00	17,90
S3V2	3,36	5,00	16,80



**Tabla 23. Cálculo de la relación beneficio costo de los tratamientos con tasa de interés al 11%**

Tratamiento	Ingreso total	Costo total	Factor de actual.	Costo total actual.	Beneficio neto actual.	RBC
S1V1	25,05	14,28	0,9143	15,61	9,44	0,60
S1V2	21,65	14,28	0,9143	15,61	6,04	0,39
S2V1	19,80	14,28	0,9143	15,61	4,19	0,27
S2V2	18,80	14,28	0,9143	15,61	3,19	0,20
S3V1	17,90	23,08	0,9143	25,24	-7,34	-0,29
S3V2	16,80	23,08	0,9143	25,24	-8,44	-0,33

$$\text{Factor de actualización } Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual  $i = 11\%$  a Enero del 2017

Período  $n =$  nueve meses de duración del ensayo

$$\text{RBC} = \frac{\text{Beneficio neto actualizado}}{\text{Costo total actualizado}}$$

### 5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en el manejo de tres sistemas de siembra en dos variedades de amaranto, permiten aceptar la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), por cuanto, los sistemas de siembra influenciaron en el rendimiento del cultivo, al obtenerse plantas con mejor desarrollo vegetativo y con mejores rendimientos especialmente al manejar el cultivo con el sistema de siembra de chorro continuo y con la utilización de la variedad *Amaranthus quitensis*.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Evaluación del efecto de tres sistemas de siembra en el rendimiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*)”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con utilización del sistema de siembra a chorro continuo (S1), con el cual las plantas experimentaron mayor crecimiento y desarrollo, mejorando consecuentemente los rendimientos del cultivo, al obtenerse mayor crecimiento en altura de planta a los 120 días (0,92 m), , alcanzando un rendimientos de (1,17 kg/parcela) ; con esto se proyecta un rendimiento de 2321,42 kg/ha lo que demuestra que es el sistema de siembra apropiado para alcanzar mayor producción y productividad del cultivo, acortándose así mismo los días a la cosecha (206,14 días). Los tratamientos del sistema de siembra de semilla por golpe (S2), se destacaron, especialmente en el crecimiento en diámetro de tallo a los 120 días (0,73 cm).

La variedad *Amaranthus quitensis* (V1), reportó los mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en los rendimientos, al experimentar los tratamientos de ésta variedad, mayor crecimiento en altura de planta a los 120 días (0,71 m), con un rendimiento (1,05 kg/parcela), por lo que es la variedad apropiada al momento de seleccionar el material vegetativo para obtener mejores cosechas y mejores réditos económicos para el productor.

La interacción del sistema de siembra a chorro continuo, variedad *Amaranthus quitensis* (S1V1), alcanzó los mejores resultados, especialmente en el crecimiento en altura de planta a los 120 días (0,81 m), número de panojas por planta a los 120 días (1,42 panojas) y alcanzando el mayor rendimiento (1,25 kg/parcela), por lo que es el mejor tratamiento, para elevar la producción y productividad del cultivo, mejorando consecuentemente los rendimientos.

Del análisis económico se concluye que, la relación beneficio costo, presentó valores positivos en la mayoría de tratamientos, encontrando que el tratamiento SIV1 (sistema de siembra a chorro continuo, variedad *Amaranthus quitensis*), alcanzó la mayor relación de 0,60, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,60 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

Para obtener plantas de amaranto más desarrolladas, con mejor altura de planta, diámetro de tallo y mayor número de panojas por planta, efectuar la siembra directa con el sistema de chorro continuo, seleccionado la variedad *Amaranthus quitensis*, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó, alcanzando los mayores rendimientos, en las condiciones ambientales y de manejo que se desarrolló el cultivo.

## **6.3 BIBLIOGRAFÍA**

Agropecuarias, I. N. 1989. El cultivo de *Amaranto* ssp una alternativa agronómica para Ecuador.

Agropecuarias, I. N. 2009. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina.

Agro-tecnología-tropical. 2016. Densidad de siembra. En línea. Consultado el 13 de noviembre del 2016. Disponible en [http://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad\\_de\\_siembra.html](http://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html).

Arellano Vázquez, J. L., & Galicia Franco, J. A. (2007). Rendimiento y características de planta y panoja de amaranto en respuesta a nitrógeno y cantidad de semilla. *Agricultura técnica en México*, 33(3), 251-258.

Bressani, R. s.f. El amaranto y su potencial en la industria alimentaria. *Alimentos hoy*, 5.

