

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



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LOS BIOLES UTILIZANDO TRES FUENTES DE  
NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO**

*(Amaranthus quitensis H.B.K.) Y (Amaranthus hypochondriacus L.)*

Documento final del proyecto de investigación como requisito para la obtener el  
título grado de Ingeniera Agrónoma

Mariana Elizabeth Zuñiga Moreno

**Tutor:** Ing. Juan Carlos Aldás Jarrín, Mg.

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2017**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La suscrita Mariana Elizabeth Zuñiga Moreno, portador de cédula de identidad número: 1725015679, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: “EFECTO DE LOS BIOLES UTILANDO TRES FUENTES DE NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus quitensis* H.B.K) Y (*Amaranthus hypochondriacus* L.)” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

-----  
MARIANA ELIZABETH ZUÑIGA MORENO

## **DERECHOS DE AUTOR**

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EFECTO DE LOS BIOLES UTILANDO TRES FUENTES DE NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus quitensis* H.B.K) Y (*Amaranthus hypochondriacus* L.)” 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 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.

-----  
MARIANA ELIZABETH ZUÑIGA MORENO

**“EFECTO DE LOS BIOLES UTILIZANDO TRES FUENTES DE  
NITRÓGENO EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE AMARANTO  
(*Amaranthus quitensis* H.B.K.) Y (*Amaranthus hypochondriacus* L.)”**

REVISADO POR:

---

Ing. Agr. Mg. Juan Carlos Aldás Jarrín.

**TUTOR**

---

Ing. Mg. Manolo Muñoz.

**ASESOR DE BIOMETRÍA**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA: \_\_\_\_\_

---

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita Vásquez.

**PRESIDENTE TRIBUNAL**

---

Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz Tobar.

**MIEMBRO DE CALIFICACIÓN**

---

Ing. Agr. Mg. Rita Santana Mayorga

**MIEMBRO DE CALIFICACIÓN**

## **AGRADECIMIENTOS**

En el presente trabajo de tesis agradezco a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida y hacer realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Técnica de Ambato y Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la oportunidad de adquirir los conocimientos que me han permitido formarme como profesional, también por sus consejos y más que todo por su amistad.

A mis padres y familiares, por darme siempre su apoyo incondicional para llegar a alcanzar el objetivo propuesto.

A mi Director de Tesis, Ing. Mg. Juan Carlos Aldás Jarrín., por guiarme con sus conocimientos y experiencia para lograr llegar con éxito al final de este camino.

Para todos ellos: mis más sinceros agradecimientos y que Dios los bendiga.

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la fortaleza y la capacidad de aprender y seguir adelante para cumplir mi sueño.

Con todo mi cariño y mi amor para mi familia en especialmente para mis padres hermanos e hijos que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes investigativos.....	3
2.2 Marco conceptual.....	4
2.2.1 Variable independiente.....	4
2.2.1.1 Biol.....	4
2.2.1.2. Formación del biol.....	5
2.2.1.3 Materiales.....	5
2.2.1.4. Procedimiento.....	5
2.2.1.5. Obtención del biol.....	6
2.2.1.6. Usos del biol.....	6
2.2.1.7. Ventajas del biol.....	6
2.2.1.8. Desventajas del uso del biol.....	7
2.2.1.9. Diferentes fuentes de nitrógeno.....	7
2.2.2. Variable dependiente.....	8
2.2.2.1. Desarrollo de amaranto ( <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K.) y ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.).....	8
2.2.3. Unidad de análisis.....	9
2.2.3.1. Cultivo de Amaranto ( <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K.) y ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.).....	9
2.2.3.1.1. Origen.....	9
2.2.3.1.2. Clasificación taxonómica.....	10
2.2.3.1.3. Descripción morfológica.....	11
CAPITULO III.....	19
HIPÒTESIS Y OBJETIVOS.....	19
3.1. HIPOPTESIS.....	19
3.2. OBJETIVOS.....	19
3.2.1. Objetivo General.....	19
3.2.2. Objetivos específicos.....	19

CAPITULO IV.....	20
MATERIALES Y METODOS.....	20
4.1 Ubicación del ensayo.....	20
4.2. Características del lugar.....	20
4.3. Equipos y Materiales.....	21
4.3.1. Material experimental.....	21
4.3.2. Equipos y herramientas.....	21
4.3.3. Materiales de oficina.....	21
4.3.4. Insumos.....	21
4.4. Factores de estudio.....	21
4.4.1. Variedades de Amaranto.....	22
4.4.2. Bioles con diferentes fuentes de nitrógeno.....	22
4.5. Tratamiento.....	22
4.6. Diseño experimental.....	23
4.6.1. Características del ensayo.....	23
4.7. Variables Respuesta.....	23
4.7.1. Altura de planta.....	23
4.7.2. Diámetro de tallo.....	24
4.7.3. Número de panojas por planta.....	24
4.7.4. Días a la cosecha.....	24
4.7.5. Rendimiento.....	24
CAPITULO V.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
5.1 Altura de planta.....	25
5.2 Diámetro del tallo.....	28
5.3 Número de panojas.....	30
5.4 Rendimiento.....	32
CAPITULO VI.....	35
CONCLUSIONES BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS.....	35
6.1 Conclusiones.....	35
6.2. Bibliografía.....	36
6.3 Anexos.....	40
CAPITULO VII.....	45
PROPUESTA.....	45



7.1	Título.....	45
7.2	Datos informativos.....	45
7.3	Antecedentes.....	45
7.4	Justificación.....	45
7.5	Objetivo.....	45
7.6	Metodología.....	46
7.6.1	Preparación del terreno y siembra.....	46
7.6.2	Deshierbas .....	46
7.6.3	Aporque .....	46
7.6.4	Riegos.....	46
7.6.5	Aplicación del biol.....	46
7.6.5	Cosecha .....	47
7.6	Administración.....	47
7.7	Previsión de la evaluación.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de las plagas y enfermedades del cultivo de amaranto.....	14
Tabla 2. Tratamientos aplicados.....	22
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	25
Tabla 4. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable altura de planta.....	26
Tabla 5. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable altura de planta.....	26
Tabla 6. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable altura de planta al inicio de la floración.....	27
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo.....	28
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable diámetro de tallo.....	28
Tabla 9. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable diámetro de tallo.....	29
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable diámetro de tallo.....	29
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable número de panojas.....	30
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable número de panojas.....	31
Tabla 13. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable número de panojas.....	31
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable número de panojas...	31
Tabla 15. Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	33
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable rendimiento...	33
Tabla 17. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable rendimiento.....	33
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable rendimiento.....	34

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de Evaluar el efecto de los bioles en el desarrollo del cultivo de Amaranto (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) y (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en las condiciones agroecológicas en la Granja Experimental Docente Querochaca. Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos más 2 testigos x 4 repeticiones. Se realizó el análisis de variancia, pruebas de significación de Tukey al 5% para diferenciar los tratamientos, y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor variables.

En la variable altura de planta se determinó que el tratamiento con mejores resultados fue V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa), con promedios de 47,92 cm al inicio de la floración y 108,8 cm a la cosecha, debido a que el tratamiento con biol proporcionó los nutrientes y fitorreguladores necesarios para el mejor desarrollo del cultivo. El diámetro del tallo se determinó al inicio de la floración y a la cosecha observándose que el tratamiento V1N3 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de vicia) tuvo los mejores promedios con valores de 15,65 y 19,38 mm respectivamente, estos resultados se obtuvieron probablemente debido a que los bioles a partir de leguminosas tienen un buen contenido de nitrógeno que influye positivamente en el crecimiento de las plantas.

