

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



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y FENOLOGÍA DE
CUATRO VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus sp.*) PARA LAS
CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”**

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

ENMA VICTORIA JIMÉNEZ SÁNCHEZ

ING. MG. JUAN CARLOS ALDAS JARRÍN

CEVALLOS - ECUADOR

2017

La suscrita ENMA VICTORIA JIMÉNEZ SÁNCHEZ, portadora de cédula de identidad número: 1804844106, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y FENOLOGÍA DE CUATRO VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus sp.*) PARA LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”, 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.

ENMA VICTORIA JIMÉNEZ SÁNCHEZ

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y FENOLOGÍA DE CUATRO VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus sp.*) PARA LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”, 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.

ENMA VICTORIA JIMÉNEZ SÁNCHEZ

Fecha:

“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y FENOLOGÍA DE CUATRO VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus sp.*) PARA LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”

REVISADO POR:

Ing. Mg. Juan Carlos Aldás J.
TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez A.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE TRIBUNA DE CALIFICACIÓN:

Ing. Mg. Marilú González P.
MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez A.
MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme el regalo más maravilloso que es la vida, y brindarme sabiduría y las fuerzas para alcanzar mis sueños y a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias por darme la oportunidad de estudiar.

Agradezco a todos mis profesores por brindar sus conocimientos, durante el transcurso de toda la carrera, mediante los cuales fueron muy importantes para la formación como profesional.

Agradezco al tutor Jng. Mg. Juan Carlos Aldás J., quien supo darme su apoyo durante el trabajo de investigación.

De igual manera agradezco al Jng. Mg. Alberto Gutiérrez A., asesor de biometría e Jng. Mg. Marilú González, asesora de redacción técnica, por brindarme su apoyo durante esta investigación.

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mi Dios con todo corazón, por no dejarme caer y darme fuerzas para salir adelante y bendecirme durante mi vida.

Con todo el amor del mundo les dedico a mis padres Eleofía Sánchez y Luis Jiménez por brindarme su apoyo incondicional y la fuerza para salir adelante y cumplir mis sueños.

A mis queridos hermanos Maribel, Christian, Morelia y Freddy, Darwin, Irma, Paola, Noemí que siempre me apoyaron.

A mis amigos y amigas que siempre estaban ahí para apoyarme, durante el trascurso de mi vida estudiantil universitaria.

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. Condiciones meteorológicas	04
Temperatura	04
Humedad	04
Vientos	04
Heliofanía	05
2.2.2. Caracterización de cuatro variedades de amaranto (<i>Amaranthus sp.</i>)	05
Caracterización	05
Descriptores	05
Descripción morfológica	05
Color del tallo (COTA)	05
Forma de la hoja (FOHO)	06
Color de las hojas (COHO)	07
Color de la inflorescencia (COIN)	07
Forma de la inflorescencia (FOIN)	08
Densidad de la inflorescencia (DEIN)	08
Color de semilla (COSE)	09
Ramificación lateral (RALAT)	09
Acame (ACAM)	09
Diámetro del tallo (DITA)	10
Longitud de la hoja (LOHO)	10
Ancho de hoja (ANHO)	10
Longitud de la inflorescencia (LOIN)	10
Diámetro de inflorescencia. (DIIN)	10
Altura de planta (ALT)	10
2.2.3. Cultivo de amaranto	10

Clasificación taxonómica	10
	Pág.
Morfología amaranto	11
Raíz	11
Tallo	11
Hojas	12
Inflorescencia	12
Semilla	12
Condiciones edafoclimáticas del cultivo	12
El clima	13
Suelo	13
Manejo del cultivo	13
Siembra	13
Fertilización	14
Crecimiento	14
Recolección	14
Almacenamiento	14
Manejo sanitario	15
Cuidados	15
CAPÍTULO III	16
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	16
3.1. HIPÓTESIS	16
3.2. OBJETIVOS	16
3.2.1 Objetivo general	16
3.2.2. Objetivos específicos	16
CAPÍTULO IV	17
MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	17
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	17
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	18
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	19
4.5. TRATAMIENTOS	19
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
4.7. VARIABLES RESPUESTA	21

4.8.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	25
4.9.	PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	27
	CAPÍTULO V	28
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1.	RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	28
5.1.1.	Características morfológicas	28
5.1.1.1.	Color de tallo (COTA)	28
5.1.1.2.	Forma de la hoja (FOHO)	29
5.1.1.3.	Color de la hoja (COHO)	29
5.1.1.4.	Color de la inflorescencia (COIN)	31
5.1.1.5.	Color de semilla (COSE)	32
5.1.1.6.	Forma de la inflorescencia (FOIN)	33
5.1.1.7.	Densidad de la inflorescencia (DEIN)	33
5.1.1.8.	Ramificación lateral (RALAT)	34
5.1.1.9.	Acame (ACAM)	34
5.1.2.	Crecimiento y desarrollo	35
5.1.2.2.	Días a la floración	36
5.1.2.3.	Altura de planta	37
5.1.2.4.	Diámetro de tallo	38
5.1.2.5.	Longitud de la hoja	38
5.1.2.6.	Ancho de la hoja	40
5.1.2.7.	Longitud de la inflorescencia	42
5.1.2.8.	Diámetro de la inflorescencia	43
5.1.2.9.	Días a la cosecha	45
5.1.2.10.	Rendimiento	47
5.2.	ANÁLISIS ECONÓMICO	49
5.3.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	52
	CAPÍTULO VI	53
	CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	65
6.1.	CONCLUSIONES	53
6.2.	RECOMENDACIONES	54
6.3.	BIBLIOGRAFÍA	54
6.4.	ANEXOS	59

CAPÍTULO VII	66
	Pág.
PROPUESTA	66
7.1. DATOS INFORMATIVOS	66
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	66
7.3. JUSTIFICACIÓN	66
7.4. OBJETIVO	67
7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	67
7.6. FUNDAMENTACIÓN	67
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO	68
7.8. ADMINISTRACIÓN	69
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	70

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Tratamientos	19
Tabla 2.	Color de tallo (COTA)	28
Tabla 3.	Forma de la hoja (FOHO)	29
Tabla 4.	Color de la hoja (COHO)	30
Tabla 5.	Color de la inflorescencia (COIN).....	31
Tabla 6.	Color de semilla (COSE)	32
Tabla 7.	Forma de la inflorescencia (FOIN)	33
Tabla 8.	Densidad de la Inflorescencia (DEIN)	33
Tabla 9.	Ramificación lateral (RALAT)	34
Tabla 10.	Acame (ACAM)	35
Tabla 11.	Análisis de variancia para días a la emergencia	35
Tabla 12.	Análisis de variancia para días a la floración	36
Tabla 13.	Análisis de variancia para altura de planta	37
Tabla 14.	Análisis de variancia para diámetro de tallo	38
Tabla 15.	Análisis de variancia para longitud de la hoja	39
Tabla 16.	Prueba de Tukey al 5% para longitud de la hoja	40
Tabla 17.	Análisis de variancia para ancho de la hoja	40
Tabla 18.	Prueba de Tukey al 5% para ancho de la hoja	41
Tabla 19.	Análisis de variancia para longitud de la inflorescencia	42
Tabla 20.	Prueba de Tukey al 5% para longitud de la inflorescencia	43
Tabla 21.	Análisis de variancia para diámetro de la inflorescencia	44
Tabla 22.	Prueba de Tukey al 5% para diámetro de la inflorescencia	44
Tabla 23.	Análisis de variancia para días a la cosecha	45
Tabla 24.	Prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha	46
Tabla 25.	Análisis de variancia para rendimiento	47
Tabla 26.	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento	47
Tabla 27.	Costos de inversión del ensayo (dólares)	49
Tabla 28.	Costos de inversión del ensayo por tratamiento	49
Tabla 29.	Ingresos totales del ensayo por tratamiento	50
Tabla 30.	Cálculo de la relación beneficio costo de los tratamientos con tasa de interés al 11%	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Color de tallo	06
Figura 2. Forma de la hoja	06
Figura 3. Color de la hoja	07
Figura 4. Forma de la inflorescencia	08
Figura 5. Densidad de la inflorescencia.....	08
Figura 6. Colores de la semilla	09
Figura 7. Color de tallo	29
Figura 8. Color de la hoja	30
Figura 9. Color de la inflorescencia	31
Figura 10. Color de semilla	32
Figura 12. Rendimiento en las tres variedades de amaranto.....	48

RESUMEN

La investigación se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la UTA, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, con el propósito de: establecer las características morfológicas de cuatro variedades de amaranto (*Amaranthus cruentus*V1, *Amaranthus caudatus*V2, *Amaranthus hypochondriacus*V3 y *Amaranthus quitensis*V4); y evaluar el crecimiento, desarrollo y el rendimiento del cultivo.

Se emplearon cuatro tratamientos. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA) y pruebas de significación de Tukey al 5%. El análisis económico se realizó siguiendo la metodología de relación beneficio/costo (RBC).

En relación a las características morfológicas, *Amaranthus cruentus*(V1), presentó tallos de color cromática con amarillo, hojas de color acromático con negro, inflorescencias de color cromática con amarillo y semillas de color cromática con amarillo. La forma de la hoja fue ovalada y de la inflorescencia en espiga. Inflorescencias densas o compactas. Presentó así mismo ramificación lateral con ramas cortas a lo largo del tallo, sin acame.

Con respecto a la variedad, *Amaranthus caudatus* V2, presento tallo de color cromático con amarillo, hojas acromático con negro. Inflorescencias de color cromático con amarillo, semilla color cromático con amarillo, la forma de la hoja fue ovalada y de la inflorescencia en espiga. Inflorescencias con pocas ramas a la base del tallo, sin acame.

La variedad, *Amaranthus hypochondriacus*V3, presento tallo de color acromático con negro naranja, hojas acromático naranja. Inflorescencias de color acromático con negro azul violeta, semilla color acromático con negro azul violeta, la forma de la hoja fue ovalada y la forma de la inflorescencia en espiga. Inflorescencias con pocas ramas a la base del tallo, sin acame.

Por último, la variedad, *Amaranthus quitensis* V4); presento tallo de color acromático con negro azul violeta, hojas acromático con negro azul violeta. Inflorescencias de color acromático con negro azul violeta, semilla color acromático con negro azul violeta, la forma de la hoja fue ovalada y la forma de la inflorescencia en espiga. Inflorescencias sin ramificaciones en la base del tallo, sin acame.

Con respecto al crecimiento y desarrollo de las plantas, se estableció que, *Amaranthus cruentus* (V1), reportó los mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en la floración, al registrarse mayor longitud de la hoja (12,43 cm), como ancho de la hoja (5,80cm). Las inflorescencias fueron de mayor longitud (58,01 cm) y mejor diámetro (9,00 cm), consecuentemente se obtuvieron los mejores rendimientos (5,30 kg/parcela), por lo que es la variedad que mejores características presentó, en las condiciones ambientales del cantón Cevallos.

Del análisis económico se concluye que la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,39, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,39 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

Adaptación: desarrollar con éxito sus funciones en condiciones de su hábitat.

Variedad: es una población con caracteres que la hacen reconocible

SUMMARY

The research was done at the Querochaca Experimental Teaching Farm, Agricultural Sciences Faculty, located in Cevallos canton, Tungurahua province, with the purpose of establishing the morphological characteristics of four amaranth varieties (*Amaranthus cruentus* V1 , *Amaranthus caudatus* V2, *Amaranthus hypochondriacus* V3 and *Amaranthus quitensis* V4); To more than, evaluate growth and development and performance.

The treatments were four. We used the completely randomized block design with four treatments and three replicates. The analysis of variance (ANOVA) and significance tests of Tukey at 5% were performed. The economic analysis was performed following the methodology of benefit/cost ratio (CBR).

In relation at morphological characteristics, *Amaranthus cruentus* (V1) presented stems of chromatic color with yellow, leaves of achromatic color with black, inflorescences of chromatic color with yellow and seeds of color chromatic with yellow. The shape of the leaf was oval and of the inflorescence in spike. Dense or compact inflorescences. It also presented lateral branch with short branches along the stem, without lodging.