Castillo, C.T. 2011. Estudio de factibilidad económica para la producción y comercialización de amaranto en la zona andina de Cotacachi”. Ibarra.

Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2016. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochada. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 5 p.

Espitia, S. 1991. Revisión de literatura de amaranto. En línea. Consultado el 22 de Noviembre del 2016. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/1-23456789/212/7/03%20AGP%2058%20INTRODUCCION%20Y%20REVISION%20DE%20LITERATURA.pdf>.

Expreso. (Sábado de 25 de Junio de 2011). El sangorache: planta ancestral que renace, pág. 2.

González, J.L. 2013. El capital social grupal en la agregación del valor: caso Productores de Amaranto de los Municipios de Cohuecan, Puebla Temoac, Morelos. Puebla, Puebla.

Guadalupe, S., & Eduardo, I. (2014). Evaluación del rendimiento de dos líneas de amaranto (*Amarantus caudatus*) con tres métodos de siembra, bajo manejo orgánico (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Guamán Yupa, L. 2012. Evaluación del potencial de rendimiento de una variedad y dos líneas de amaranto (*Amaranthus spp.*), en dos sistemas de siembra, manual y mecánico en el cantón el Tambo provincia del Cañar”. Riobamba – Ecuador.

Heredia, H.B. 2015. Respuesta a la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) variedad Iniap alegría en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. El Ángel – Carchi - Ecuador.

Herrera, S.M. 2012. Amaranto: prodigioso alimento para. Tendencias gastronómicas, 2.

Holdridge, L.R. 1982. Ecología basado en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. p. 44,45. (Serie de libros y materiales educativos 34).

Horton, D. 2014. Investigación Colaborativa de Granos Andinos en Ecuador. Quito, Ecuador.

INIAP. 2013. Granos andinos: quinua, chochos, amaranto y ataco. Boletín divulgativo N° 430, Quito-Ecuador.

Jiménez, S. 2013. Respuesta del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la. Quito - Ecuador.

Mayalica, D.E. 2009. Respuesta a la fertilización orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en el canton Guano provincia de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.

Meneses, L.P. 2015. Respuesta a la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) variedad Iniap alegría en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. El Ángel – Carchi - Ecuador.

Peralta, E.M. 2012. Chocho, quinua, amaranto y ataco.

Peralta, I. (2012). El amaranto en Ecuador: “Estado del Arte”.

Quimbita, A.E. 2013. Aplicación de meristemas de maíz y frejol en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo cubierta. Ambato - Ecuador.

Saavedra, S. 2013. Respuesta del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes. San José de Minas, Pichincha. Quito - Ecuador.

Scielo. 2016. Características de la densidad de siembra. En línea. Consultado el 12 de noviembre del 2016. Disponible en [http://www.scielo.org.-ve/scielo.php?script=sci\\_ar-ttext&pid=S1316-33612003000300006](http://www.scielo.org.-ve/scielo.php?script=sci_ar-ttext&pid=S1316-33612003000300006).

Sherwood, S.E. 2002. Cultivo de granos andinos en Ecuador. Quito, Ecuador: editorial@abyayala.org.

Tenesaca, Q. 2015. Fenología y profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, en el sector Querochaca, Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua.

Terrón, P. 2002. Fitotecnia ingeniería de la producción vegetal. Madrid, Barcelona-Mexico: Mundi Prensa.

Toapanta, M.M. 2013. Niveles de abonadura hidrosoluble completa en el cultivo de maíz (*Zea mays*) cv. Chulpi". Ambato - Ecuador.

Valdivieso & Suquilanda, M. B. s.f. Producción ecológica de amaranto (*Amaranthus caudatus*). calaméo, 27 p.

Villamil, S.D. 2008. Investigación y análisis de la planta y cereal amaranto para su posicionamiento en el consumo diario en la ciudad de Quito". Quito.


Villaruel, M.R. 2016. Evaluación de azolla (*azolla filiculoides*) como sustrato en la propagación sexual de dos variedades de amaranto: amaranto blanco (*Amaranthus hypocondriacus* L.) y sangoracha (*Amaranthus quitensis* L.). Cevallos – Ecuador.

Vinueza, S.L.; Avila, M. E. 2012. Elaboración de una bebida saborizada (chocolate, guanábana y maracuyá) a partir de harina de semilla de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y avena". Ibarra – Ecuador.


Zea, J.P.; Ramos, M. A. 2013. Estudio de factibilidad económica para la producción y comercialización del amarato en la parroquia Susu del cantón Oña". Cuenca.