Al analizar la variable número de panojas se evidenció que el tratamiento V1N3 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de vicia) presentó el mayor número de panojas con un promedio de 6,5. La aplicación de biol con leguminosas tuvo influencia directa sobre esta variable debido a que proporcionan nutrientes y fitorreguladores necesarios para un mejor desarrollo vegetativo del cultivo. Una vez analizada estadísticamente la variable rendimiento se concluyó que el tratamiento V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) tuvo el mejor promedio alcanzando un valor de 314,19 gramos. Esta variable estuvo influenciada por la aplicación de biol con fuente de nitrógeno de alfalfa debido a que este proporciona los elementos como nitrógeno, fitorreguladores, necesarios en el desarrollo de la planta lo que contribuye a mejorar la producción.

Palabras clave: Amaranto, alfalfa, azolla, biol, vicia.

## SUMMARY

The present research was carried out to evaluate the effect of bioles on the development of amaranthus (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) and (*Amaranthus hypochondriacus* L.) in agroecological conditions at the Querochaca Experimental Teaching Farm. The Complete Blocks Design (DBCA) was applied with 6 treatments plus 2 controls x 4 replicates. We performed the analysis of variance, Tukey significance tests at 5% to differentiate the treatments, and tests of Minimum Difference Significant at 5% for factor variables.

In the plant height variable, the best treatment was V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol with alfalfa nitrogen source), with averages of 47,92 cm at the beginning of flowering and 108.8 cm at harvest, because the biol treatment provided the necessary nutrients and phytohormones for the better development of the crop. The diameter of the stem was determined at the beginning of flowering and harvesting, observing that the V1N3 treatment (*Amaranthus quitensis* + biol with nitrogen source of vicia) had the best averages with values of 15,65 and 19,38 mm respectively, these results were probably obtained because the leguminous bioles have a good nitrogen content that positively influences the growth of the plants.

When analyze the variable number of panicles, it is evidence that the treatment V1N3 (*Amaranthus quitensis* + biol with source of nitrogen of vicia) presented the largest number of panicles with an average of 6,525. The application of biol with legumes had a direct influence on this variable because they provide nutrients and phytohormones necessary for a better vegetative development of the crop. After analyzing the yield variable, it concluded that the treatment V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol with alfalfa nitrogen source) had the best average yielding a value of 314.19 grams. This variable was influenced by the application of biol with alfalfa nitrogen source due to the fact that this provides the elements such as nitrogen, phytohormones, necessary in the development of the plant which contributes to improved production.

Key words: Amaranth, alfalfa, azolla, biol, vicia.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Los cultivos andinos que aún subsisten en nuestros territorios, han sido guardados por nuestras comunidades indígenas y campesinas, vuelven a retomar la importancia que nunca debieron haber perdido, para irse convirtiendo de a poco en elementos importantes de nuestra alimentación (Saavedra, 2013).

El amaranto es un cultivo anual y pertenece a la familia amaranthaceae y al género *Amaranthus*, tiene varias características en común. El amaranto, como verdura de hoja fue utilizada en América, desde hace 4000 años, la cultura maya extendió su consumo en México y Guatemala y los Incas en Ecuador, Perú y Bolivia. Según la historia en las zonas tropicales y subtropicales fue 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 (Heredia, 2012).

Por otro lado los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas (Toalombo, 2013).

Así mismo la agricultura alternativa, comienza a tomar cuerpo en todo el mundo, bajo diferentes denominaciones: Agroecología, Agricultura Ecológicamente Apropiaada, Agricultura Orgánica (América Latina y Los Estados Unidos de Norteamérica), Ecológica o biológica (Comunidad Europea y Asia); siempre con el común denominador de tratar a la naturaleza con el respeto que se merece, porque la reconciliación del hombre con ella, no solo es deseable, sino que se ha convertido en una necesidad. En los últimos años se ha incorporado al proceso de producción agrícola, algunas sustancias denominadas fitoreguladores cuya utilización constituye ya una técnica de cultivo que tiene como propósito mejorar la producción y calidad de las cosechas (Basantes, 2009).

Entre los abonos orgánicos más utilizados hoy en día se encuentran los estiércoles de animales, como la gallinaza, la vacaza y en los últimos años, el guano de murciélago;

las compostas, las vermicompostas y algunos abonos minerales; sin embargo, recientemente han salido al mercado los llamados biofertilizantes como el bionitro, que además de minerales también aportan microorganismos vivos al suelo (Vázquez-Benítez, 2011).

e como propósito mejorar la producción y calidad de las cosechas (Basantes, 2009). Entre los abonos orgánicos más utilizados hoy en día se encuentran los estiércoles de animales, como la gallinaza, la vacaza y en los últimos años, el guano de murciélago; las compostas, las vermicompostas y algunos abonos minerales; sin embargo, recientemente han salido al mercado los llamados biofertilizantes como el bionitro, que además de minerales también aportan microorganismos vivos al suelo (Vázquez-Benítez, 2011).

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes investigativos

Se encontraron diferencias altamente significativas con la aplicación del biol, para localidades en las variables longitud de inflorescencia y rendimiento de semilla; mientras que para acame y altura de planta no hubo efecto de localidades. Para fertilización se encontraron diferencias altamente significativas para acame y rendimiento de semilla; mientras que para altura de planta y longitud de la inflorescencia las dosis de fertilización no tuvieron efecto significativo. La fuente de variación de variedades se obtuvieron diferencias altamente significativas, para todas las variables estudiadas excepto acame. En densidad de plantas se encontraron diferencias altamente significativas en rendimiento de grano y diferencias significativas en altura de planta; mientras que para acame y longitud de inflorescencia, no se encontraron efectos significativos (Ramírez et al, 2011).

La mejor respuesta obtenida del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) var. INIAP Perucho, a la fertilización foliar complementaria, se obtuvo mediante la aplicación de BiolEcoplus, el cual presentó un efecto estimulante de crecimiento en las variables: altura a la cosecha con 88,39 cm y tamaño de panoja con 51,39 cm; mismo efecto que se reflejó en la variable rendimiento con 720,13 g y peso hectolítrico con 82,54 unidades (Saavedra, 2013).

Al evaluar la respuesta a la fertilización orgánica con abono bovino, humos y eco abonaza en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en el cantón Guano provincia de Chimborazo, con la finalidad de orientar la utilización de un uso más eficiente de los recursos disponibles, por sus ventajas de conservación del suelo frente a la fertilización química, generar una propuesta para la utilización con fines comerciales a bajo costo de producción y la readopción por parte de las comunidades locales de estos cultivos autóctonos. Se obtuvo como resultados finales: precocidad en



los días a la floración (49) y maduración (187), mayor altura de planta (81 cm), mejor diámetro de tallo (3,54 cm), alto rendimiento de grano por parcela neta (1755.5 g) y por hectárea (21482 kg) con la aplicación del estiércol de bovino en su dosis recomendada+50% correspondiente al tratamiento T8, ratificando así la eficacia de los abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de amaranto. De acuerdo al análisis estadístico en la variable rendimiento, el tratamiento T4 que corresponde a la aplicación de eco abonaza con la dosis recomendada presenta un mayor beneficio, lo que significa que genera una rentabilidad superior comparándolos con el resto (Buñay, 2010).

## **2.2 Categorías fundamentales**

### **2.2.1 Variable independiente**

#### **2.2.1.1 Biol**

De acuerdo con Suquilanda (1996), el Biol es un abono orgánico líquido, el cual se obtiene a partir de materia orgánica proveniente de animales y vegetales. La materia orgánica proveniente de los animales está constituida por el estiércol fresco, entre los más utilizados se encuentra el estiércol vacuno, porcino, estiércol de cuy y de aves ponedoras. El uso de plantas en especial de leguminosas, comprende el aporte de materia orgánica vegetal; la leguminosa de mayor utilización es la alfalfa, pero la especie que se deba utilizar puede variar, según el lugar donde se esté elaborando el Biol.

El Biol comprende la fermentación de sustratos orgánicos, por medio de la actividad de microorganismos vivos (organismos anaeróbicos); cabe resaltar que la palabra fermentar o fermento se deriva del vocablo griego fermentare que literalmente significa hervir. El Biol es una excelente fuente de fitohormonas y fitoreguladores tales compuestos cumplen una función primordial en el desarrollo de las plantas. Entre las funciones más importantes se pueden mencionar: incrementa el poder germinativo, estimula el enraizamiento y actúa sobre el follaje.