With regard to variety, *Amaranthus caudatus* V2, I present chromatic color stalk with yellow, achromatic leaves with black. Inflorescences of chromatic color with yellow, seed color chromatic with yellow, the form of the leaf was oval and of the inflorescence in spike. Inflorescences with few branches at the base of the stem, without intercourse.

The variety, *Amaranthus hypochondriacus*V3, featured achromatic stem color with black orange, achromatic orange leaves. Inflorescences of achromatic color with black blue violet, achromatic color seed with black blue violet; the shape of the leaf was oval and the shape of the inflorescence in spike. Inflorescences with few branches at the base of the stem, without intercourse.

Finally, the variety, *Amaranthus quitensis*V4); I present achromatic color stem with black blue violet, achromatic leaves with black blue violet. Inflorescences of achromatic color with black blue violet, achromatic color seed with black blue violet,

the shape of the leaf was oval and the shape of the inflorescence in spike. Inflorescences without branching at the base of the stem, without intercourse.

With respect to plant growth and development, it was established that *Amaranthus cruentus* (V1) reported the best results, both in plant growth and development, and in flowering, with a higher leaf length (12,43 cm), as leaf width (5,80 cm). The inflorescences were of longer length (58,01 cm) and better diameter (9,00 cm), consequently the best yields were obtained (5,30 kg/plot).

From the economic analysis it is concluded that the *Amaranthus cruentus* variety (V1), reached the highest cost benefit ratio of 0,39, where the net benefits obtained were 0,39 times what was invested.

Adaptation: to successfully develop their functions in conditions of their habitat.

Variety: is a population with characters that make it recognizable..

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto, *Amaranthus sp.*, originario de América y conocido en Ecuador como ataco, sangorache o quinua de castilla, ha sido desplazado de los campos de cultivo, hasta casi desaparecer como especie alimenticia. Cuando los españoles llegaron al continente americano, encontraron al amaranto, junto con el maíz y la quinua, como los principales granos alimenticios de las poblaciones nativas. En la actualidad el amaranto no es cultivado en las comunidades ecuatorianas, la falta de conocimiento, la escasez de semilla, ha influenciado para que el agricultor no lo vea como un cultivo alternativo, dándole muy poca importancia y desconociendo las características nutricionales del mismo, así como el amplio rango de adaptación a ambientes desfavorables, sequía, altas temperaturas o dos suelos salinos, los mismos que son limitantes para otros cultivos (Nieto, 2004).

El amaranto aporta energía como los cereales, proteínas como las leguminosas, vitaminas y minerales como las verduras. Es fuente de Vitaminas A, B, C y D, Potasio, Calcio, Hierro y Fósforo. Contiene lisina, un aminoácido raro en otros cereales que ayuda al crecimiento, formación de enzimas, anticuerpos, obtención de energía y síntesis de proteínas. Su aporte de Magnesio relaja las arterias y venas reduciendo la hipertensión y arritmias cardíacas. Ayuda a mantener los niveles de glucosa en sangre. (Indesol, 2007).

La caracterización debe permitir diferenciar a las variedades de una especie. Las características morfológicas de las plantas han sido utilizadas por el hombre desde el momento en el cual comenzó a recolectar semillas y a seleccionar especies vegetales que le podían servir para satisfacer sus necesidades básicas. (Ruiz, 2012).

La planta en estado fresco hasta la formación de la inflorescencia, se utiliza como forrajera para la alimentación del ganado sobre todo para combinar con otras especies forrajeras. Además el amaranto puede ser utilizado para la producción de concentrados proteicos foliares debido a su alto rendimiento de biomasa verde, alto rendimiento de proteína y su capacidad de sobrevivir en condiciones marginales de suelo. Los granos hacen una magnífica combinación con otros granos para alimentar aves de corral, o

preparar cualquier otro tipo de alimento balanceado para uso animal. En la industria se utiliza el Amaranto para obtener colorantes vegetales principalmente amarantina que se utiliza para la coloración de alimentos dando colores sumamente vistosos. (FAO, 2013).

El cultivo de amaranto puede prosperar en condiciones agroclimáticas adversas como la sequía, altas temperaturas, y suelos salinos. Esta semilla por tal motivo demuestra tener una gran versatilidad el momento de su uso, proponiéndola en el área industrial alimenticia para incentivar su consumo en la repostería, creando nuevas tácticas para un incremento en su consumo por los potenciales consumidores. (Rojas, 2003).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Ramírez (2007), en su trabajo de investigación titulado “Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto” indica se utilizaron 10 variedades de amaranto, cinco provenientes de Hungría y tres de México, todas con protección a derechos de obtentor, una variedad de Brasil y otra de México para evaluar la distinción, consideradas como candidatas.

Escobedo López (2015), manifiesta en su trabajo de investigación “El amaranto una opción al cambio climático y la soberanía alimentaria”, que es una planta que tiene la capacidad de crecer en suelos pobres y en condiciones poco favorables. Presenta una notable capacidad de desarrollarse bajo ambientes salinos no aptos para otros cultivos, como cereales, con una baja disponibilidad hídrica y una alta intensidad luminosa.

Daninha (2003), indica en su tema de investigación “Las diferencias morfológicas entre *Amaranthus cruentus*, BRS Alegría, y la maleza *A. hybridus*”. Las diferencias morfológicas se hacen más visibles después de la floración: ramas con flores axilares y terminales, en contraste con el amaranto, en el que la inflorescencia (panoja) es apical; (*A. cruentus*), presenta 180 cm, de los cuales la panícula ocupa 48 cm; madurez fisiológica a los 90 días; la resistencia al encamado; y 0,68 g por 1.000 semillas, con una producción de 2,3 t/ha (semillas) y 5,6 t/ha (biomasa total).

González Rosales (2000), explica en su trabajo de investigación “La caracterización morfológica de 30 muestras de (*Amaranthus spp.*)”, así como la determinación de especie. Cada muestra tenía 40 ejemplares de los cuales se caracterizaron 10 al azar. El 29,03% de caracteres observados se manifestaron constantes (habito de crecimiento, pubescencia de hoja, tipo de raíz, inflorescencia axilar, forma y cubierta de semilla, rango de germinación y prominencia de las venas en hojas).

INIAP (1994), manifiesta en su tema: “INIAP-Alegría primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana”. La variedad INIAP-Alegría fue obtenida por selección de la variedad Alan García introducida desde el Cuzco-Perú y su nueva identificación es el número ECU-2210. Por sus características morfológicas, pertenece a la especie *Amaranthus caudatus* L., presenta hojas verdes claras de forma ovalada-alargada, y panojas rosadas, semirectas. De sus características agronómicas lo más sobresaliente, es su precocidad y porte bajo de planta, que permite la cosecha mecánica. Su potencial de rendimiento es superior a los 3500 kg/ha, con un promedio de alrededor de 2000 kg/ha.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Condiciones meteorológicas

Temperatura

La temperatura media anual óptima para el desarrollo, crecimiento y rendimiento del amaranto, oscila entre 13,7 y 28,9°C. El umbral mínimo para crecimiento es de 7°C, con un máximo de 47°C y un óptimo de 25°C. (Corral, 1999).

Humedad

Dentro de la conservación se requiere un 80% de humedad relativa para evitar de esta forma que el grano se seque, aunque el Amaranto puede llegar a tolerar hasta un 60% de humedad y el grano se seguirá secando equilibradamente. (Saavedra, 2013).

Vientos

Se produce en las épocas cercanas a la cosecha, puede afectar al cultivo del amaranto, produciendo su acame y consecuentemente una baja sensible en su rendimiento. (Saavedra, 2013).

Heliofanía

La mayoría de las variedades de amaranto requieren periodos cortos de luz diurna Sin embargo, hay especies que florecen en días cuyo periodo es de 4,78 horas/ día. (Ponté, 2010).

2.2.2. Caracterización de cuatro variedades de amaranto (*Amaranthus sp.*)

Caracterización

Conversión de los estados de un carácter en términos de dígitos, datos o valores, mediante el uso de descriptores. Todos los estados de un mismo carácter deben ser homólogos. (Gómez, 2000).

Descriptores

Codificadores o marcadores: Son características que se expresan más o menos estables bajo la influencia de diferentes condiciones de medio ambiente, permiten identificar los individuos. (Gómez, 2000).

Descripción morfológica

Estudios morfológicos fue el reconocimiento de los tipos fundamentales de órganos que constituyen el cuerpo de la planta (hoja, tallo y raíz). (Pérez-García, 2002)

Color del tallo (COTA)

Se caracterizó el tallo utilizando la siguiente escala:

1. Verde;
2. Verde con estrías rojas o púrpuras;
3. Rojo o púrpura;
4. Dorado



Figura 1. Colorde tallo

Fuente: Hernández, (2013)

Forma de la hoja (FOHO)

Se califica a las plantas seleccionadas para la descripción de las mismas, utilizando la siguiente escala. Está caracterización se toma durante la floración:

1. Lanceolada
2. Elíptica
3. Cuneada
4. Obovada
5. Ovatinada
6. Rómbica
7. Ovalada
8. Otra forma diferente

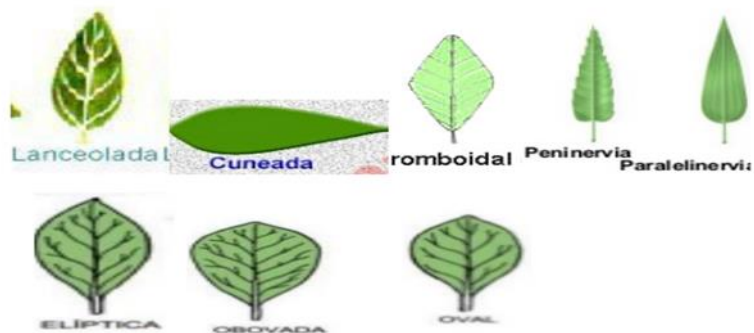


Figura 2. Forma de la hoja

Fuente: Torralba (2013)

Color de las hojas (COHO)

Se caracterizó durante la floración ya que es en esa etapa en la que se presenta los colores más representativos:

1. Lámina entera de color púrpura
2. Hojas con área basal pigmentada
3. Hojas con una mancha central
4. Hoja con dos franjas en forma de V
5. Hoja con una franja en forma de V
6. Hoja con margen y venas pigmentadas
7. Hoja con una franja verde pálido sobre verde normal
9. Verde oscuro



Figura 3. Color de la hoja

Fuente: Torralba (2013)

Color de la inflorescencia (COIN)

Se caracterizó durante floración:

1. Amarilla
2. Verde
3. Rosa
4. Roja o púrpura
5. Otro
6. Mezcla de inflorescencias de diferentes colores

Forma de la inflorescencia (FOIN)

Esta caracterización se clasifica por su forma de inflorescencia:

1. Espiga
2. Panícula con ramificaciones cortas
3. Panícula con ramificaciones largas
4. Inflorescencia con agrupación en el ápice
5. Otras formas

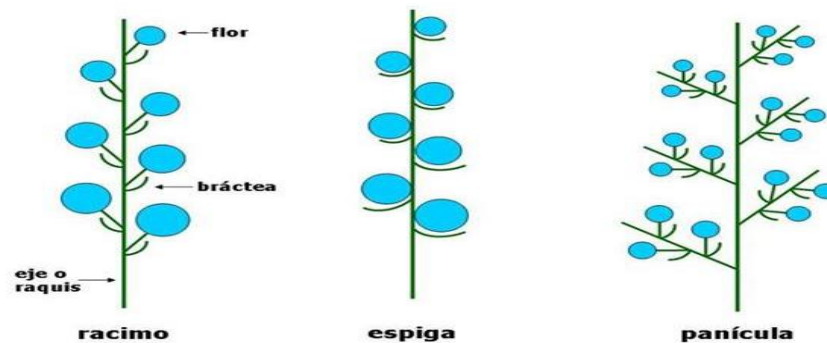


Figura4. Forma de la inflorescencia (FOIN)

Fuente: Hernández(2013)

Densidad de la inflorescencia (DEIN)

Esta caracterización se clasifica de acuerdo a la densidad de su inflorescencia tomando en cuenta la escala siguiente

1. Intermedia
2. Densa o compacta



Densa o compacta. Intermedia

Figura5. Densidad de la inflorescencia

Fuente: Galvan (2011)

Color de semilla (COSE)

Esta característica de variedad, el color de la semilla del germoplasma, se clasifica de acuerdo a la escala siguiente:

1. Amarillo pálido
2. Rosa
3. Café
4. Negra;
5. Mezclas



Figura6. Colores de la semilla

Fuente: Ruiz (2013)

Ramificación lateral (RALAT)

Se evaluó las diferentes colectas por sus grados de ramificación lateral, siendo estas: 0 sin ramificación; 1 ramas cortas a lo largo del tallo; 2 pocas ramas en la base del tallo; 3 muchas ramas en la base del tallo; y 4 muchas ramas a lo largo del tallo. (Hernández, 2013).