## 6.4. ANEXOS

### ANEXO 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO



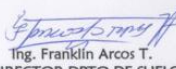
**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**DEPARTAMENTO DE SUELOS**

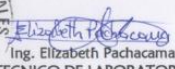


Nombre del Propietario: Lucía Bastidas  
 Remitente:  
 Ubicación: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO/FCA  
 Nombre de la granja: Parroquia  
 Ambato  
 Cantón  
**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**

Fecha de ingreso: 18/04/2016  
 Fecha de salida: 25/04/2016  
 Tungurahua  
 Provincia

Ident.	pH	% M.O	Cond. Eléct.		mg/L		Meq/100g			ppm		
			uS	NH4	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	
Suelo	7.5 L.Alc	0.6 B	148.7 No salino	14.0 B	39.9 A	0.41 B	3.6 B	2.9 M	0.33 B	0.5 B	13.9 B	

  
 Ing. Franklin Arcos T.  
 DIRECTOR DPTO DE SUELOS

  
 Ing. Elizabeth Pachacama  
 TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Tifono 2998220 Extensión 418  
 \*Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza\*

CODIGO	
Alc. Alcalino	A: alto
N: Neutro	M: medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo

### ANEXO 2. ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DÍAS (m)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,19	1,16	1,20	1,11	4,66	1,17
2	S1V2	0,71	0,69	0,62	0,66	2,68	0,67
3	S2V1	0,48	0,42	0,48	0,45	1,83	0,46
4	S2V2	0,67	0,66	0,79	0,67	2,79	0,70
5	S3V1	0,49	0,46	0,63	0,44	2,02	0,51
6	S3V2	0,48	0,47	0,51	0,47	1,93	0,48

**ANEXO 3. ALTURA DE PLANTA A LOS 150 DÍAS (m)**

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,59	1,62	1,69	1,82	6,72	1,68
2	S1V2	1,41	1,59	1,50	1,70	6,20	1,55
3	S2V1	1,31	1,52	1,53	1,25	5,61	1,40
4	S2V2	1,50	1,42	1,40	1,22	5,54	1,39
5	S3V1	1,53	1,40	1,39	1,15	5,47	1,37
6	S3V2	1,33	1,24	1,09	1,12	4,78	1,20

**ANEXO 4. ALTURA DE PLANTA A LOS 180 DÍAS (m)**

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,78	1,75	1,83	1,88	7,24	1,81
2	S1V2	1,60	1,73	1,64	1,73	6,70	1,68
3	S2V1	1,71	1,59	1,63	1,52	6,45	1,61
4	S2V2	1,52	1,51	1,68	1,36	6,07	1,52
5	S3V1	1,58	1,51	1,42	1,25	5,76	1,44
6	S3V2	1,56	1,47	1,23	1,36	5,62	1,41



**ANEXO 5. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 120 DÍAS (cm)**

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	0,87	0,96	0,82	0,99	3,64	0,91
2	S1V2	0,72	0,86	0,78	0,61	2,97	0,74
3	S2V1	0,82	0,84	0,84	0,75	3,25	0,81
4	S2V2	0,61	0,65	0,79	0,55	2,60	0,65
5	S3V1	0,62	0,62	0,63	0,64	2,51	0,63
6	S3V2	0,42	0,56	0,62	0,56	2,16	0,54

**ANEXO 6. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 150 DÍAS (cm)**

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,28	1,23	0,90	1,21	4,62	1,16
2	S1V2	1,06	0,89	1,17	1,02	4,14	1,04
3	S2V1	1,24	1,16	1,35	0,81	4,56	1,14
4	S2V2	0,99	0,88	0,94	0,77	3,58	0,90
5	S3V1	0,82	0,99	0,91	0,76	3,48	0,87
6	S3V2	0,64	0,89	0,88	0,77	3,18	0,80

## **ANEXO 7. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 180 DÍAS (cm)**

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,63	1,38	1,32	1,64	5,97	1,49
2	S1V2	1,45	1,33	1,51	1,24	5,53	1,38
3	S2V1	1,29	1,43	1,45	1,29	5,46	1,37
4	S2V2	1,19	1,25	1,22	1,06	4,72	1,18
5	S3V1	1,23	1,23	1,21	1,13	4,80	1,20
6	S3V2	1,12	1,13	1,06	1,09	4,40	1,10