El biol es una fuente de fitoreguladores, que se obtienen como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Siendo el biol una fuente orgánica de fitoreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividad fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y el poder germinativo de las semillas traduciendo todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Suquilanda, 1996).

#### **2.2.1.2. Formación del biol**

Suquilanda (1996), menciona que, para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25 - 35°C), la acidez (pH) alrededor de 7,0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando éste es herméticamente cerrado.

#### **2.2.1.3. Materiales**

Los materiales a utilizar para la obtención de biol, según Zamora, (2013). son los siguientes:

- 1 tanque de 200 litros
- 1 m de plástico grueso para cubrir la boca del tanque
- 1,5 m de manguera de gas
- 1 tarro pequeño de plástico
- 1 piola o cuerda para amarrar
- 1 quintal de estiércol de cuy
- 1 atado mediano de: (azolla, alfalfa, vicia) picado finamente
- 4 litros de melaza
- 2 libras de roca fosfórica
- 2 libras de levadura

#### **2.2.1.4. Procedimiento**

Colocar el tanque donde se elabora el biol en un lugar fresco, ventilado y protegido del sol y la lluvia, poner agua hasta la mitad del tanque, a continuación, incorporar el

estiércol y remover constantemente, agregar la (azolla, alfalfa, vicia) picada finamente, roca fosfórica y la levadura agitar constantemente; colocar la manguera en la tapa del tanque, evitando que ésta toque la mezcla y que no permita que entre agua en el preparado, la mezcla durará aproximadamente entre dos y tres meses. (Montesinos, 2013).

#### **2.2.1.5. Obtención del biol**

Suquilanda (1996), citado por Rivera (2009), manifiesta que el biol, se obtiene a los 30 días después de haber iniciado el proceso de descomposición, presentando características como: un color café oscuro y una consistencia espesa.

#### **2.2.1.6. Usos del biol**

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas sea de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y a la raíz (Suquilanda, 1996).

Ya sea que el Biol se emplee por vía foliar mediante, pulverizaciones manuales o mediante riego por aspersión, o que se haga por vía radicular, a través de riegos por gravedad, estos procedimientos traen consigo incremento notable del sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en su composición (Capacitación Agrobiogenético, 1994).

#### **2.2.1.7. Ventajas del biol**

Según Guanopatín (2012), las ventajas del biol son las siguientes:

- Acelera el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Mejora producción y productividad de las cosechas.
- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.

- Incrementa la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo y es económico.
- Acelera la floración, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

#### **2.2.1.8. Desventajas del uso del biol**

Montesinos (2013), señala como desventajas al biol las siguientes:

- El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo.
- En extensiones grandes se requiere de una bomba de mochila para aplicar.
- Cuando no se protege de la radiación solar las mangas (biodigestores rústicos), tienden malograrse disminuyendo su periodo de utilidad.

#### **2.2.1.9. Diferentes fuentes de nitrógeno**

##### **Azolla**

Según Montaña (2005), citado por Gavilanes (2015), una descripción de *Azolla anabaena*. “Por la alta capacidad de fijar nitrógeno la asociación simbiótica entre *Azolla sp.* y la Cianobacteria filamentosa *Anabaena sp.* en los últimos tiempos ha adquirido mucha importancia para la agricultura”.

Azolla es un helecho acuático que alberga en las cavidades en la base de la fronda una cianobacteria del género *Anabaena*. Ecológicamente la Azolla es responsable del aumento sustancial de nitrógeno del medio ambiente debido a que durante su vida fija nitrógeno y cuando muere este nitrógeno fijado puede ser utilizado por las plantas en su alrededor. La *Azolla anabaena* tiene un alto potencial como abono verde en el cultivo de arroz en zonas tropicales, fijando aproximadamente 600 kg de nitrógeno por

hectárea por año en condiciones óptimas de temperatura, luz y composición química del sustrato. En la actualidad la Azolla se cultiva comercialmente en China y Vietnam, en donde se ha utilizado por centurias como abono verde en sembríos de arroz por inundación. En China su uso se remonta al menos a la época de la dinastía Ming mientras que los registros de Vietnam datan del siglo 11 (Montaño, 2005).

### **Alfalfa**

La utilización de la alfalfa (*Medicago sativa*) en la producción de biol, se debe a que esta leguminosa fija nitrógeno al suelo además de proveer elementos químicos medicinales y tóxicos que eliminan y controlan algunas plagas. (Rendón, 2013).

### **Vicia sativa**

La vicia, veza, garrobilla, o arvejilla (*Vicia sativa*), es una planta leguminosa capaz de fijar nitrógeno atmosférico mediante una simbiosis en sus raíces con 20 bacterias del género *Rhizobia*. A pesar que es considerada una maleza cuando se la encuentra prosperando sobre otros cultivos, esta rústica planta se la usa frecuentemente como abono verde o forraje ganadero. (Cepeta & Chuiluusa, 2012).

## **2.2.2. Variable dependiente**

### **2.2.2.1. Desarrollo de amaranto (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) y (*Amaranthus hypochondriacus* L.)**

El amaranto es una de las pocas plantas no gramíneas que realiza fotosíntesis vía C4, es decir mediante una modificación del proceso fotosintético normal eficiente en lugares de altas temperaturas, alta heliofanía, y condiciones de déficit hídrico, ya que demanda menor cantidad de agua que las C3 (15). Esto gracias a que contiene una anatomía foliar especializada, que consiste en disponer de dos capas de células con clorofila una en el mesófilo y otra unida a los haces vasculares. Esto le permite tener una alta eficiencia fotosintética, ya que las pérdidas de carbono por foto respiración son nulas. Las tasas de conversión de carbono atmosférico en azúcares son altas, aunque los estomas estén semi cerrados, como ocurre en ambientes secos, o con altas

temperaturas; es decir que los amarantos están adaptados fisiológicamente para crecer y producir en ambientes desfavorables para otras plantas. La facilidad para hacer fotosíntesis con los estomas casi cerrados hace que las pérdidas de agua por transpiración sean muy bajas o nulas, por lo que las plantas no se marchitan ni se secan en condiciones de relativa escasez de agua. (Martínez, 2010).

El cultivo de amaranto conocido como “ataco”, “sangorache” o “quinua de castilla”, data de más de 4000 años en el continente Americano. Botánicamente, se ubica dentro del orden Centrospermales, familia Amaranthaceae, genero *Amaranthus*, habiéndose identificado más de 60 especies. Se adapta desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm, a temperaturas de 18 a 24 °C, y requiere de 300 o 400 mm de precipitación anual. Prospera mejor en suelos bien drenados con pH neutro o alcalino generalmente superior a 6. La siembra puede ser directa o mediante trasplante que no es muy común, requiere de suelo mullido, se siembra en surcos separados 60 o 70 cm, dentro del surco se puede sembrar a chorro continuo o en golpes separados a 20 cm, se puede colocar entre 10 y 20 semillas por golpe y luego tapar con 1 a 2 cm de suelo suelto. Se recomienda dejar entre 20 y 30 plantas/m<sup>2</sup> cuando es para grano y de 80 a 100 plantas/m<sup>2</sup> cuando es para verdura (Nieto, 1989).