Acame (ACAM)

Esta caracterización se observada cuando la planta llega a la madurez.

0. Sin acame
1. Bajo
2. Moderado
3. Altos

Diámetro del tallo (DITA)

Esta característica se toma después de la floración a 20 cm de la base del tallo.

Longitud de la hoja (LOHO)

Se mide de la sexta a la octava hoja de diez plantas de cada colecta. Este dato se toma después de la floración cuando las hojas hayan terminaron su desarrollo.

Ancho de hoja (ANHO)

Se toma de la sexta a la octava hoja de las plantas seleccionadas.

Longitud de la inflorescencia (LOIN)

Esta característica se toma desde la base del ápice de la inflorescencia, cuando la planta llegue a la madurez.

Diámetro de inflorescencia. (DIIN)

Este dato se toma a la madurez midiéndose el diámetro a la mitad de la inflorescencia.

Altura de planta (ALT)

Esta característica se tomó desde el nivel del suelo hasta el ápice de la inflorescencia durante la madurez.

2.2.3. Cultivo amaranto

Clasificación taxonómica

Montenegro (2012), clasificataxonómicamente al amaranto de la siguiente manera:

Reino:	Planta
Subreino:	Embriofitas
División:	MPagnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Caryophilidae
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	<i>Amaranthus</i>
Subgénero:	<i>Acnida</i> (dioica) <i>Amaranthus</i> (monoica)

Morfología amaranto

El amaranto es una planta anual, herbácea, posee diferentes colores, con tallos largos que crecen rápidamente, alcanzan una altura de hasta 2,60 m. aproximadamente, con un ciclo vegetativo de 180 días en climas templados y en la costa de 120 días teniendo una reducción aún más en la selva ya que es de 90 días. En conclusión el amaranto es tolerable al calor y la sequía. (Díaz, 2015).

Raíz

La raíz es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo mantener el peso de la panoja. Las raíces primarias llegan a tomar consistencia leñosa que anclan a la planta firmemente y que en muchos casos sobre todo cuando crece algo separado de otras, alcanza dimensiones considerables. En caso de ataque severo de nematodos se observan modulaciones prominentes en las raicillas. (Reinoso, 2008).

Tallo

El tallo es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0,4 a 3 m de longitud, cuyo grosor disminuye de la base al ápice, presenta distintas coloraciones que generalmente coincide con el color

de las hojas, aunque a veces se observa estrías de diferentes colores, presenta ramificaciones que en muchos casos empiezan desde la base o a media altura y que se originan de las axilas de las hojas. El número de ramificaciones es dependiente de la densidad de población en la que se encuentre el cultivo. (Sierra, 2014).

Hojas

Las hojas son pecioladas, sin estípulas de formas ovales, elípticas, opuestas o alternas con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero, de tamaño variable de 6,5-15 cm. (Tapia, 2008).

Inflorescencia

La inflorescencia del cultivo de amaranto corresponde a panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, con colores muy hermosos que van del amarillo, anaranjado, café, rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0,5-0,9 m pudiendo presentar diversas formas incluso figuras caprichosas. Son amarantiformes cuando los amentos de dicasios son rectilíneos o compuestos dirigidos hacia arriba o abajo según sea la inflorescencia erguida o decumbente y es glomerulado cuando estos amentos de dicasios se agrupan formando glómérulos de diferentes tamaños. (Mora, 2008).

Semilla

La semilla es muy pequeña apenas mide de 1 a 1,5 mm de diámetro, el grano tiene de 1000 a 3000 semillas, es ligeramente aplanada, tiene colores como blanco amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras, y negros. La planta del amaranto puede producir más de 50000 semillas, incluso otras producen de 115000 hasta 200000 semillas, de estos valores solo una parte llega al suelo germinan y dan plantas adultas. (Vibrans, 2008).

Condiciones edafoclimáticas del cultivo

El amaranto tiene un amplio rango de adaptabilidad tanto en suelo como climas. Este cultivo tiene amplia adaptación a condiciones de altitud que van desde el nivel del mar hasta los 3710 msnm (Gomez, 2014).

El clima

La temperatura media anual óptima para el desarrollo, crecimiento y rendimiento del amaranto, oscila entre 13,7 y 28,9°C. El umbral mínimo para crecimiento es de 7°C, con un máximo de 47°C y un óptimo de 25°C. (Corral, 1999).

Suelo

Los suelos, se deben preferir los de textura franca, con un buen contenido de materia orgánica y con pH entre 5,5 a 7. El cultivo de amaranto presenta un mejor comportamiento en suelos con buen drenaje y por lo general es afectado por suelos arcillosos y anegados. Se desarrolla en suelos que van desde muy ácidos, y de alto contenido de aluminio hasta suelos alcalinos y salinos. El amaranto requiere una humedad adecuado en la germinación de las semillas y el crecimiento inicial, luego de que las plántulas se han establecido prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada, crecen mucho mejor en ambientes cálidos y secos que en ambientes de exceso de humedad. También se adapta a casi todos tipos de suelos, pero las especies productoras de grano, crecen en suelos bien drenados con pH neutro o alcalino generalmente superior a seis. (Velásquez, 1993).

Manejo del cultivo

Siembra

Con un kilogramo de semilla, se pueden sembrar tres hectáreas, es decir, necesitamos 333 g/ha. Para dimensiones más pequeñas y pensando en número de semillas, necesitaríamos unas 55 semillas/m². La profundidad de siembra es sumamente importante, los mejores resultados se obtienen cuando se siembra de 1 a 2 cm de la superficie del suelo. Si la profundidad es mayor se tienen problemas pues la emergencia es muy irregular. Además, el suelo o sustrato debe de estar húmedo en este momento. (García, 2009).

Fertilización

Una recomendación de fertilización general es aplicar 100-60-20 kg por hectárea de N-P₂ O₅ -K₂O, equivalente a 200 kg de 10-30-10 a la siembra más 200 kg de urea o nitrato de amonio a la deshierba. (Peralta, 2012).

Crecimiento

El cultivo del amaranto es altamente eficiente por lo que puede prosperar en condiciones agroclimáticas adversas: sequía, altas temperaturas o suelos salinos. Su ciclo vegetativo tiene un promedio de 180 días, desde que germina hasta que la semilla alcanza su madurez. (Huerto, 2014).

Recolección

La cosecha se debe realizar cuando las plantas se presentan de color pardo amarillento. En todo caso, presenta cierta dehiscencia en la base de las panojas y los granos, se tornan de aspecto harinoso, cuando han llegado a la madurez de la cosecha. Después de haber suspendido el riego, deja pasar tres días y coséchalas. La forma tradicional de cosechar el grano de amaranto consiste encortar las panojas, ponerlas a secar durante dos o tres días al sol sobre una manta o superficie de cemento, y luego trillarlas, golpeándolas con varazo pisoteándolas con animales; la semilla se limpia venteándola. (Díaz, 2015).

Almacenamiento

La humedad recomendable para almacenar la semilla es de 10 a 12%, lo cual se logra secándola al sol durante dos a tres días, como ya se ha comentado. El grano almacenado libre de plagas y enfermedades conserva su potencial nutritivo, entre los 5 y 7 años si se mantiene en un lugar seco, fresco y ventilado. Un problema que puede surgir es la inhalación de polvo de amaranto directa por la manipulación del mismo, la cual debe minimizarse con el uso máscaras, para evitar que la exposición repetida que pueda llevar a problemas respiratorios. (Villacrés, 2012).

Manejo sanitario

Cuidados

Es importante tener la planta en un lugar con luz. Las plagas no suelen atacarlo. De hecho, la planta genera enzimas que combaten a los insectos manera natural y cuando es atacada, mueve los azúcares lejos de donde se encuentra la fuente del daño, por lo que éstos, se quedan sin alimento. Además, la incidencia de plagas y enfermedades puede disminuirse mediante la rotación de cultivos. Después del establecimiento del cultivo, lo más importante es la deshierba. Para lograr esto son necesarias dos escardas, la primera cuando la planta tenga de 10-20 cm de altura, y el segundo a los 40 o 50 cm de altura. Es importante resaltar que se debe poner especial cuidado con la maleza en las primeras etapas de crecimiento, ya que el amaranto crece muy lento durante el primer mes. (Huerto, 2014).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Ha = Las condiciones meteorológicas del cantón Cevallos, son favorables para el cultivo de amaranto (*Amaranthus sp.*).

Ho = Las condiciones meteorológicas del cantón Cevallos, no son favorables para el cultivo de amaranto (*Amaranthus sp.*).

3.2. OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo general

Determinar las características morfológicas y el desarrollo de cuatro variedades de Amaranto (*Amaranthus sp.*) en las condiciones meteorológicas del cantón Cevallos.

3.2.2. Objetivos específicos

Establecer las características morfológicas de cuatro variedades de amaranto (*Amaranthus sp.*), en relación a los descriptores estudiados.

Evaluar el rendimiento, de las variedades de amaranto (*Amaranthus sp.*).

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 Estación Meteorológica de la Granja Docente Querochaca durante el desarrollo del ensayo, el clima del lugar presentó las siguientes características; temperatura media anual de 13,28°C, precipitación acumulada de 303,6 mm, humedad relativa de 74,38%, heliofanía 1 147 horas sol, velocidad del viento de 1,76 m/s con frecuencia Este (INAMHI, 2016). Los anexos 1 y 2, muestran los valores meteorológicos por cada mes, durante el desarrollo del ensayo.

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. El análisis de suelo del lote donde se realizó el ensayo, se muestra en el anexo 3.

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 cuatro variedades: *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus quitensis*.

4.3.2. Equipos y herramientas

Tractor, arada, rastra, bomba de mochila de 20 litros, rastrillo, azadón, azadilla, pala de jardín, espeque, balanza, calibrador pie de rey, hoz.

4.3.3. Agroquímicos e insumos agrícolas

Cipermetrina (Cipermetrina), abono de ovino y cuy.

4.3.4. Materiales de oficina

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

4.3.5. Materiales varios

Flexómetro, letreros de identificación, estacas, balde, tanque de 200 l, GPS, fundas plásticas, piola, Atlas de colores para vegetales, cinta métrica, flexómetro, Balanza, tamices finos, estacas.

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Variedades de amaranto

<i>Amaranthus cruentus</i>	V1
<i>Amaranthus caudatus</i>	V2
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	V3
<i>Amaranthus quitensis</i>	V4

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron cuatro como se detalla en la tabla 1.

TABLA 1. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Variedades de amaranto
1	V1	<i>Amaranthus cruentus</i>
2	V2	<i>Amaranthus caudatus</i>
3	V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
4	V4	<i>Amaranthus quitensis</i>

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado y pruebas de significación de Tukey al 5%.