## **ANEXO 8. NÚMERO DE PANOJAS POR PLANTA A LOS 120 DÍAS**

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,33	1,50	1,67	1,17	5,67	1,42
2	S1V2	1,00	1,33	1,00	1,00	4,33	1,08
3	S2V1	1,00	1,17	1,00	1,00	4,17	1,04
4	S2V2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
5	S3V1	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
6	S3V2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00

## ANEXO 9. NÚMERO DE PANOJAS POR PLANTA A LOS 150 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	2,00	2,33	2,00	2,33	8,66	2,17
2	S1V2	1,83	1,83	2,00	1,83	7,49	1,87
3	S2V1	2,00	1,50	1,83	1,50	6,83	1,71
4	S2V2	1,83	1,33	1,50	1,33	5,99	1,50
5	S3V1	1,33	1,50	1,33	1,83	5,99	1,50
6	S3V2	1,17	1,33	1,17	1,67	5,34	1,34

## ANEXO 10. NÚMERO DE PANOJAS POR PLANTA A LOS 180 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	2,67	2,83	2,83	2,83	11,16	2,79
2	S1V2	1,83	2,67	2,50	2,67	9,67	2,42
3	S2V1	2,33	2,00	2,00	2,50	8,83	2,21
4	S2V2	1,83	1,83	1,67	2,33	7,66	1,92
5	S3V1	2,33	2,33	2,50	2,50	9,66	2,42
6	S3V2	2,00	2,00	1,17	2,17	7,34	1,84

## ANEXO 11. DÍAS A LA COSECHA

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	203,00	210,00	203,00	203,00	819,00	204,75
2	S1V2	210,00	203,00	210,00	207,00	830,00	207,50
3	S2V1	217,00	203,00	207,00	210,00	837,00	209,25
4	S2V2	210,00	210,00	203,00	210,00	833,00	208,25
5	S3V1	217,00	210,00	210,00	210,00	847,00	211,75
6	S3V2	210,00	210,00	218,00	210,00	848,00	212,00

## ANEXO 12. RENDIMIENTO (kg/parcela)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	S1V1	1,22	1,16	1,29	1,34	5,01	1,25
2	S1V2	1,08	1,09	1,14	1,02	4,33	1,08
3	S2V1	1,01	0,96	1,02	0,97	3,96	0,99
4	S2V2	0,95	0,93	0,97	0,91	3,76	0,94
5	S3V1	0,89	0,88	0,91	0,90	3,58	0,90
6	S3V2	0,84	0,80	0,87	0,85	3,36	0,84

## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA**

#### **7.1. DATOS INFORMATIVOS**

Tema: producción de amaranto *Amaranthus quitensis*, manejando el sistema de siembra a chorro continuo.

#### **7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

Esta propuesta se planteó en relación a los mejores resultados encontrados en la investigación y en el análisis económico, en donde se observó que, el crecimiento y desarrollo de las plantas se incrementó, como también los rendimientos, con la siembra directa en el sistema de chorro continuo, con la variedad *Amaranthus quitensis*, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

#### **7.3. JUSTIFICACIÓN**

El amaranto y sangorache, han tomado importancia económica y social de manera paulatina. Siendo cultivos tan antiguos como la humanidad, son nuevos para los agricultores y consumidores ecuatorianos. Al igual que el chocho y la quinua, constituyen importantes alternativas para la agricultura de los valles y laderas ubicadas entre los 2 200 a 2 800 msnm., la alimentación a todo nivel y la exportación (Peralta, 2012).

Las organizaciones campesinas en torno a alternativas de producción deben ser privilegiadas para lograr la incorporación de valor agregado a la producción y una mejor opción de competitividad en el proceso de comercialización. Los agricultores necesitan acceso a mercados más competitivos y de alto valor. Para poder responder a las demandas de volumen y calidad de estos mercados, los pequeños productores tendrán que organizarse para planificar su producción y lograr contratos de producción con los compradores, especialmente la industria de procesamiento y exportación. El sector rural andino necesita una fuerte inversión socio tecnológica para ayudar a las

comunidades a desarrollar sus capacidades productivas en forma sostenible y ganar acceso a los mercados de alto valor del país y el extranjero (Saavedra, 2013).

En el Ecuador, no quedan evidencias relacionadas con la siembra del amaranto, pues su cultivo refugiado en las pequeñas parcelas de indígenas y campesinos, se ha conservado como una especie para uso medicinal y no como parte de los cultivos destinados para la alimentación. Dada la importancia de esta especie como alimento y para otros usos, su cultivo puede implementarse en el contexto de la diversidad de otros cultivos andinos que se manejan en las comunidades asentadas a lo largo del callejón interandino (Valdivieso y Suquilanda, s.f.).