### **2.2.3. Unidad de análisis**

#### **2.2.3.1. Cultivo de Amaranto (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) y (*Amaranthus hypochondriacus* L.)**

##### **2.2.3.1.1. Origen**

El Amaranto, es un pseudocereal recientemente redescubierto, que goza de inigualables propiedades entre las que se destacan sus elevados niveles de proteína, aminoácidos esenciales, calcio, hierro y fósforo; llegando a ser considerado como el “alimento del futuro” y con una creciente demanda en el mercado internacional. En Ecuador, al poseer las condiciones naturales favorables para su cultivo, se produce en las entidades gubernamentales tales como el INIAP, una incansable campaña para resucitar la producción del “pequeño gigante”, sin embargo pese a estos esfuerzos, no se ha logrado alcanzar los objetivos planteados puesto que de las 80 mil hectáreas aptas

para el cultivo solo se registran 50 hectáreas dedicadas a la producción de “kiwicha” en el país. Ante este escenario de oportunidades no solo lucrativas sino también de desarrollo del comercio internacional mal aprovechadas por el temor y desconocimiento, se ve la necesidad de elaborar un plan enfocado en la producción y comercialización del grano seco de amaranto al mercado alemán, con el propósito de servir de referente para las futuras inversiones en este ámbito del comercio internacional. El plan se fundamentará en la producción de la variedad mejorada INIAP-ALEGRIA, en principio la cantidad a producir se basará en igualar la media de la producción actual y con un crecimiento del 10% anual. El desarrollo del plan demuestra que existe mercado disponible y creciente en Alemania, además de las favorables relaciones que se mantienen al momento y por los referentes encontrados, es lucrativa la inversión (Zaldumbide, 2014).

#### **2.2.3.1.2. Clasificación taxonómica**

Según Mujica Sánchez citado por Reinoso (2008), la clasificación del Amaranto es la siguiente:

**Reino:** Plantae  
**Subreino:** Embriofitas  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Magnoliopsida  
**Subclase:** Caryophyllidae  
**Orden:** Caryophyllales  
**Familia:** Amaranthaceae  
**Género:** Amaranthus  
**Subgénero:** Amaranthus (monoica)  
**Especie:** *Amaranthus hypocondriacus* L. (A. Blanco) *Amaranthus quitensis* H.B.K. (Sangoracha)

### 2.2.3.1.3. Descripción morfológica

- **Raíz**

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 separada de otras, alcanza dimensiones considerables. En caso de ataque severo de nemátodos se observan nodulaciones prominentes en las raicillas (Núñez, 2008).

- **Tallo**

Según Mujica Sánchez citado por Reinoso (2008), el tallo tiene forma de un cilindro con gruesas estrías longitudinales, con un eje central, tienen de longitud de 0.4 a 3 cm., de diámetro el tallo disminuye desde la base hasta la ápice, tiene unas protuberancias en lugares donde nacen las flores y yemas, con colores que varían entre blanco, amarillo, verde, rojo y púrpura, esto depende del color de las hojas es decir de la especie.

Según Andrango citado por (Reinoso, 2008) el tallo es hueco al centro a la madurez, y también manifiesta que algunas especies tienen ramificaciones en la base y a lo largo del tallo.

- **Hojas**

Las hojas son pecioladas, sin estípulas de forma oval, elíptica, opuesta o alterna 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 (Villacrés, 2016).



- **Inflorescencia**

Son rojizas o verdes, formadas por cinco tépalos, protegidas por brácteas, están dispuestas en espigas o panojas terminales o axilares, densas y erectas. Es una especie diclino-monoica, las flores masculinas se encuentran en la parte superior y las femeninas en la inferior de cada inflorescencia. En la polinización interviene principalmente el viento y en menor grado algunos insectos (Villacrés, 2016).

- **Fruto**

El fruto del amaranto es un pixidio unicelular, es decir tiene una capsula la cual se abre y contiene un solo grano, tiene forma circular, está ocupado en su mayor parte por el embrión. Cuando madura presenta dehiscencia transversal, dejando caer la parte superior llamado opérculo, para dejar al descubierto la parte inferior llamada urna, donde se encuentra contenida la semilla.

- **Semilla**

*Amaranthus quitensis* H.B.K. es una especie anual de origen sudamericano que se reproduce por semillas. Pertenece a la familia de las Amarantáceas, que comprende más de 60 especies, difundidas en las regiones cálidas y templadas, que van desde el color blanco hasta el negro (Omacini, 2013).

- **Requerimiento de clima y suelo**

Según Peralta et al (2012), los requerimientos para el cultivo son los siguientes:

**Zona de cultivo:** Valles de la sierra (libres de heladas)

**Altitud:** 2000 a 2800 msnm.

**Clima:** Lluvia: 300 a 600 mm de precipitación en el ciclo.

**Temperatura:** 15° C

**Suelo:** Franco, con buen drenaje y contenido de materia orgánica pH: 6 a 7,5.

- **Manejo del cultivo**

- a. **Selección del terreno**

El Amaranto prefiere suelos suaves, ligeramente arenosos que no se aprieten o encharquen. En terrenos pesados que se encharcan fácilmente, es preferible realizar la siembra de trasplante o en su caso, sembrar en el lomo del surco. El mejor terreno que podemos escoger es aquel en donde antes estuvo sembrado con fréjol, alfalfa, haba u otra leguminosa (Saavedra, 2013).

- b. **Preparación del terreno**

Saavedra (2013), manifiesta que el cultivo de amaranto requiere de una buena preparación del suelo, dado el tamaño tan pequeño de sus semillas. Es conveniente una arada, dos pases de rastra y si es posible la nivelación del suelo. Estas labores pueden ser realizadas con tractor, yunta o manualmente.

- c. **Fechas de siembra y variedades de amaranto**

La siembra bajo el sistema de riego, se recomienda para zonas libres de heladas y debe establecerse a finales de diciembre y principios de febrero según el clima, para cosechar antes de que inicien las lluvias. Deben utilizarse variedades de ciclo corto (90 a 110 días) como Amaranteca, Revancha y Dorada. Para el sistema de temporal, la recomendación es sembrar con el inicio de las lluvias, entre mediados de mayo y finales de junio, en las zonas templadas y cuando la región es de clima cálido, es preferible esperar a que las lluvias estén bien establecidas y sembrar a partir de finales de junio hasta mediados de agosto (Omacini, 2013).

- d. **Preparación de la semilla**

Para sembrar 1/4 de hectárea se requieren 750 g de semilla de amaranto y 30 kg de estiércol o abono orgánico cernido, se revuelven hasta dejar una mezcla uniforme de la semilla. El estiércol puede ser de chivo, borrego o vaca y se recomienda que se

humedezca de 24 a 36 horas antes de utilizarla, esta práctica evita algunos problemas de emergencia de las plantas, lo que permitirá que nazcan más rápido. Se recomienda que el productor seleccione sus propias semillas (Saavedra, 2013).

**e. Abonado orgánico al momento de la siembra**

Para una buena producción de amaranto, es muy importante la aplicación de abonos orgánicos al momento de preparar el terreno o en la siembra. Si la siembra es a chorrillo se debe aplicar de forma bandeada el estiércol, lombricomposta o composta, utilizando aproximadamente 200 gr por cada metro lineal (3 toneladas/ha), justo en el lugar donde irá la semilla. Si la siembra es mateada, la aplicación del abono se realiza aplicando 50g por mata. Tomar en cuenta que lo mejor es abonar el suelo incorporando materia orgánica continuamente (Indesol, 2014).

**f. Plagas y enfermedades**

Por ser un cultivo poco promocionado, no se conoce mucho sobre los problemas de plagas y enfermedades, sin embargo, en cuanto a plagas se han identificado a las siguientes (Villacrés, 2016).

Tabla 1. Descripción de las plagas y enfermedades del cultivo de amaranto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE DAÑO
Agrotis spp.	Gusanos trozadores o cortadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta. Consumen follaje y brotes tiernos.
Feltia spp.	Gusanos cortadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta. Consumen follaje y brotes tiernos.
Diabrotica spp.	Vaquitas o tortuguitas	Mastican hojas y brotes tiernos.
Epitrix spp.	Pulguillas	Perforaciones finas de la hoja
Myzus spp.	Pulgones	Succionan savia
Lygus spp.	Chinches	Perforan y se alimentan de granos tiernos.