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:	7,8 m
Ancho de la parcela:	3,2 m
Área por parcela:	24,96 m ²
Número de plantas por parcela:	208
Número de plantas/tratamiento:	832
Distancia entre plantas:	0,30 m
Distancia entre hileras:	0,40 m
Número total de parcelas:	12
Número de plantas/total ensayo:	2 496
Superficie total del ensayo:	341,32 m ²
Superficie total de las parcelas:	299,52 m ²
Superficie de caminos :	41,80 m ²
Número de plantas a evaluar/parc.:	10

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Morfológicas

A diez plantas tomadas al azar de cada parcela experimental, se determinaron las características morfológicas, según los siguientes descriptores:

4.7.1.1. Color del tallo (COTA)

Esta característica se tomó, con el atlas de colores de vegetales utilizada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP (Kuppers, 1979).

4.7.1.2. Forma de la hoja (FOHO)

Esta variable se determinó calificando a la misma según la siguiente escala (Hernández, 2013):

1. Lanceolada
2. Elíptica
3. Cuneada
4. Obovada
5. Ovatada
6. Rómbica
7. Ovalada
8. Otra forma diferente

4.7.1.3. Color de la hoja (COHO)

El color de la hoja se tomó en la floración, utilizando el atlas de colores proporcionada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP (Kuppers, 1979).

4.7.1.4. Color de la inflorescencia (COIN)

Esta caracterización se hizo durante floración utilizando el atlas de colores, procedente Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP (Kuppers, 1979).

4.7.1.5. Forma de la inflorescencia (FOIN)

Esta caracterización fue observada y tomada de acuerdo a los descriptores (Hernández, 2013):

1. Espiga
2. Panícula con ramificaciones cortas

3. Panícula con ramificaciones largas
4. Inflorescencia con agrupación en el ápice
5. Otras formas

4.7.1.6. Densidad de la inflorescencia (DEIN)

Esta caracterización fue determinada de acuerdo a los descriptores (Hernández, 2013):

1. Intermedia
2. Densa o compacta.

4.7.1.7. Color de semilla (COSE)

Esta caracterización se estableció con el atlas de colores para vegetales, utilizada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP (Kuppers, 1979).

4.7.1.8. Ramificación lateral (RALAT)

Esta caracterización fue observada de acuerdo a los descriptores (Hernández, 2013):

- 0 Sin ramificación
- 1 Ramas cortas a lo largo del tallo
- 2 Pocas ramas en la base del tallo
- 3 Muchas ramas en la base del tallo
- 4 Muchas ramas a lo largo del tallo
(Hernández, 2013)

4.7.1.9. Acame (ACAM)

Este dato fue observado en cada tratamiento trascurso de ciclo del cultivo, calificando según el siguiente descriptor (Hernández, 2013):

0. Sin acame
1. Bajo
2. Moderado
3. Altos

4.7.2. Crecimiento y desarrollo

De cada parcela experimental, se tomaron diez plantas al azar, para determinar las siguientes variables de crecimiento y desarrollo.

4.7.2.1. Días a la emergencia

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 80% de plántulas de la parcela total emergieron del suelo.

4.7.2.2. Días a la floración

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 80% de plántulas de la parcela total presentaron el apareamiento de la inflorescencia.

4.7.2.3. Altura de planta

Utilizando una cinta métrica, se determinó el crecimiento en altura de planta, midiendo desde la base de la planta hasta el ápice de la misma (brote terminal o panoja). La lectura se efectuó al momento de la maduración de las panojas (seis meses de la siembra).

4.7.2.4. Diámetro de tallo

Se midió el diámetro de tallo, utilizando un calibrador Vernier, midiendo a 5 cm del nivel del suelo. La lectura se efectuó al momento de la maduración de las panojas (seis meses de la siembra).

4.7.2.5. Longitud de la hoja

Después de la floración, cuando las hojas terminaron su desarrollo, se midió de la sexta a la octava hoja, utilizando un pie de rey, expresando los datos en centímetros.

4.7.2.6. Ancho de la hoja

Después de la floración, cuando las hojas terminaron su desarrollo, se midió de la sexta a la octava hoja, utilizando un pie de rey, expresando los datos en centímetros.

4.7.2.7. Longitud de la inflorescencia

Con la ayuda de un flexómetro, se midió la longitud de las inflorescencias, midiendo desde la base hasta el ápice de la misma, efectuando la lectura cuando las plantas estuvieron en madurez (seis meses de la siembra).

4.7.2.8. Diámetro de la inflorescencia

Con la ayuda de un pie de rey, se midió el diámetro de la inflorescencia, midiendo en la parte media de la misma, efectuando la lectura cuando las plantas estuvieron en madurez (seis meses de la siembra).

4.7.2.9. Días a la cosecha

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se produjo la cosecha de las plantas de la parcela total.

4.7.2.10. Rendimiento

La evaluación del rendimiento, consistió en el peso de la semilla del total de plantas cosechadas por parcela. Los datos se expresaron en kilogramos por parcela.

4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

4.8.1. Toma de muestra del suelo para análisis

Se tomaron varias muestras de suelo cubriendo en zigzag de todo el lote, para luego conformar una muestra la que fue enviada al laboratorio de Suelos y Aguas de la

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), para su respectivo análisis. El anexo 3, muestra los resultados.

4.8.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se hizo mecánicamente, mediante una arada y rastrada. Al tratarse de una semilla muy pequeña, el suelo debe estar bien preparado, desterronado y mullido. Se roturo con azadón y se niveló con rastrillo.

4.8.3. Trazado de parcelas

Se trazaron los bloques y las parcelas utilizando flexómetro, piolas y estacas, delimitando de acuerdo al diseño experimental planteado y con las medidas planteadas para el ensayo.

4.8.4. Rotulación

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

4.8.5. Siembra

Se utilizaron 250 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. Se utilizó el sistema de siembra de semillas por golpe, para lo cual se efectuaron hoyos en el suelo a 30 cm entre plantas y 40 cm entre hileras, con la azadilla, donde se depositaron cinco semillas por hoyo, cubriéndolas con una fina capa de suelo.

4.8.6. Raleo

A los 20 días de la emergencia de las plántulas, se procedió a efectuar un raleo, eliminando las plántulas menos desarrolladas y dejando una sola planta por sitio.

4.8.7. Control de malezas

El control de malezas se hizo manualmente, a los 45 días de la siembra. Para tal efecto se utilizó un azadón y un rastrillo.

4.8.8. Abonadura orgánica

Se efectuó un solo aporte antes de la siembra incorporando 3,8 kg/m² de materia orgánica descompuesta de ovino y cuy, para aportar con nutrientes al suelo, teniendo en cuenta el nivel de materia orgánica en el análisis de suelo (anexo 3) fue bajo.

4.8.9. Controles fitosanitarios

Se efectuó un control fitosanitario durante el desarrollo del ensayo, aplicando Cipermetrina¹⁰ EC (Cipermetrina), a los 120 días de transcurrido el ensayo, en dosis de 1 cc/l, para el control de trazadores (*Agrotys*sp.), cubriendo el total del follaje de las plantas, utilizando una bomba de mochila de 20 litros.

4.8.10. 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.

4.8.11. Riegos

El cultivo de amaranto es de temporal o seco. Se regó por gravedad o surco, cada 30 días, con énfasis en floración y llenado de grano.

4.8.12. Cosecha y trilla

La cosecha se realizó cuando las panojas tornaron de coloración rojiza o de dorado a marrón. La planta presenta un 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, para obtener la semilla.

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos tomados en el campo, se procesaron utilizando el programa estadístico Infostat, 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. Características morfológicas

5.1.1.1. Color de tallo (COTA)

Mediante la tabla 2, se observa el color de tallo de cada variedad, donde *Amaranthus cruentus*(V1) presentó el 100% de las plantas con color de tallo mezcla cromática con amarillo en la escala A30M00C20; la variedad *Amaranthus caudatus* (V2), reportó el 50% de plantas tallos color mezcla cromática amarilla en escala A10M90C30 y el 50% plantas con color mezcla cromática amarilla en escala A10M99C20. En la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3), se observó el 66,67% de plantas con tallos color acromático con negro–naranja en escala de N60A30M99 y el 33,33% de plantas con tallos color acromático con negro azul/violeta en escala N80A00N70. La variedad *Amaranthus quitensis* (V4), expresó el 83,33% de plantas con el color de tallo acromático con negro-azul/violeta en escala N80A00N70 y el 16,67% con el color mezcla cromática con negro-azul/violeta, en escala N10M80C20 (figura 8).

Tabla 2. Color de tallo (COTA)

Símbolo	Variedades	Código de colores	Porcentaje de plantas	Colores
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	A30M00C20	100%	Mezcla cromática con amarillo
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	A10M90C30	50%	Mezcla cromática amarilla
		A10M99C20	50%	Mezcla cromática amarilla
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	N60A30M99	66,67%	Acromático con negro – naranja

		N80A00N70	33,33%	Acromático con negro - azul/violeta
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	N80A00N70	83,33%	Acromático con negro - azul/violeta
		N10M80C20	16,67%	Mezcla cromática con negro - azul/violeta



Figura8. Color de tallo (COTA)

5.1.1.2. Forma de la hoja (FOHO)

La tabla3, presenta la forma de la hoja, para las cuatro variedades de amaranto evaluadas, donde se determinó que no existieron diferencias entre las variedades, *Amaranthus cruentus* (V1), *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis* (V4), siendo la forma de las hojas ovaladas.

Tabla3. Forma de la hoja (FOHO)

Símbolo	Variedades	Escala	Forma de la hoja
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	7	Ovalada
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	7	Ovalada
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	7	Ovalada
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	7	Ovalada

5.1.1.3. Color de la hoja (COHO)

Esta característica se tomó durante la floración, que es la etapa de crecimiento donde las plantas expresan los colores más representativos. La variedad *Amaranthus cruentus* (V1), reportó el 66,67% de plantas con hojas de color acromático con negro en la escala de N70C60A90 y un 33,33% de plantas con hojas de color acromático con negro en escala de N70C60A80, sin existir variación relevante (tabla 4). La variedad *Amaranthus caudatus* (V2) detectó el 41,67% de plantas con hojas de color cromática con amarillo en escala de A70M99C90, el 33,33% de plantas con hojas de color en la escala de A60M80C80 y el 25,00% de plantas en la escala de A50M50C50, variando en mínima escala. La variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3) estableció el 100% plantas con hojas de color acromático con negro en escala de N80A30M60; y, la variedad *Amaranthus quitensis* (V4), reportó el 100% de plantas con hojas de color acromático con negro - azul/violeta, en escala de N99A10M60 (figura 9).

Tabla4. Color de la hoja (COHO)

Símbolo	Variedades	Código de colores	Porcentaje de color	Colores
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	N70C60A90	66,67%	Acromático con negro
		N70C60A80	33,33%	Acromático con negro
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	A70M99C90	41,67%	Cromática con amarillo
		A60M80C80	33,33%	Cromática con amarillo
		A50M50C50	25,00%	Cromática con amarillo
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	N80A30M60	100%	Acromático con negro
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	N99A10M60	100%	Acromático con negro - azul/violeta



V1

V2

V3

V4

Figura9. Color de la hoja (COHO)**5.1.1.4. Color de la inflorescencia (COIN)**

Con respecto al color de la inflorescencia, la tabla 5, muestra que la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), reportó el 66,67% de plantas con inflorescencias de color mezcla de cromática con amarillo en escala de A10M60C00 y el 33,33% de plantas con inflorescencias de éste color en escala de A00M50C00. La variedad *Amaranthus caudatus* (V2) presentó el 33,33% de plantas con inflorescencias color cromática con amarillo en escala de A10M30C00 y 66,67% de plantas con inflorescencias en este mismo color de la escala de A10M40C10. La variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3) registró el 58,33% de plantas con inflorescencias de color cromática con amarillo en escala de N60A10M90 y el 41,67% de plantas en escala de N70A00 M99: y, la variedad *Amaranthus quitensis* (V4) presentó el 75,00% de plantas con inflorescencias color acromático con negro - azul/violeta en escala de N80A00M80 y 25,00% de plantas con color en escala de N90A00M80 (figura 10).