#### **7.4. OBJETIVO**

Cultivar la variedad de amaranto *Amaranthus quitensis*, con el sistema de siembra a chorro continuo, para incrementar los rendimientos del cultivo, en condiciones medioambientales.

#### **7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Esta propuesta es factible efectuarla, valorando todos los aspectos técnicos que deben realizarse para llevar adelante un plan de producción del cultivo de amaranto, variedad *Amaranthus quitensis*, considerando el sistema de siembra de chorro continuo, con lo que se conseguirá mejorar los rendimientos del cultivo, con plantas mejor desarrolladas y vigorosas.

#### **7.6. FUNDAMENTACIÓN**

Hay mucho futuro en el cultivo de esta especie ya. Antiguamente sembraban de forma manual, ahora mecanizado, al igual que tantas otras, la producción del amaranto es de las más notables entre las llamadas "especies promisorias andinas el sangorache, es perseguido desde la colonia por los españoles que incluso llegaron a prohibir su consumo, ahora pareciera empezar a resurgir en comunidades No son propicias para su cultivo las zonas sometidas a heladas, dado que la planta es termófila (Expreso, 2011).

El ataco y el amaranto son plantas que se cultivan anualmente y que por pertenecer a la familia botánica de las amarantáceas y al género *Amaranthus*, tienen varias características en común. El amaranto, como verdura de hoja fue utilizada en América, desde hace 4 000 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).

## **7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

### **7.7.1. Toma de muestra del suelo para análisis**

Se tomarán varias muestras de suelo cubriendo en zigzag la totalidad de lote, para ser enviado al laboratorio, para su respectivo análisis.

### **7.7.2. Preparación del suelo**

La preparación del suelo se efectuará manualmente, roturando el mismo con azadón y nivelando con rastrillo.

### **7.7.3. Siembra**

Para la siembra, se trazarán pequeños surcos con una azadilla, de acuerdo a las distancias de siembra entre líneas y entre hileras. Se depositarán las semillas a chorro continuo a lo largo de cada uno de los surcos, procediendo a tapar con una fina capa de tierra.

### **7.7.4. Raleo**

Quince días después de la emergencia de las plántulas, se procederá a efectuar un raleo, eliminando las plántulas menos desarrolladas y dejando una sola planta por sitio.

#### **7.7.5. Control de malezas**

El control de malezas se hará manualmente, a los 30 días de la siembra. Para tal efecto se utilizará un azadón y un rastrillo.

#### **7.7.6. Fertilización de fondo**

El suelo se fertilizará con incorporación de macro elementos, según los resultados del análisis de suelo.

#### **7.7.7. Controles fitosanitarios**

Se efectuarán controles fitosanitarios para impedir la presencia de plagas y enfermedades, que afecten al cultivo.

#### **7.7.8. Aporque**

El aporque se realizará a los 120 días de la siembra, manualmente, con la ayuda de un azadón, con la finalidad de evitar el encame de las plantas.

#### **7.7.9. Riego**

Se efectuaron riegos preferentemente con el sistema de goteo, con la frecuencia de cada ocho días, incrementando a cada cuatro días en la etapa de floración del cultivo.

#### **7.7.10. Cosecha y trilla**

La cosecha se realizará cuando las panojas cambien de coloración rojiza o dorado a marrón. La planta presentará un aspecto seco color café. Para tal efecto, se cortarán las panojas utilizando una hoz. La trilla se efectuará manualmente, con tamices finos, para separar el material vegetal seco de la panoja, obteniendo de esta manera la semilla.



## **7.8. ADMINISTRACIÓN**

Esta propuesta se llevará a cabo mediante organizaciones capacitadas, que cuenten con los recursos y el personal técnico capacitado y adiestrado para el manejo del cultivo de amaranto. Las personas responsables del manejo tecnológico del cultivo, deberán entender a satisfacción los requerimientos de la variedad *Amaranthus quitensis* y de la siembra en el sistema de chorro continuo.

## **7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

Los resultados del cultivo de la variedad de amaranto *Amaranthus quitensis*, con el sistema de siembra a chorro continuo, para mejorar los rendimientos del cultivo, se informará a los pequeños y medianos productores mediante la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores y productores, con días de campo, en donde se efectuarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados y demostrar los beneficios de la utilización de éste tratamiento, incentivando y profundizando los conocimientos sobre las bondades del cultivo.