Para prevenir la presencia de estas plagas se debe mantener al cultivo limpio de malezas o eliminar malezas de lotes contiguos, pero si la intensidad del ataque de cualquiera de estos insectos es significativa se puede usar insecticidas, de preferencia los fosforados. En cuanto a enfermedades sobresalen las causadas por hongos que producen la enfermedad conocida como mal de semillero (*Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*) que se hacen presentes en los primeros 30 días del cultivo y sobre todo en suelos con mucha materia orgánica. En estado de planta adulta el problema principal parece ser el ataque que *Sclerotinia sclerotiorum* que afecta a todos los órganos de la planta y en especial a las hojas, produciendo clorosis y muerte y, a los tallos y panojas produciendo pudriciones y posterior secamiento.

Además se ha reportado la presencia de oidium, cuyo agente causal es *Erysiphe spp*, que produce manchas blanquecinas y deformaciones en las hojas. La presencia de *Curvularia spp* y *Alternaria spp* atacando a las hojas han sido reportadas sobre todo en ambientes de clima caliente.

#### **g. Labores culturales**

Según Peralta (2012), las principales labores culturales son las siguientes:

- **Deshierba**

Realizar por lo menos dos deshierbas durante el ciclo del cultivo, la primera a los 40 a 45 después de la siembra y la segunda alrededor de los 60-70 días después de la siembra. En climas fríos y templados, es recomendable hacer dos deshierbas seguidas, la primera en luna creciente y la segunda en luna menguante, con el propósito de acelerar su agotamiento.

- **Aporque**

El aporque se efectúa para fijar la planta al suelo, facilitar que se enraíce y evitar que se caiga fácilmente, ya que muchas veces por el peso excesivo de la panoja la planta tiene tendencia a acamarse, debiendo efectuarse cuando las plántulas alcancen los 40-50 cm, o a los 80-100 días después de la siembra.

- **Fertilizacion**

De acuerdo al resultado de análisis de suelo. Una recomendación de fertilización general es aplicar 100-60-20 kg por hectárea de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, equivalente a 200 kg de 10-30-10 a la siembra más 200 kg de urea o nitrato de amonio a la deshierba.

- **Riego**

El cultivo de amaranto es de temporal o secano. En áreas con disponibilidad de riego, se debe regar por gravedad o surco. El volumen de entrada (gasto) del agua no debe ser abundante y se debe distribuir simultáneamente en varios surcos; la velocidad a lo largo del surco debe ser moderada. El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo y las condiciones climáticas. En ausencia de lluvia puede ser necesario regar cada 30 días, con énfasis en floración y llenado de grano.

#### **h. Cosecha**

Quintana & Montoya (2011), mencionan que la cosecha se realiza de forma manual cuando la panoja presenta una coloración parda-amarillenta, aproximadamente de 5 a 8 meses después de la siembra dependiendo de la localidad.

Según estos mismos autores la cosecha se divide en cinco fases: corte, formación de parvas, trilla, limpieza, venteo, secado y almacenamiento, las cuales se describen a continuación.

- **Corte**

El corte o siega se lo puede realizar con una hoz o una tijera de podar. Se recomienda cortar las plantas cerca de la panoja para evitar daños en la trilladora por exceso de material leñoso.

Todo proceso se efectúa por la mañana para evitar el desgrane. Se pueden utilizar cosechadoras combinadas, que cortan y trillan al mismo tiempo.

- **Formación de parvas**

Después de cortar las plantas, se forman parvas colocando las panojas en un mismo sentido, de esta manera se reduce la humedad proveniente del campo.

Es importante controlar posibles calentamientos sobre todo cuando se cosechan plantas con humedad.

- **Trilla o azotado**

Esta labor permite la separación del grano de la panoja; para poder facilitar la caída del grano las plantas deben estar totalmente secas, este trabajo se puede realizar mecánicamente utilizando una trilladora preparada especialmente para este tipo de grano, o manualmente, para lo cual se extiende lonas en el suelo, luego se colocan las panojas en sentido opuesto uno sobre otros para proceder a golpearlas o azotarlas con palos o varas hasta que se desprenda el grano.

Otro método empleado consiste en raspar y golpear las panojas sobre una superficie dura (piedra) o utilizando un sarán que actúe como cernidor.

- **Limpieza y venteo**

Para retirar las impurezas pequeñas provenientes de la trilla se utiliza tamices, mallas, zarandas manuales o un arnero. También se pueden usar máquinas clasificadoras de semilla, y las corrientes de aire o el viento para dejar limpia al grano.

- **Secado y almacenamiento**

El grano libre de impurezas debe secarse al sol extendido en costales o lonas durante un día hasta llegar a una humedad del 12% para evitar fermentaciones y

amarillamiento que reduce su calidad y valor comercial. El almacenaje debe realizarse en lugares secos y ventilados, el grano debe ser colocado en costales de yute o tela, y se debe evitar el uso de plástico.

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1. Hipótesis**

La fertilización con bioles influyen en el desarrollo del cultivo de amaranto (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) y (*Amaranthus hypochondriacus* L.).

#### **3.2. Objetivos**

##### **3.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de los bioles en el desarrollo del cultivo de Amaranto (*Amaranthus quitensis* H.B.K.) y (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en las condiciones agroecológicas en la Granja Experimental Docente Querochaca.

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

- Determinar la variedad de amaranto que mejor responda a los tratamientos con bioles con relación al desarrollo del cultivo.
- Establecer la mejor fuente de nitrógeno para la formulación de bioles en base al desarrollo del cultivo de amaranto.

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1 Ubicación del ensayo

El experimento se realizó en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua a una distancia 20 Km al sur de Ambato con una altitud de 2865 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: 01° 22' 02'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste. Según el sistema de posicionamiento global (GPS) (Bedón, 2014).

#### 4.2. Características del lugar

- **Suelo**

Según el Instituto Geográfico Militar (1985) 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.

- **Agua**

El agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7,78; una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm.



- **Ecología**

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 (Bedón, 2014).

### **4.3. Equipos y Materiales**

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

Plantas de amaranto (*Amaranthus quitensis*. H.B.K.) y (*Amaranthus hypochondriacus* L.), azolla anabaena, vicia, alfalfa.

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

Sistema de riego por goteo, letreros de identificación, azadón, pala, rastrillo, estacas, piola, tanques, bomba de mochila, cedazos, balanza de precisión, flexómetro, fundas plásticas.

#### **4.3.3. Materiales de oficina**

Cámara fotográfica, computadora, lápiz, impresora, libreta de campo, hojas de papel bond.

#### **4.3.4. Insumos**

- Biol

### **4.4. Factores de estudio**

Aplicación de los bioles con la dosis de 5 litros por tanque de 200 litros

#### 4.4.1. Variedades de Amaranto

- V1:(*Amaranthus quitensis* H.B.K.)
- V2: (*Amaranthus hypochondriacus* L.)

#### 4.4.3. Fuentes de nitrógeno

- N1: Azolla
- N2: Alfalfa
- N3: Vicia

#### 4.5. Tratamientos

Los tratamientos producto de la combinación de los factores en estudio se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos aplicados

Nº	Símbolo	Detalle
1	V1N1	( <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K.) + biol con fuente de nitrógeno de azolla
2	V1N2	( <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K.) + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa
3	V1N3	( <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K.) + biol con fuente de nitrógeno de vicia
4	V1T	( <i>Amaranthus quitensis</i> H.B.K.) sin biol
5	V2N1	( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) + biol con fuente de nitrógeno de azolla
6	V2N2	( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa

7	V2N3	( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) + biol con fuente de nitrógeno de vicia
8	V2T	( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) sin biol

---

#### 4.6. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos más 2 testigos x 4 repeticiones, con un total de 32 parcelas. Se realizó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5% para diferenciar los tratamientos, y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor variables.