Tabla5. Color de la inflorescencia (COIN)

Símbolo	Variedades	Código del color	Porcentaje de plantas	Colores
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	A10M60C00	66,67%	Mezcla de cromática con amarillo
		A00M50C00	33,33%	Mezcla de cromática con amarillo
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	A10M30C00	33,33%	Cromática con amarillo
		A10M40C10	66,67%	Cromática con amarillo
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	N60A10M90	58,33%	Cromática con amarillo
		N70A00 M99	41,67%	Cromática con amarillo
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	N80A00M80	75,00%	Acromático con negro - azul/violeta
		N90 A00 M80	25,00%	Acromático con negro - azul/violeta



V1

V2

V3

V4

Figura10. Color de la inflorescencia (COIN)**5.1.1.5. Color de semilla (COSE)**

Para la determinación del color de la semilla, se utilizó el atlas para identificar el color de vegetales. La variedad *Amaranthus cruentus* (V1) reportó semillas de color mezcla cromática con amarillo en escala de N00C00A20 en el 100% de plantas (tabla 6); la variedad *Amaranthus caudatus* (V2) registró semillas de color mezcla cromática con amarillo en escala de N00C00A30 en el 100% de plantas. Las variedades *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis* (V4), presentaron semillas del mismo color acromático con negro - azul/violeta, en escala de N99M99C70 y N99M90C70, respectivamente, en el 100% de plantas (figura 11).

Tabla6. Color de semilla (COSE)

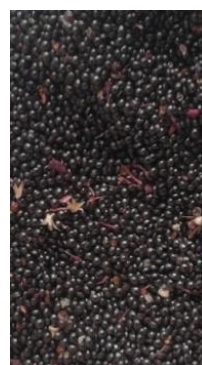
Símbolo	Variedades	Código del color	Porcentaje de plantas	Color
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	N00C00A20	100%	Mezcla cromática con amarillo
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	N00C00 A30	100%	Mezcla cromática con amarillo
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	N99M99C70	100%	Acromático con negro - azul/violeta
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	N99M90C70	100%	Acromático con negro - azul/violeta



V1



V2



V3



V4

Figura11. Color de semilla (COSE)

5.1.1.6. Forma de la inflorescencia (FOIN)

La tabla 7, muestra la forma de la inflorescencia en las cuatro variedades de amaranto evaluadas. Las variedades *Amaranthus cruentus* (V1), *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis* (V4), presentaron la misma forma de las inflorescencias, correspondiendo a la forma de espigas.

Tabla 7. Forma de la inflorescencia (FOIN)

Símbolo	Variedades	Escala	Forma de la inflorescencia
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	1	Espiga
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	1	Espiga
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	1	Espiga
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	1	Espiga

5.1.1.7. Densidad de la inflorescencia (DEIN)

En la tabla 8, se indica la densidad de la inflorescencia para las cuatro variedades de amaranto evaluados. La variedad *Amaranthus cruentus* (V1) y la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3), reportaron densidad de inflorescencias en la escala de densa o compacta; mientras que la variedad *Amaranthus caudatus* (V2) y la variedad *Amaranthus quitensis* (V4), registraron densidad de la inflorescencias en la escala de intermedias.

Tabla8. Densidad de la Inflorescencia (DEIN)

Símbolo	Variedades	Escala	Densidad de la inflorescencia
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	3	Densa o compacta
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	2	Intermedia
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	3	Densa o compacta

V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	2	Intermedia
----	-----------------------------	---	------------

5.1.1.8. Ramificación lateral (RALAT)

En relación a la ramificación lateral de los tallos, la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), presentó plantas con ramas cortas a lo largo del tallo (tabla 9). La variedad *Amaranthus caudatus* (V2), registro plantas con pocas ramas en la base del tallo. En la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3), se observaron plantas con pocas ramas en la base del tallo; y, la variedad *Amaranthus quitensis*(V4), presentó plantas sin ramificaciones en el tallo (figura 12).

Tabla9. Ramificación lateral (RALAT)

Símbolo	Variedades	Escala	Ramificación lateral
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	1	Ramas cortas a lo largo del tallo
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	2	Pocas ramas en la base del tallo
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	1	Pocas ramas en la base del tallo
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	0	Sin ramificaciones en el tallo



V1



V2



V3



V4

Figura12. Ramificación lateral (RALAT)

5.1.1.9. Acame (ACAM)

Esta característica de las plantas se observó durante todo el ciclo del cultivo. Todas las variedades evaluadas: *Amaranthus cruentus* (V1), *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis*(V4), fueron resistentes al acame (tabla 10).

Tabla10. Acame (ACAM)

Símbolo	Variedades	Escala	Acame
V1	<i>Amaranthus cruentus</i>	0	Sin acame
V2	<i>Amaranthus caudatus</i>	0	Sin acame
V3	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	0	Sin acame
V4	<i>Amaranthus quitensis</i>	0	Sin acame

5.1.2. Crecimiento y desarrollo

5.1.2.1. Días a la emergencia

Los resultados obtenidos en el análisis de variancia de los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se produjo la emergencia del 80% de plántulas, permitieron observar que no existieron diferencias relevantes en los días a la emergencia, entre las variedades de amaranto evaluadas, al no obtenerse significación estadística entre tratamientos en el ADEVA (tabla 11), siendo los días a la emergencia promedio general del ensayo de 23,00 días, cuyos valores registrados en el campo se encuentran en el anexo 4. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación de 10,04%, cuya magnitud confiere una adecuada confiabilidad a los resultados encontrados.

Tabla 11. Análisis de variancia para días a la emergencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,001	0,00	0,00ns
Tratamientos	3	16,00	5,33	1,00ns
Error experimental	6	32,00	5,33	

Total	11	48,00
-------	----	-------

Coefficiente de variación = 10,04%

ns = no significativo

Las variedades de amaranto evaluadas en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, no mostraron diferencias significativas importantes en los días transcurridos a la emergencia de las plántulas, emergiendo alrededor de los 23 días de la siembra. Es posible que la emergencia de las plántulas se produjo de mejor manera, por cuanto al efectuarse una adecuada preparación del suelo, las plantas encontraron la debida soltura y aireación, lo que permitió a las semillas germinar y emerger sin dificultades, obteniéndose un apropiado porcentaje de emergencia, que asegura la obtención de mayor número de plántulas para el posterior crecimiento y desarrollo.

5.1.2.2. Días a la floración

El análisis de variancia de los días transcurrido desde la siembra hasta cuando se produjo la floración en el 80% de plantas de cada parcela, demostró que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre las variedades de amaranto, por no encontrar significación entre tratamientos en el ADEVA (tabla 12). El anexo 5, muestra los días a la floración en cada tratamiento, cuyo promedio general fue de 78,33días. Las repeticiones fueron no significativas, por lo que los bloques reportaron similares respuestas. El coeficiente de variación fue de 7,70%, cuya magnitud da adecuada validez a los resultados reportados.

Tabla 12. Análisis de variancia para días a la floración

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,00	0,00	0,00ns
Tratamientos	3	25,00	8,33	1,00ns
Error experimental	6	50,00	8,33	
Total	11	75,00		

Coefficiente de variación = 7,70%

ns = no significativo

Los valores observados de los días transcurrido desde la siembra hasta la floración de las plantas, permiten apreciar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, al no observarse significación en el ADEVA, indicando que los días a la floración fueron prácticamente iguales entre las variedades de amaranto evaluadas; ocurriendo alrededor de 37,50 días, por lo que las plantas encontraron adecuadas condiciones de desarrollo en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, presentando inflorescencias propias de cada variedad.

5.1.2.3. Altura de planta

Mediante el análisis de variancia del crecimiento en altura de plántula de las cuatro variedades de amaranto, se detectó que, no existieron diferencias en el crecimiento, al no observarse significación estadística entre tratamientos, (tabla 13). El anexo 6, muestra los valores del crecimiento en cada tratamiento, cuyo promedio general fue de 89,17 cm. Las repeticiones fueron no significativas, por lo que los bloques reportaron similares respuestas. El coeficiente de variación fue de 11,52%, cuya magnitud da adecuada validez a los resultados reportados.

Tabla 13. Análisis de variancia para altura de planta

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	16,14	8,07	0,08ns
Tratamientos	3	1043,79	347,93	3,30ns
Error experimental	6	633,37	105,56	
Total	11	1693,29		

Coeficiente de variación = 11,52%

ns = no significativo

El crecimiento en altura de planta de las variedades de amaranto, en las condiciones ambientales de cantón Cevallos, permite deducir que, las cuatro variedades presentaron prácticamente el mismo crecimiento, alcanzando alrededor de los 89,17 cm, por lo que las plantas se desarrollaron favorablemente, indicando que encontraron adecuadas condiciones de temperatura y humedad para su desarrollo.

5.1.2.4. Diámetro de tallo

La evaluación estadística del crecimiento en diámetro de tallo de las cuatro variedades de amaranto evaluadas, mostraron que no existieron diferencias substanciales en éste crecimiento, al observarse diferencias estadísticas significativas en el ADEVA (tabla 14), siendo el diámetro de tallo promedio general del ensayo de 1,31 cm, cuyos valores registrados en el campo se encuentran en el anexo 7. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación fue de 13,52%, valor que confiere una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

Tabla 14. Análisis de variancia para diámetro de tallo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,01	0,01	0,16ns
Tratamientos	3	0,24	0,08	2,52ns
Error experimental	6	0,19	0,03	
Total	11	0,43		

Coefficiente de variación = 13,52%
ns = no significativo

La evaluación estadística del crecimiento en diámetro de tallo, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, para las cuatro variedades de amaranto evaluadas, por lo que el diámetro de tallo fue prácticamente igual entre los tratamientos, siendo este crecimiento alrededor de 1,31 cm, por lo que es posible afirmar que, las plantas encontraron condiciones adecuadas de desarrollo, tanto en crecimiento, altura de planta, diámetro de tallo, en las condiciones ambientales del cantón Cevallos.

5.1.2.5. Longitud de la hoja

La evaluación estadística del crecimiento en longitud de la hoja, deja ver que, existieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, indicando que, la longitud de la hoja fue distinto entre las variedades de amaranto evaluadas (tabla 15), siendo la longitud de la hoja promedio general del ensayo de 9,85 cm, cuyos valores registrados en el campo se encuentran en el anexo 8. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación fue de 6,99%, valor que confiere una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

Tabla 15. Análisis de variancia para longitud de la hoja

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,99	0,49	1,04ns
Tratamientos	3	29,74	9,91	20,94**
Error experimental	6	2,84	0,47	
Total	11	33,57		

Coeficiente de variación = 6,99%

ns = no significativo

** = altamente significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el crecimiento en longitud de la hoja de las cuatro variedades de amaranto en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, es posible afirmar que, el crecimiento de longitud de la hoja no fue igual para cada variedad. Las hojas con mayor longitud se observaron en los tratamientos de la variedad *Amaranthus vcruentus* (V1), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 12,43 cm (tabla 16). Les siguen el resto de variedades, con menor longitud de la hoja, *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis* (V4), con longitudes de la hoja que van desde 9,81 cm hasta 8,43 cm, todos ellos compartiendo el segundo rango, en su orden.

Evaluando los resultados del crecimiento en longitud de la hoja, se establece que, las condiciones ambientales del cantón Cevallos, son favorables para el crecimiento y desarrollo de las variedades de amaranto, siendo la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), la que produjo los mejores resultados, al reportar las plantas con hojas de mayor longitud. Este comportamiento permite inferir que, es el tratamiento que mejores resultados reportó, desarrollándose mejor, que el resto de variedades investigadas, lo que corrobora

lo manifestado por Agroingeniero (2017), que el amaranto es de fácil adaptación a las condiciones climáticas, edáficas y sistemas de cultivo tanto de los pequeños agricultores como de la agricultura extensiva.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para longitud de la hoja

Variedades	Promedios (cm)	Rangos
<i>Amaranthus cruentus</i> (V1)	12,43	a
<i>Amaranthus caudatus</i> (V2)	9,81	b
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V3)	8,73	b
<i>Amaranthus quitensis</i> (V4)	8,43	b

5.1.2.6. Ancho de la hoja

El análisis de variancia del crecimiento en ancho de la hoja, permite detectar que, se apreciaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, indicando que el ancho de la hoja fue distinto entre las variedades de amaranto evaluadas (tabla 17), siendo el ancho de la hoja promedio general del ensayo de 4,79 cm, cuyos valores tomados en el campo se detallan en el anexo 9. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación fue de 6,96%, valor que confiere alta confiabilidad a los resultados expuestos.

Tabla 17. Análisis de variancia para ancho de la hoja

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,26	0,13	1,18ns
Tratamientos	3	9,04	3,01	27,14**
Error experimental	6	0,67	0,11	
Total	11	9,97		

Coeficiente de variación = 6,96%
ns = no significativo

** = altamente significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el crecimiento en ancho de la hoja, en las cuatro variedades de amaranto sometidas a las condiciones ambientales del cantón Cevallos, se detectó que, éste crecimiento no fue igual para cada variedad. Las hojas de mayor ancho se observaron en los tratamientos de la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 5,80 cm (tabla 18), seguido de las hojas de la variedad *Amaranthus caudatus* (V2), que compartió el primer rango, con promedio de 5,50 cm. El menor ancho de las hojas, por su parte, reportaron los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3) con promedio de 3,96 cm y de la variedad *Amaranthus quitensis* (V4), con promedio de 3,89 cm, al compartir el segundo rango, y los dos últimos lugares en la prueba, respectivamente.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para ancho de la hoja

Variedades	Promedios (cm)	Rangos
<i>Amaranthus cruentus</i> (V1)	5,80	a
<i>Amaranthus caudatus</i> (V2)	5,50	a
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V3)	3,96	b
<i>Amaranthus quitensis</i> (V4)	3,89	b

Analizando los resultados del crecimiento en ancho de la hoja, es posible deducir que, las condiciones ambientales del cantón Cevallos, son favorables para el crecimiento y desarrollo de las variedades de amaranto, lo que demuestra que las plantas se desarrollaron bien al encontrar las condiciones climáticas y edáficas para su crecimiento, siendo la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), la que produjo los mejores resultados, al reportar las plantas con hojas de mayor ancho, desarrollándose mejor, que el resto de variedades investigadas. En este sentido El confidencial (2017), expresa que una de las características más destacadas del cultivo de amaranto, es su resistencia. Los amarantos pueden sobrevivir con éxito en climas fríos, secos, húmedos y cálidos. Se adaptan rápido a los entornos nuevos y producen muchas semillas que pueden germinar en distintos periodos del año.

5.1.2.7. Longitud de la inflorescencia

La longitud de la inflorescencia, permitió deducir que, existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, al observarse significación a nivel del 1% en el ADEVA (tabla 19). El anexo 10, indica la longitud de la inflorescencia en cada tratamiento, cuyo promedio general fue de 42,35 cm. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que los bloques experimentaron similares respuestas. El coeficiente de variación fue de 8,45%, cuya magnitud dota de apropiada confiabilidad a los resultados que se presentan.

Tabla 19. Análisis de variancia para longitud de la inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	85,89	42,94	3,35ns
Tratamientos	3	1527,85	509,28	39,76**
Error experimental	6	76,86	12,81	
Total	11	1690,60		

Coeficiente de variación = 8,45%

ns = no significativo

** = altamente significativo al 1%

Para el crecimiento en longitud de la inflorescencia, la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, separó los promedios en tres rangos de significación bien definidos (tabla 20). Las inflorescencias con mayor longitud, reportaron los tratamientos de la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), al ubicarse en el primer rango, con longitud promedio de 58,01 cm, seguido de las inflorescencias de la variedad *Amaranthus caudatus* (V2) y de las inflorescencias de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3), que compartieron el segundo rango, con promedios de 45,67 cm y 38,89 cm, respectivamente. Las inflorescencias de menor longitud, se observó en los tratamientos de la variedad *Amaranthus quitensis* (V4), con promedio de 26,82 cm, al ubicarse en el tercer rango y últimos lugares en la prueba.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para longitud de la inflorescencia

Variedades	Promedios (cm)	Rangos
<i>Amaranthus cruentus</i> (V1)	58,01	a
<i>Amaranthus caudatus</i> (V2)	45,67	b
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V3)	38,89	b
<i>Amaranthus quitensis</i> (V4)	26,82	C

Analizando los resultados del crecimiento en longitud de la inflorescencia, se puede inferir que, las condiciones ambientales del cantón Cevallos como la precipitación fue de 303,3mm, la temperatura de 13.28 °C y la humedad relativa de 74.38 % , las mismas que son favorables para el crecimiento y desarrollo de las variedades de amaranto, obteniéndose inflorescencias de calidad, siendo la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), la que produjo los mejores resultados, al reportar las plantas con la mayor longitud, lo que es sinónimo de mejor producción del cultivo. Ecocosas (2017), al referirse al cultivo de amaranto, sostiene que es una dicotiledónea de amplia adaptación, lo que otorga nuevas posibilidades para la rotación de cultivos, introduciendo mayor diversidad en campos de monocultivo, lo que puede ser útil para el control de plagas y enfermedades.

5.1.2.8. Diámetro de la inflorescencia

El crecimiento en diámetro de la inflorescencia, de las cuatro variedades de amaranto evaluadas, permitió registrar que, existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, al observarse significación a nivel del 5% en el ADEVA (tabla 21). El anexo 11, presenta el diámetro de la inflorescencia en cada tratamiento, cuyo promedio general del ensayo fue de 6,58 cm. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que los bloques experimentaron similares respuestas. El coeficiente de variación fue de 16,12%, cuya magnitud confiere apropiada confiabilidad a los resultados que se presentan.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el crecimiento en diámetro de la inflorescencia de las cuatro variedades de amaranto en las

condiciones ambientales del cantón Cevallos, es posible afirmar que, el crecimiento del diámetro de la inflorescencia no fue igual para cada variedad. Las inflorescencias con mayor diámetro se observaron en los tratamientos de la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 9,00 cm (tabla 22). Les siguen el resto de variedades, con inflorescencias de menor diámetro, *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis* (V4), con diámetros que van desde 5,99 cm hasta 5,37 cm, todos ellos compartiendo el segundo rango, en su orden.

Tabla 21. Análisis de variancia para diámetro de la inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,13	0,07	0,06ns
Tratamientos	3	24,23	8,08	7,19*
Error experimental	6	6,74	1,12	
Total	11	31,11		

Coefficiente de variación = 16,12%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de la inflorescencia

Variedades	Promedios (cm)	Rangos
<i>Amaranthus cruentus</i> (V1)	9,00	a
<i>Amaranthus caudatus</i> (V2)	5,99	b
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V3)	5,94	b
<i>Amaranthus quitensis</i> (V4)	5,37	b

La evaluación estadística del crecimiento en diámetro de la inflorescencia, permite deducir que, las variedades de amaranto evaluadas, se adaptaron a las condiciones ambientales del cantón Cevallos, al encontrar el entorno climático y edáfico para su crecimiento, siendo la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), la que produjo los mejores

resultados, al reportar las plantas inflorescencias de mayor diámetro, lo que asegura una mayor producción del cultivo. Rurales primicias (2017), al referirse al cultivo de amaranto, dice que es una especie estival de amplia plasticidad agroecológica. Se adapta a variadas condiciones de clima y suelo, como lo sucedido en el presente ensayo.

5.1.2.9. Días a la cosecha

Los resultados obtenidos en la evaluación de los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se produjo la cosecha de las panojas, de las cuatro variedades de amaranto evaluadas, permiten informar que, existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, al detectarse significación a nivel del 1% en el ADEVA (tabla 23). El anexo 12, presenta los días a la cosecha de cada tratamiento, cuyo promedio general del ensayo fue de 215,33 días. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que los bloques experimentaron similares respuestas. El coeficiente de variación fue de 3,86%, cuya magnitud confiere apropiada confiabilidad a los resultados reportados.

Tabla 23. Análisis de variancia para días a la cosecha

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	62,17	31,08	0,45ns
Tratamientos	3	2978,00	992,67	14,37**
Error experimental	6	414,50	69,08	
Total	11	3454,67		

Coeficiente de variación = 3,86%

ns = no significativo

** = altamente significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación de los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha de las panojas, en las cuatro variedades de amaranto sometidas a las condiciones ambientales del cantón Cevallos, separó los promedios en tres rangos de significación (tabla 24). Mayor precocidad a la cosecha se observó en los tratamientos de la variedad *Amaranthus caudatus* (V2), con

promedio de 194,00 días, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de la variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3) que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 209,33 días. La variedad más tardía a la cosecha fue *Amaranthus quitensis* (V4), al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con promedio de 237,00 días.

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha

Variedades	Promedios	Rangos
<i>Amaranthus caudatus</i> (V2)	194,00	a
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V3)	209,33	ab
<i>Amaranthus cruentus</i> (V1)	221,00	Bc
<i>Amaranthus quitensis</i> (V4)	237,00	C

Analizando los resultados de los días transcurridos de la siembra a la cosecha, es posible inferir que, las variedades de amaranto evaluadas se adaptaron a las condiciones ambientales del cantón Cevallos, al presentar favorable crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo la variedad *Amaranthus caudatus* (V2), la más precoz a la cosecha, lo que es una característica a tomarse en cuenta para trabajos de fitomejoramiento. Según Researchgate (2017), la sobrevivencia y productividad de las plantas depende en gran medida de su capacidad de adaptación y respuesta a condiciones ambientales favorables, cuyo efecto se presentó mejor con la variedad de amaranto (V1).

5.1.2.10. Rendimiento

En la evaluación del rendimiento de semillas, de las cuatro variedades de amaranto evaluadas, se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, al detectarse significación a nivel del 1% en el ADEVA (tabla 25). El anexo 13, presenta los rendimientos de cada tratamiento, cuyo promedio general del ensayo fue de 4,65 kg/parcela. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que los bloques experimentaron similares respuestas. El coeficiente de variación fue de 4,63%, cuya magnitud confiere apropiada confiabilidad a los resultados reportado

Tabla 25. Análisis de variancia para rendimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,01	0,004	0,10ns
Tratamientos	3	2,64	0,88	18,97**
Error experimental	6	0,28	0,05	
Total	11	2,93		

Coefficiente de variación = 4,63%

ns = no significativo

** = altamente significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del rendimiento, de las cuatro variedades de amaranto en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, se detectaron tres rangos de significación (tabla 26). El mayor rendimiento reportó los tratamientos de la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), al ubicarse en el primer rango, con promedio de 5,30 kg/parcela. Les siguen los tratamientos de la variedad *Amaranthus caudatus* (V2), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 4,87 kg/parcela. El menor rendimiento, por su parte, se observó en los tratamientos de la variedad *Amaranthus quitensis* (V4), con promedio de 4,07 kg/parcela, al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba.

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento

Variedades	Promedios (kg/parcela)	Rangos
<i>Amaranthus cruentus</i> (V1)	5,30	a
<i>Amaranthus caudatus</i> (V2)	4,87	ab
<i>Amaranthus hypochondriacus</i> (V3)	4,38	Bc
<i>Amaranthus quitensis</i> (V4)	4,07	C

La evaluación estadística del rendimiento, permite deducir que, las variedades de amaranto evaluadas, presentaron buena adaptación a las condiciones ambientales del cantón Cevallos, al encontrar el entorno climático y edáfico favorable para su

crecimiento, siendo la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), la que produjo los mejores resultados, tanto en crecimiento y desarrollo, reportando así mismo los más altos rendimientos, por lo que es una variedad que puede ser utilizada para el cultivo extensivo, tanto para consumo humano, como para forraje animal. En este sentido Books.google.com (2017), indica que el amaranto, por su alta rusticidad, gran poder de adaptación a diferentes climas, suelos, temperaturas y bajo requerimientos de humedad, como por su alto valor nutricional han despertado gran interés por este cultivo.