##### 4.6.1. Características del ensayo

Numero de parcelas por tratamiento:	4
Largo de la parcela:	1.40 m
Ancho de la parcela:	2,60 m
Área por parcela:	3,64 m <sup>2</sup>
Número de plantas por parcela:	24
Número de plantas/tratamiento:	96
Distancia entre plantas:	0,30 m
Distancia entre hileras:	0,60 m
Número total de parcelas:	32
Número de plantas/total ensayo:	768
Superficie total del ensayo:	116.48 m <sup>2</sup>
Número de plantas a evaluar/parc:	4

#### 4.7. Variables Respuesta

##### 4.7.1. Altura de planta

Se tomó de cuatro plantas centrales de cada parcela neta, utilizando un flexómetro se midió desde la base de la planta hasta el ápice de la misma (brote terminal o panoja). Las lecturas se realizaron al inicio de la floración y el día de la cosecha.

#### **4.7.2. Diámetro de tallo**

Se tomó de cuatro plantas centrales de cada parcela neta, utilizando un calibrador Vernier se midió a 5 cm del nivel del suelo. Las lecturas se realizaron al inicio de la floración y el día de la cosecha.

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

Se tomó de cuatro plantas centrales de cada parcela neta, se contó el número de panojas presentes en cada planta. Las lecturas se realizaron el día de la cosecha.

#### **4.7.4. Días a la cosecha**

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

#### **4.7.5. Rendimiento**

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

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Altura de planta

Realizado el Análisis de Varianza para la variable altura de planta a la floración y a la cosecha (Tabla 3), se determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, variedades, bioles y la interacción variedades por bioles, los coeficientes de variación fueron de 8,0 % a la floración y 6,56 % a la cosecha.

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable altura de planta

Fuente de variación	Grados de libertad	A la floración		A la cosecha	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	13,175	1,24 ns	20,216	0,59 ns
Tratamiento	7	109,641	10,30 **	824,380	23,92 **
Variedades (V)	1	224,482	16,47 **	4471,740	107,51 **
Bioles (N)	2	54,167	3,97 *	103,582	2,49 ns
V x N	2	112,732	8,27 **	295,445	7,10 **
T1 vs resto	1	20,858	0,74 ns	70,464	0,34 ns
T2 vs resto	1	188,344	6,70 *	430,403	2,10 ns
Error	21	10,645		34,470	
Total	31				
Coeficiente de Variación =			8,00 %		6,56 %

\*\* = altamente significativo  
 \* = significativo  
 ns = no significativo

Mediante la prueba de Tukey al 5 % se analizaron los datos de los tratamientos diferenciándose en el primer lugar de la prueba al tratamiento V1N2 (*Amarantus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) con promedios de 47,92 cm al inicio de la floración y 108,8 cm a la cosecha (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable altura de planta

Tratamientos	Altura a la floración		Altura a la cosecha	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
2 V1N2	47,92	A	108,8	A
7 T1	47,20	A	99,23	AB
3 V1N3	45,85	AB	107,0	A
4 V2N1	38,55	BC	77,85	CD
8 T2	37,75	C	84,25	CD
5 V2N2	36,67	C	71,82	D
6 V2N3	36,25	C	75,73	D
1 V1N1	36,05	C	91,50	BC

Mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable altura de planta (Tabla 5) se determinó que la variedad V1 (*Amaranthus quitensis*) fue el de mayor altura de planta tanto al inicio de la floración como a la cosecha con promedios de 43,3 y 102,4 cm respectivamente, en tanto que la variedad V2 (*Amaranthus hypocondriacus*) tuvo menor altura de planta.

Tabla 5. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable altura de planta

Variedades	Altura de planta a la floración		Altura de planta a la cosecha	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
V1	43,3	A	102,4	A
V2	37,2	B	75,1	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5% para bioles en la variable altura de planta al inicio de la floración (Tabla 6), se registraron dos rangos de significación estadística, en primer lugar en la prueba se ubicó N2 (biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) con una

altura de 42,30 cm, mientras que N1 (biol con fuente de nitrógeno de azolla) presenta una menor altura con un valor de 37,30 cm.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable altura de planta al inicio de la floración

Bioles	Media (cm)	Rango
N2	42,30	A
N3	41,05	AB
N1	37,30	B

De los análisis estadísticos realizados y las observaciones de campo, se deduce que la aplicación de biol con fuente de nitrógeno de alfalfa incide favorablemente sobre esta variable debido a que proporciona una gran cantidad de nutrientes y fitoreguladores capaces de promover el desarrollo vegetativo de las plantas, tal como lo señalan varios autores como Restrepo 2001 y Colque et al (2005), quienes indican que el biol es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del bioabono, actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, pescado entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico.

## 5.2 Diámetro del tallo

En el análisis de varianza correspondiente a la variable diámetro del tallo se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, variedades y bioles en las dos etapas estudiadas y para la interacción variedades por bioles a la floración, con un coeficiente de variación de 8,46 % y 5,76 a la floración y cosecha respectivamente (Tabla 7).

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable diámetro del tallo, (Tabla 8) se identificó que el tratamiento VIN3 (*Amarantus quitensis* + biol con fuente

de nitrógeno de vicia) se ubicó en primer lugar en la prueba en cada uno de los estados, a la floración y a la cosecha.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo

Fuente de variación	Grados de libertad	A la floración		A la cosecha	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	0,388	0,33 ns	6,812	6,95**
Tratamiento	7	9,354	8,07 **	6,592	6,73 **
Variedades (V)	1	17,510	13,14 **	17,510	17,46 **
Bioles (N)	2	12,924	9,70 **	9,825	9,80 **
V x N	2	8,725	6,55 **	2,950	2,94ns
T1 vs resto	1	4,629	1,52 ns	2,956	1,01 ns
T2 vs resto	1	0,033	0,01 ns	0,112	0,03ns
Error	21	1,160		0,979	
Total	31				

Coefficiente de Variación = 8,46 % 5,76 %

\*\* = altamente significativo

\* = significativo

ns = no significativo

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable diámetro de tallo

Tratamientos	Diámetro de tallo a la floración		Diámetro de tallo a la cosecha	
	Promedio (mm)	Rango	Promedio (mm)	Rango
3 VIN3	15,65	A	19,38	A
2 V1N2	14,40	AB	18,88	AB
7 T1	12,65	BC	17,35	ABC
6 V2N3	12,63	BC	16,58	BC
4 V2N1	11,95	BC	15,82	C
8 T2	11,75	C	16,38	C
5 V2N2	11,60	C	16,95	BC
1 VIN1	11,25	C	16,23	C

Efectuada la prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable diámetro del tallo (Tabla 9) se encuentra que la variedad V1 (*Amaranthus quitensis*) fue la de mayor diámetro de tallo con promedios de 13,8 mm al inicio de la floración



y 18,2 mm a la cosecha, mientras que la variedad V2 (*Amaranthus hypocondriacus*) presenta menor diámetro de tallo en las dos etapas.

Tabla 9. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable diámetro de tallo

Variedades	Diámetro de tallo a la floración		Diámetro de tallo a la cosecha	
	Promedio (mm)	Rango	Promedio (mm)	Rango
V1	13,8	A	18,2	A
V2	12,1	B	16,5	B

La prueba de Tukey al 5% para bioles en la variable diámetro de tallo (Tabla 10), presenta en primer lugar en la prueba al biol N3 (biol con fuente de nitrógeno de vicia) con valores de 14,14 al inicio de la floración y 17,98 a la cosecha, mientras que el biol N1 (biol con fuente de nitrógeno de azolla) presenta menores diámetros de tallos.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable diámetro de tallo

Bioles	Diámetro de tallo a la floración		Diámetro de tallo a la cosecha	
	Promedio (mm)	Rango	Promedio (mm)	Rango
N3	14,14	A	17,98	A
N2	13,00	AB	17,91	A
N1	11,60	B	16,02	B

La aplicación de biol con fuente de nitrógeno de vicia y alfalfa tuvieron mejor diámetro de tallo tanto al inicio de la floración como a la cosecha esto debido probablemente al aporte de nutrientes especialmente de nitrógeno que es fijado en el sistema radicular de las leguminosas utilizadas, así como al contenido de fitorreguladores presentes en los compuestos utilizados en este experimento. Lo anotado corrobora lo descrito por Sistema bio, 2016 que señala que el biol es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. Debido a su contenido de fitoreguladores promueve

actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas encargadas de la fotosíntesis, mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Todos estos factores resultaran en mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal.