Se observa así mismo que el amaranto ha tenido un aceptable crecimiento y desarrollo bajo las condiciones climáticas de la zona de estudio (Figura 12)., dentro de las cuales se presentan como las de mayor interés, la temperatura promedio (13, 27°C), humedad relativa (74,38%) y las precipitaciones (303,6 mm/ año), en los ocho meses que se desarrolló el ensayo, las cuales son adecuadas para permitir que el cultivo tenga un normal crecimiento. (INAMI, 1016). Resultados que se asemejan a los obtenidos con los autores (Nieto.2004, Ponte, 2010), encontrándose en rangos similares.

5.1.2.11. Variable climática y su relación con el rendimiento en las tres variedades de amaranto

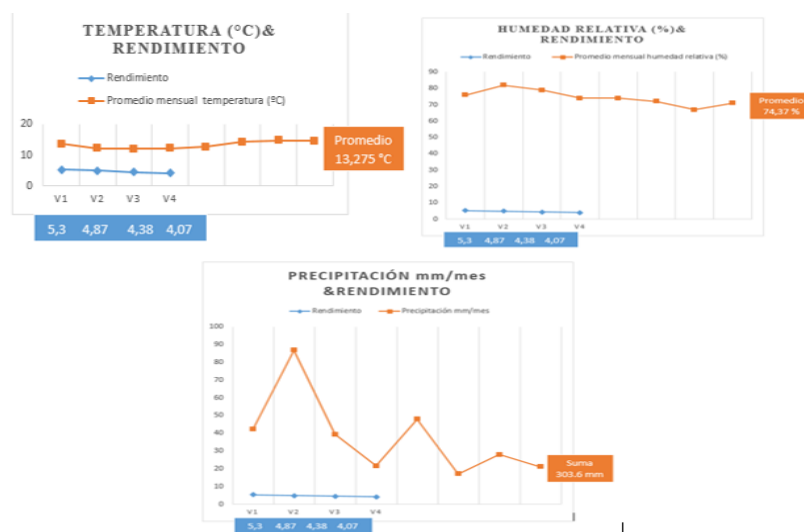


Figura: 12. Rendimiento en las tres variedades de amaranto.

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para evaluar la rentabilidad del cultivo de cuatro variedades de amaranto *Amaranthus cruentus* (V1), *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y

Amaranthus quitensis (V4), en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, se determinaron los costos de producción del ensayo en 341,32 m² que constituyó el área de la investigación (tabla 27), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 90,75 para mano de obra, \$ 101,10 para costos de materiales, dando el total de \$ 191,85.

La tabla 28, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. No existe variación de los costos por cuanto el costo y la cantidad de semilla utilizada fue la misma para las cuatro variedades. 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 29, 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 \$ 4,50, para la época en que se sacó a la venta.

Tabla 27. Costos de inversión del ensayo (dólares)

Labores	Mano de obra		Materiales				Costo unit. \$	Sub total \$	Costo total \$
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.			
Arriendo del lote				Lote	unid	1	20	20,00	20,00

Análisis de suelo				Muestra	unid	1	10	10,00	10,00
Preparación de suelo				Rastrada	unid	1	10	10,00	10,00
				Arada	unid	1	10	10,00	10,00
Nivelación y surcada del suelo	1	12	12,00	Azadón	día	1	0,25	0,25	12,25
				Rastrillo	día	1	0,25	0,25	0,25
Trazado de parcelas	1	12	12,00	Flexómetro	día	1	0,25	0,25	12,25
				Piola	m	100	0,01	1,00	1,00
				Estacas	unid	48	0,05	2,40	2,40
Siembra	0,5	6	3,00	Azadilla	día	1	0,25	0,25	3,25
				Semilla	g	1000	0,005	5,00	5,00
Deshierba	1	12	12,00	Azadón	día	1	0,25	0,25	12,25
Abonadura orgánica	1	12	12,00	Estiércol	kg	100	0,38	38,00	50,00
Control fitosanitario	0,5	6	3,00	Cipermetrina	cc	10	0,15	1,50	4,50
Aporque	1	12	12,00	Azadón	día	1	0,25	0,25	12,25
Riego	0,25	3	0,75	Agua			0,01	0,50	1,25
Cosecha y trilla	2	12	24,00	Tamiz	día	2	0,25	0,50	24,50
				Hoz	día	2	0,35	0,70	0,70
Total			90,75					101,10	191,85

Tabla 28. Costos de inversión del ensayo por tratamiento

Tratamiento	Costo de mano de obra (\$)	Costos de materiales (\$)	Costo de la semilla \$	Costo total (\$)
V1	22,69	24,03	1,25	47,96
V2	22,69	24,03	1,25	47,96
V3	22,69	24,03	1,25	47,96
V4	22,69	24,03	1,25	47,96

Tabla 29. Ingresos totales del ensayo por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento kg/parcela	Precio de un kg de amaranto \$	Ingreso total \$
V1	15,89	4,50	71,51

V2	14,61	4,50	65,75
V3	13,13	4,50	59,09
V4	12,2	4,50	54,90

Con los valores de costos e ingresos por tratamiento se calcularon los beneficios netos actualizados, encontrándose valores positivos en todos los tratamientos, donde los ingresos superaron a los costos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los ocho meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento de la variedad *Amaranthuscruentus* (V1), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,39, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,39 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (tabla 30).

Tabla 30. 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
V1	71,51	47,96	0,929	51,61	19,90	0,39
V2	65,75	47,96	0,929	51,61	14,14	0,27
V3	59,09	47,96	0,929	51,61	7,48	0,14
V4	54,90	47,96	0,929	51,61	3,29	0,06

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

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

Período $n =$ ocho 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 la adaptación de cuatro variedades de amaranto *Amaranthus cruentus* (V1), *Amaranthus caudatus* (V2), *Amaranthus hypochondriacus* (V3) y *Amaranthus quitensis* (V4), en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha), por cuanto, las plantas encontraron las condiciones climáticas y edáficas apropiadas para el crecimiento y desarrollo, especialmente con la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), que presentó los mejores resultados, con los más altos rendimientos.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Caracterización Morfológica, Física y Fenológica de Cuatro Variedades de Amaranto (*Amaranthus sp.*) para las Condiciones Meteorológicas del Cantón Cevallos”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

En relación a las características morfológicas, *Amaranthus cruentus* (V1), presentó tallos de color mezcla cromática con amarillo, hojas de color acromático con negro, inflorescencias de color mezcla cromática con amarillo y semillas de color mezcla cromática con amarillo. La forma de la hoja fue ovalada y de la inflorescencia en espiga. Inflorescencias densas o compactas. Presentó así mismo ramificación lateral con ramas cortas a lo largo del tallo, sin acame.

Amaranthus caudatus (V2), reportó tallos color mezcla cromática amarilla, hojas cromáticas con amarillo, inflorescencias color cromática con amarillo y semillas de color mezcla cromática con amarillo. La forma de la hoja fue ovalada y de la inflorescencia en espiga. La densidad de inflorescencias fue intermedias. Ramificación lateral con pocas ramas en la base del tallo, sin acame.

Amaranthus hypochondriacus (V3), registró tallos color acromático con negro-naranja, hojas de color acromático con negro, inflorescencias de color cromática con amarillo y semillas acromático con negro-azul/violeta. La forma de las hojas fue ovalada y de la inflorescencia en espiga. La densidad de inflorescencias fue densa o compacta. Ramificación lateral con pocas ramas en la base del tallo, sin acame.

Amaranthus quitensis (V4), por su parte, reportó tallos acromáticos con negro-azul/violeta, hojas de color acromático con negro - azul/violeta, inflorescencias acromático con negro-azul/violeta y semillas acromático con negro-azul/violeta. La forma de la hoja fue ovalada y de la inflorescencia en espiga. La densidad de la inflorescencia fue intermedia. Ramificación lateral con plantas sin ramificaciones en el tallo, sin acame.

Con respecto al crecimiento y desarrollo de las plantas, se estableció que, *Amaranthus cruentus* (V1), reportó los mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en la floración, al registrarse mayor longitud de la hoja (12,43 cm), como ancho de la hoja (5,80cm). Las inflorescencias fueron de mayor longitud (58,01

cm) y mejor diámetro (9,00 cm), consecuentemente se obtuvieron los mejores rendimientos (5,30 kg/parcela), por lo que es la variedad que mejores características presentó, en las condiciones ambientales del cantón Cevallos.

La variedad *Amaranthus caudatus* (V2), fue la más precoz a la cosecha (194,00 días), destacándose también en el crecimiento en ancho de la hoja (5,50cm) y con el segundo mejor rendimiento (4,87 kg/parcela). La variedad *Amaranthus hypochondriacus* (V3), fue la segunda más precoz a la cosecha (209,33 días).

Del análisis económico se concluye que la variedad *Amaranthus cruentus* (V1), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,39, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,39 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

6.2. RECOMENDACIONES

Como alternativa de producción de amaranto para las condiciones ambientales del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, utilizar la variedad *Amaranthus cruentus*, por cuanto reportó buen crecimiento y desarrollo, inflorescencias de mayor longitud y diámetro y el mayor rendimiento, siendo la variedad que mejor se comportó en la zona de estudio.

6.3 BIBLIOGRAFÍA

Agroingeniero. (2017). Obtenido de <http://agroingeniero.blogspot.com/2007/06/cultivo-del-amaranto.html>.

Betty, M. (2010). Evaluar la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica en el cultivo de amaranto (*amaranthus spp*).

Books.google.com. (2017). Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=GzAX_GN7HbwC&pg=PA79&lpg=PA79&dq=amaranto+adaptacion&source=bl&ots=9KBHRvoo1W&sig=Awlau1i-_0S0_aJeTiia0q4Bhuk&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=adaptacion&f=false.

- Daninha, P. (2003). Las diferencias morfológicas entre *Amaranthus cruentus*, cv. BRS Alegría, y la maleza *A. hybridus*, *A. retroflexus*, *A. viridis* y *A. spinosus*. *SCIELO* , 15.
- Danish. (08 de mayo de 2002). Obtenido de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5201/art/jacobsen_s.htm.
- Díaz. (2015). Cómo cultivarlo el Amaranto. *AgroHuerto* , 1.
- Ecocosas. (2017). Obtenido de <https://ecocosas.com/agroecologia/amaranto-segunda-parte/>.
- Elconfidencial. (2017). Obtenido de http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-09-24/el-amaranto-que-devora-transgenicos-un-bulo-ecologista-con-pocabase-cientifica_1034056/.
- Escobedo López, M. A. (2015). Desarrollo y tecnología. AportacionesEl amaranto una opción al cambio climático y la soberanía alimentaria . *Desarrollo Y tecnología17X23 CS6 último.indd* , 473 (193).
- FAO. (2013). Obtenido de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap6.htm>): <http://quinua.pe/kiwicha-usos/>.
- Fundación. (1997). Obtenido de http://www.clubplaneta.com.mx/cocina/caracteristicas_y_cultivo_del_amaranto.htm.
- Galvan, S. (2011). Diversidad en la reproducción. *ADPR* , 15.
- García. (2009). Informe de evaluaciones de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Cusco - Kayra.
- Gomez. (29 de Enero de 2014). Obtenido de <https://mesacolectiva.wordpress.com/2014/01/29/cultivo-de-amaranto-en-andalucia-parte-1/>.
- Gómez, R. (2000). Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas. INIAP , 27.
- Gonzalez Rosales, M. (2000). Caracterización morfológica y bromatológica de treinta variedades nativas de bledo (*Amaranthus* spp .) , en San Miguel Petapa , Guatemala. *SOURCE* , 14.