### 5.3 Número de panojas

Realizado el Análisis de Varianza para la variable número de panojas se determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas para las fuentes de variación estudiadas como son tratamientos, variedades, bioles, la interacción variedades por bioles y testigo 1 vs resto. El coeficiente de variación fue de 9,35 % (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable número de panojas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	0,30	0,100	0,51ns
Tratamiento	7	49,03	7,005	35,69 **
Variedades (V)	1	24,40	24,402	104,13 **
Bioles (N)	2	4,59	2,295	9,79**
V x N	2	3,81	1,908	8,14**
T1 vs resto	1	10,60	10,601	6,65 **
T2 vs resto	21	5,62	5,626	3,52 ns
Error	31	4,12	0,196	
Total	3	53,46		

Coeficiente de variación = 9,35 %

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

Aplicada la prueba de Tukey al 5 % para la variable número de panojas, (Tabla 12) se pudo determinar que el tratamiento V1N3 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de vicia) fue el que tuvo mayor número de panojas con un valor de 6,525, en tanto que T2 presentó un promedio de 3,075 panojas ubicando en el último lugar de la prueba.

Realizada la prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable número de panojas (Tabla 13) se diferencia a la variedad V1 (*Amaranthus quitensis*) con mayor número de panojas en primer rango con un promedio de 5,8 panojas, mientras que la variedad V2 (*Amaranthus hypocondriacus*) presenta menor cantidad de panojas con un promedio de 3,8.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable número de panojas

Tratamientos	Media	Rango
3 V1N3	6,525	A
2 V1N2	5,850	AB
7 T1	5,850	AB
1 V1N1	5,150	BC
5 V2N2	4,700	C
6 V2N3	3,450	D
4 V2N1	3,325	D
8 T2	3,075	D

Tabla 13. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable número de panojas

Variedades	Media	Rango
V1	5,8	A
V2	3,8	B

Mediante la prueba de Tukey al 5% para bioles en la variable número de panojas, se determinaron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicaron los tratamientos N2 (biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) y N3 (biol con fuente de nitrógeno de vicia) con promedios de 5,275 y 4,988 panojas respectivamente (Tabla 14).

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable número de panojas

Bioles	Media	Rango
--------	-------	-------

N2	5,275	A
N3	4,988	A
N1	4,238	B

---

Mediante los análisis estadísticos se determinó que la aplicación de bioles suplementados con vicia y alfalfa tuvieron los mayores promedios de número de panojas debido posiblemente a que proporcionaron nutrientes y fitorreguladores necesarios para el crecimiento de las plantas de amaranto. Suquilanda 1996 señala que los bioles funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas e energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo. Los bioles enriquecidos, después de su periodo de fermentación estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos. La utilización de la alfalfa en la producción de biol se debe a que la alfalfa fija nitrógeno al suelo además de proveer elementos químicos medicinales y tóxicos que eliminan y controlan algunas plagas (Restrepo, 2001).

#### 5.4 Rendimiento

Los datos de campo correspondientes a la variable rendimiento fueron analizados mediante el análisis de varianza, en él se determinó la existencia de diferencias altamente significativas para tratamientos, variedades, bioles y la interacción variedades por bioles. El coeficiente de variación fue de 6,18 % (Tabla 15).

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento (Tabla 16) presenta en el primer lugar de la prueba al tratamiento V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) con un promedio de 388,7 gramos, mientras que el último lugar lo ocupa el tratamiento V2N3 (*Amaranthus hypocondriacus* + biol con fuente de nitrógeno de vicia) con un valor de 174,5 gramos.

Efectuada la prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable rendimiento se determinó que la variedad V1 (*Amaranthus quitensis*) fue la de mejor valor con 326,2 gramos; mientras que la variedad V2 (*Amaranthus hypocondriacus*) presenta menor rendimiento con 198,8 gramos.

Tabla 15. Análisis de varianza para la variable rendimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	480,68	160,227	1,42 ns
Tratamiento	7	142920,81	20417,259	180,94 **
Variedades (V)	1	97359,09	97359,09	871,83 **
Bioles (N)	2	9481,75	4740,875	42,45 **
V x N	2	27464,90	13732,453	122,97 **
T1 vs resto	1	552,27	552,270	2,09 ns
T2 vs resto	1	8062,80	8062,800	4,89 ns
Error	21	2369,62	112,839	
Total	31	145771,07		

Coefficiente de variación = 4,11 %

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos en la variable rendimiento

Tratamientos	Media (g)	Rango
2 V1N2	388,7	A
3 V1N3	296,1	B
1 V1N1	293,7	B
7 T1	275,2	B
4 V2N1	246,1	C
8 T2	216,3	D
5 V2N2	175,8	E
6 V2N3	174,5	E

Tabla 17. Prueba de Diferencia Mínima Significativa para variedades en la variable rendimiento

Variedades	Media (g)	Rango
V1	326,2	A
V2	198,8	B

Realizada la prueba de Tukey al 5% para bioles en la variable rendimiento (Tabla 18), se aprecia que en primer lugar en la prueba se ubicó N2 (biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) con un valor de 282,2 gramos, en tanto que N3 (biol con fuente de nitrógeno de vicia) presentó el menor rendimiento con un valor de 235,3 gramos.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para bioles en la variable rendimiento

Bioles	Media (g)	Rango
N2	282,2	A
N1	269,9	A
N3	235,3	B

Con las observaciones efectuadas en el campo y los análisis estadísticos realizados se estableció que la aplicación de biol que incluye fuentes nitrogenadas influyó directamente sobre el rendimiento en el cultivo de amaranto debido a que las plantas alcanzan un mejor desarrollo y por consiguiente tienen una mejor producción. Sistema bio (2016), señala que el biol es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos. El biol tiene una buena actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que serán un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados. El biol como abono es una fuente de fitoreguladores que ayudan a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos. El biol contiene bastante materia orgánica, en el caso del biol de bovino podemos encontrar hasta 40.48%, y en el de porcino 22.87%. El biol agregado al suelo provee materia orgánica que resulta fundamental en la génesis y evolución de los suelos, constituye una reserva de nitrógeno y ayuda a su estructuración, particularmente la de textura fina. La cantidad y calidad de esta materia orgánica influirá en procesos físicos, químicos y biológicos del sistema convirtiéndose en un factor importantísimo de la fertilidad de estos. La combinación de estos efectos resultará en mejores rendimientos de los cultivos que sean producidos en ese suelo. La capacidad de fertilización del biol es mayor al estiércol fresco y al estiércol

compostado debido a que el nitrógeno es convertido a amonio ( $\text{NH}_4$ ), el cual es transformado a nitratos.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1 Conclusiones

En la variable altura de planta se determinó que el tratamiento con mejores resultados fue V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa), con promedios de 47,92 cm al inicio de la floración y 108,8 cm a la cosecha, debido a que el tratamiento con biol proporcionó los nutrientes y fitorreguladores necesarios para el mejor desarrollo del cultivo.

El diámetro del tallo se determinó al inicio de la floración y a la cosecha observándose que el tratamiento V1N3 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de vicia) tuvo los mejores promedios con valores de 15,65 y 19,38 mm respectivamente, estos resultados se obtuvieron probablemente debido a que los bioles con contenido de leguminosas tienen un buen contenido de nitrógeno que influye positivamente en el crecimiento de las plantas.

Al estudiar la variable número de panojas se evidencia que el tratamiento V1N3 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de vicia) presenta el mayor número de panojas con un promedio de 6,5. La aplicación de biol con leguminosas tuvo influencia directa sobre esta variable debido a que proporcionan nutrientes y fitorreguladores necesarios para un mejor desarrollo vegetativo del cultivo.