- Hernández. (2013). Y otros .V.C. Variabilidad Cuantitativa y Cualitativa de accesiones de amaranto determinada mediante caracterización morfológica. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. México. . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4 (5),pp. , 789-801.
- Hernández, V. C. (2013). Variabilidad cualitativa y cuantitativa de accesiones de amaranto determinada mediante caracterización morfológica. *SCIELO* , 5.
- 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).
- INAMHI.(2016). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato, Ecuador.
- Huerto, A. (2014). Como cultivar el huerto. *Fundesyrma* , 5.
- Indesole. (Octubre de 2005). Obtenido de <http://www.puentemexico.org/sites/default/files/puente/attachments/manualecoamarantofinal.pdf>.
- INIAP. (1994). INIAP-Alegria primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. *INIAP*.
- Jiménez, S. S. (2013). Quito: Respuesta del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes. San José De Minas, Pichincha.
- Kuppers, H. (1979). *Farben Atlas*, Editorial Blume, Barcelona, Impreso en España, Distribuido S.A.C. Industriass/n. Sant Joan Despi.
- Manual para la producción de amaranto cultivo, c. y. (octubre de 2014). Obtenido de <http://www.puentemexico.org/sites/default/files/puente/attachments/manualecoamarantofinal.pdf>.
- Matteucci. (02 de septiembre de 1999). Recolección sistemática de germoplasmas de *Amaranthus* spp. *Serbiluz* , 15.

- Merino. (2015). “*duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular en cultivo de arveja (Pisum Sativum L.)*”. Cevallos - Ecuador.
- Montenegro, H. (17 de Agosto de 2012). El Amaranto: prodigioso alimento para la longevidad y la vida. *Tendencias Gastronomicas* , 17.
- Mora. (2008). *Evaluacion de las etapas fenologicas en el cultivo de amaranto (Amaranthus hipochondriacus) para su comercialización y producción*. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Nieto, C. (2004). El cultivo de amaranto, *Amaranthus spp*, una alternativa agronómica para Ecuador. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador*, 96.
- Ortiz. (junio de 2007). [http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoolo-gicaNo2/7\(3\)/10_Amar-Cachama-10a.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoolo-gicaNo2/7(3)/10_Amar-Cachama-10a.pdf).
- Peralta, E. (17 de 11 de 2012). Recuperado el Vernes de 06 de 2016, de INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20AGRICOLA%20GRANOS%20ANDINOS%202012.pdf>.
- Pérez-García, B. (2002). Morfología vegetal neotropical. *SCIELO* , 5.
- Ponté, J. d. (2010). <http://www.portaldesalta.gov.ar/economia/amaranto.htm>. Recuperado el 17 de Marzo de 2017.
- Quimbita. (2013). “*Aplicación de meristemas de maíz y frejol en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L) bajo cubierta*”. Cevallos.
- Ramírez. (2007). Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. *SCIELO* , 15.
- Reinoso. (2008). “*INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PLANTA Y CEREAL*. Quito.
- Researchgate. (2017). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication-/256422672_AMARANTO_Ciencia_y_Tecnologia_2012.
- Rojas, M. F. (2003). Estudio del amaranto. 171.
- Ruiz. (2012). Variabilidad cualitativa y cuantitativa de accesiones de amaranto determinada mediante caracterización morfológica. *SCIELO* , 13.

Ruralprimicias. (2017). Obtenido de <http://www.ruralprimicias.com.ar/noticia-el-cultivo-de-amaranto-en-laprida--provincia-de-buenos-aires-12995.php>.

Salinas. (2014). “*Evaluacion de dos fosfitos en la incidencia de mildiu vellosa (Peronospora sp) en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus B)*”. Cevallos - Ecuador.

Santillán. (2003). Análisis del sector Lácteo del Ecuador, su pérdida de competitividad y su vulnerabilidad frente al alca. *udla* , 179.

Sierra. (2014). Amaranto. *Granjas Modernas* , 333.

Suquilanda, M. B. (2013). Producción orgánica de amaranto. *Content on this page requires a newer version of Adobe Flash Player.* , 4.

Tapia. (20 de Abril de 2008). Obtenido de <http://botanicaeconomicade-amaranto.blogspot.com/2008/04/botnica-y-descripcin-del-amaranto.html>.

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

Torralba, E. F. (16 de Diciembre de 2013). <http://metodoscarmelitas.blogspot.com/2013/12/que-son-las-hojas.html>. Recuperado el 17 de Marzo de 2017.

Velásquez. (1993). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/12-3456789/212/7/03%20AGP%2058%20INTRODUCCION%20Y%20REVISIO%20N%20DE%20LITERATURA.pdf>.

Vibrans. (08 de Abril de 2008). Botánica y Descripción del Amaranto. *Jaideoro* , 1.

Villacrés, M. (2012). Conceptos y Parámetros de Calidad para el Grano de Amaranto . *INIAP* , 33.

6.4. ANEXOS

ANEXO 1.PRECIPITACIÓN, EVAPOTRANSPIRACIÓN, HELIOFANÍA, GRANJA DOCENTE EXPERIMENTAL QUEROCHACA


Mes	Precipitación mm/mes	Evapotranspiración mm/mes	Heliofanía horas/mes
-----	----------------------	---------------------------	----------------------

Mayo	42,1	104,3	145,9
Junio	86,8	72,3	86,5
Julio	39,3	92,9	115,1
Agosto	21,5	98,1	130,7
Septiembre	47,8	106,6	149,4
Octubre	17	132	175,9
Noviembre	28	140,6	201,6
Diciembre	21,1	119,9	142,16
Promedio	37,95	108,34	143,41
Suma	303,6	866,70	1 147,26


ANEXO 2. VIENTO, PROMEDIO MENSUAL, TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA GRANJA DOCENTE EXPERIMENTAL QUEROCHACA

Mes	Vientos m/seg	Promedio mensual temperatura (°C)	Promedio mensual humedad relativa (%)
Mayo	1,9	13,7	76
Junio	1,7	12,1	82
Julio	2,4	12	79
Agosto	2,2	12,1	74
Septiembre	2	12,6	74
Octubre	1,5	14,3	72
Noviembre	1,2	14,8	67
Diciembre	1,2	14,6	71
Promedio	1,76	13,28	74,38

ANEXO 3. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO



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



Nombre del Propietario: Enma Jiménez
Remitente:
Ubicación: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO/FCA

Nombre de la granja: Parroquia
Ambato
Cantón

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

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

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			

ANEXO4. DÍAS A LA EMERGENCIA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	21,3	22	23,7	67	22,33
2	V2	21,7	22,5	20,1	64,3	21,43
3	V3	22,1	21,4	23,4	66,9	22,30
4	V3	25,4	25,8	26	77,2	25,73

ANEXO5. DÍAS A LA FLORACIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	75,2	75	75,4	225,6	75,20
2	V2	75,2	75,2	75,4	225,8	75,27
3	V3	75,2	75	75,1	225,3	75,10

4	V4	78,8	80	80,4	239,2	79,73
---	----	------	----	------	-------	-------

ANEXO6. ALTURA DE PLANTA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	66,67	87,33	91,33	245,33	81,78
2	V2	86,00	69,67	79,00	234,67	78,22
3	V3	95,00	106,67	98,33	300,00	100,00
4	V3	104,33	91,33	94,33	289,99	96,66

ANEXO7. DIÁMETRO DE TALLO (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	1,43	1,56	1,65	4,64	1,55
2	V2	1,40	0,93	1,27	3,60	1,20
3	V3	1,27	1,23	1,14	3,64	1,21
4	V3	1,10	1,39	1,33	3,82	1,27

ANEXO8. LONGITUD DE LA HOJA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	11,77	13,11	12,40	37,28	12,43

2	V2	10,68	9,15	9,60	29,43	9,81
3	V3	8,79	9,25	8,16	26,20	8,73
4	V3	9,07	8,59	7,62	25,28	8,43

ANEXO9. ANCHO DE LA HOJA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	5,69	5,67	6,04	17,40	5,80
2	V2	5,06	5,59	5,84	16,49	5,50
3	V3	3,54	3,95	4,40	11,89	3,96
4	V3	4,19	3,84	3,64	11,67	3,89

ANEXO10. LONGITUD DE LA INFLORESCENCIA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	52,33	64,67	57,02	174,02	58,01
2	V2	40,00	48,33	48,67	137,00	45,67
3	V3	34,67	41,67	40,33	116,67	38,89
4	V3	28,75	27,22	24,49	80,46	26,82

ANEXO11. DIÁMETRO DE LA INFLORESCENCIA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	8,20	8,07	10,73	27,00	9,00

2	V2	6,43	5,93	5,60	17,96	5,99
3	V3	6,53	5,50	5,80	17,83	5,94
4	V3	5,40	6,21	4,50	16,11	5,37

ANEXO12. DÍAS A LA COSECHA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	219,00	224,00	220,00	663,00	221,00
2	V2	180,00	205,00	197,00	582,00	194,00
3	V3	210,00	214,00	204,00	628,00	209,33
4	V3	244,00	231,00	236,00	711,00	237,00

ANEXO13. RENDIMIENTO (kg/parcela)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	V1	5,64	5,02	5,23	15,89	5,30
2	V2	4,87	4,93	4,81	14,61	4,87
3	V3	4,23	4,41	4,49	13,13	4,38
4	V3	3,90	4,10	4,20	12,20	4,07

ANEXO 14. CULTIVO DE LA VARIEDAD *Amaranthus cruentus*



ANEXO 15. CULTIVO DE LA VARIEDAD *Amaranthus Caudatus*



ANEXO 16. CULTIVO DE LA VARIEDAD *Amaranthus hypochondriacus*



ANEXO 17. CULTIVO DE LA VARIEDAD *Amaranthus quitensis*



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: producción de amaranto *Amaranthus cruentus*, en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se plantea en relación a los mejores resultados encontrados en la investigación y en el análisis económico, donde se observó que, el crecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor, como también los rendimientos, con la utilización de la variedad *Amaranthus cruentus*, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

7.3. JUSTIFICACIÓN

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. 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).

El cultivo de amaranto, *Amaranthus* sp, originario de América y conocido en Ecuador como ataco, sangorache o quinua de castilla, ha sido desplazado de los campos de cultivo, hasta casi desaparecer como especie alimenticia. En la actualidad el amaranto no es cultivado en las comunidades ecuatorianas, la falta de conocimiento, la escasez de semilla, ha influenciado para que el agricultor no lo vea como un cultivo alternativo, dándole muy poca importancia y desconociendo las características nutricionales del mismo, así como el amplio rango de adaptación a ambientes desfavorables, sequía, altas temperaturas suelos salinos, los mismos que son limitantes para otros cultivos (Peralta, 2012).

7.4. OBJETIVO

Efectuar la variedad de amaranto *Amaranthus cruentus*, en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, para incrementar los rendimientos.

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 cruentus*, considerando las condiciones ambientales del cantón Cevallos, con lo que se conseguirá mejorar los rendimientos del cultivo, con plantas mejor desarrolladas y vigorosas.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

El ataco y el amaranto son plantas que se cultivan anualmente y pertenecen a la familia de las amarantáceas 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. 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).

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, las zonas sometidas a heladas no son aptas para su cultivo, dado que la planta es termófila (Expreso, 2011).

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 obtener una muestra única, la que será enviada al laboratorio, para su respectivo análisis.

7.7.2. Preparación del suelo

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

7.7.3. Siembra

Para la siembra, se trazarán pequeños surcos con una azadilla, de acuerdo a las distancias de siembra de 0,30 m entre plantas y 0,40 m entre hileras. Se depositarán las semillas por golpe, 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

El aporte de agua, será en la primera etapa del cultivo de acuerdo a los días que dure la emergencia (20 días), luego el riego se efectuara a los treinta días, por lo que este cultivo es de secano o rústicos y no necesita riegos frecuentes.

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 cruentus*, en condiciones ambientales del cantón Cevallos.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Los resultados del cultivo de la variedad de amaranto *Amaranthus cruentus*, en las condiciones ambientales del cantón Cevallos, 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, donde se efectuarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados para demostrar los beneficios de la utilización de éste tratamiento, incentivando y profundizando los conocimientos sobre las bondades de esta variedad.