Una vez analizada estadísticamente la variable rendimiento podemos concluir que el tratamiento V1N2 (*Amaranthus quitensis* + biol con fuente de nitrógeno de alfalfa) tuvo el mejor promedio alcanzando un valor de 388,7 gramos. Esta variable estuvo influenciada por la aplicación de biol con fuente de nitrógeno de alfalfa debido a que

este proporciona los elementos como nitrógeno, fitorreguladores, necesarios en el desarrollo de la planta lo que contribuye a mejorar la producción.

## 6.2. Bibliografía

Andrango, J. “Evaluación preliminar Agronómica y Morfológica de 170 entradas de amaranto del banco de Germoplasma del Ecuador colección INIAP”, Tesis Ing Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas

Basantes, E. (2009). elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brocoli. riobamba.

Bedón, N. (2014). “Aplicación de meristemas de papa (*Solanum tuberosum*) en fresa (*Fragaria vesca L.*) cultivada en campo abierto y bajo cubierta”. Ambato.

Buñay, D. (2010). Respuesta a la fertilización orgánica en el cultivo de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) en el cantón Guano provincia de Chimborazo.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/364>, 13.

Capacitación Agrobiogenético, C. U. (1994). repositorio. Obtenido de repositorio:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/134/2/03%20REC%2090%20TESIS%20COMPLETA.pdf>

Cepeta, R., & Chuiluisa, M. (2012). Evaluación de rendimiento en dos mezclas forrajeras avena-vicia, (local e importada), con tres bioles y dos formas de aplicación, potrerillos Belisario Quevedo. Cotopaxi.

Colque, T & Rodríguez, D & Mujica, A & Canahua, A & Apaza, V & Jacobsen, S. (2005). Producción de biol abono líquido natural y ecológico.

Gavilanes, I. (2015). Evaluación del helecho de agua asociado con anabaena (*Azolla anabaena*) como sustrato ecológico para producción de plantas de brócoli (*Brassica oleracea L, variedad itálica*), en la parroquia montalvo. Ambato.



Guanopatín, R. (2012). Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*). Cevallos.

Heredia, M. (2012). Amaranto: prodigioso alimento para tendencias gastronómicas.

Indesol. (2014). Manual para la producción de Amaranto cultivo, cosecha y pos cosecha. Programa eco- amaranto, p. 8-9.

Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zonas de vida. Trad. por H. Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.

Martínez, B. (2010). Evaluar la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica en el cultivo de amaranto (*amaranthus spp*) en dos localidades de la provincia de Cotopaxi” . Latacunga.

Montaño, M. (2005). Estudio de la aplicación de Azolla Anabaena como bioabono en el cultivo de arroz en el Litoral ecuatoriano. Revista Tecnológica ESPOL, p. 5.

Montesinos, D. (2013). “Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto.”. Cuenca.

Nieto, C. (1989). El cultivo de amaranto *Amaranthus spp* una alternativa agronómica para Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2688>, 24.

Núñez, S. (2008). “Efecto de los abonos orgánicos y químicos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus L*). Ibarra.

Omacini, M. (2013). scielo. Recuperado el 7 de 11 de 2012, de scielo:  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2013000200005&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2013000200005&script=sci_arttext&tlng=pt)

Peralta, E. (2012). El Amaranto Ecuador "Estado de arte". INIAP, 14.

Peralta, E., Mazón, N., Murillo, Á., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., & Monar, C. (2014). iniap.gob.ec. Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2015/02/MANUAL-AGRICOLA-GRANOS-ANDINOS-2012.pdf>

Quintana, G., & Montoya, S. (2011). Evaluación de cuatro niveles de materia orgánica en el cultivo de *Amaranthus caudatus* e industrialización del grano para la comunidad de San Clemente – imbabura. Sangolquí - Quito.

Ramírez, M., Espitia, E., Carballo, A., Zepeda, R., Vaquera, H., & Córdova, L. (2011). fertilizacion y densidad de plantas en variedades de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263121473005>, 13.

Reinoso, S. (2008). "INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PLANTA Y CEREAL. Tesis de grado previa la obtención del título. Quito.

Rendón, A. (2013). "Elaboración de abono orgánico tipo biol a partir de estiércol de codorniz enriquecido con alfalfa y roca fosfórica para elevar su contenido de nitrógeno y fósforo". Ambato.

Restrepo, J. (2001). Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. Ilica - Costa Rica.

Rivera, E. (2009). Evaluación de la fertilización química y orgánica. Ibarra.

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

Sistema bio. (2016). sistema biobolsa. en línea.  
disponible en:

[http://sistema.bio/wp-content/uploads/2016/03/12.-MANUAL-DEL-BIOL\\_16.pdf](http://sistema.bio/wp-content/uploads/2016/03/12.-MANUAL-DEL-BIOL_16.pdf)

Suquilanda, M. (1996). agricultura orgánica ,alternativa ecológica del futuro. Quito: ups.

Toalombo, M. (2013). Aplicación de abonos orgánicos liquidos tipo biol al cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth).”. Ambato.

Vázquez-Benítez, N. (2011). Rendimiento de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L) como efecto dela aplicación de abonos orgánicos en Puebla, México. México: Investigación Agropecuaria.

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

Zaldumbide, P. (2014). Plan de producción y exportación de la planta de amaranto al mercado alemán. Quito: Universidad Internacional SEK.

Zamora, I. A. (2013). “Evaluación de coadyuvantes botánicos y abono orgánico (biol) enriquecido con minerales en el cultivo de col (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)”. Ambato.

### 6.3 Anexos

Anexo 1. Altura de planta al inicio de la floración (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	39,3	35,3	39,8	29,8	144,2	36,05
2	V1N2	49,3	48,8	43,8	49,8	191,7	47,93
3	V1N3	44,5	47,8	42,3	48,8	183,4	45,85
4	V2N1	38,8	34,1	40,2	41,1	154,2	38,55
5	V2N2	35,3	40,3	37,8	33,3	146,7	36,68
6	V2N3	41,9	36,8	33,7	32,6	145,0	36,25
7	T1	50,3	48,9	43,8	45,8	188,8	47,20
8	T2	40,1	36,9	38,8	35,2	151,0	37,75

Anexo 2. Altura de planta a la cosecha (cm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	88,5	86,5	95,0	96,0	366,0	91,50
2	V1N2	101,0	116,3	115,3	102,5	435,1	108,78
3	V1N3	101,5	114,5	110,8	101,3	428,1	107,03
4	V2N1	81,8	71,5	76,3	81,8	311,4	77,85
5	V2N2	75,5	68,3	70,0	73,5	287,3	71,83
6	V2N3	85,8	72,8	73,0	71,3	302,9	75,73
7	T1	104,8	96,8	102,3	93,0	396,9	99,23
8	T2	90,7	82,8	81,0	82,5	337,0	84,25

Anexo 3. Diámetro del tallo al inicio de la floración (mm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	12,3	10,9	11,3	10,5	45,0	11,25
2	V1N2	15,5	15,8	13,0	13,3	57,6	14,40
3	V1N3	13,3	16,0	16,5	16,8	62,6	15,65
4	V2N1	12,3	11,8	12,0	11,7	47,8	11,95
5	V2N2	11,3	11,8	13,0	10,3	46,4	11,60
6	V2N3	12,4	12,0	12,8	13,3	50,5	12,63

7	T1	13,3	12,8	12,0	12,5	50,6	12,65
8	T2	11,0	13,3	10,8	11,9	47,0	11,75

Anexo 4. Diámetro del tallo a la cosecha (mm)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	16,3	16,3	14,8	17,5	64,9	16,23
2	V1N2	20,0	18,0	19,5	18,0	75,5	18,88
3	V1N3	20,5	18,5	20,5	18,0	77,5	19,38
4	V2N1	17,0	15,0	15,0	16,3	63,3	15,83
5	V2N2	18,0	16,5	16,5	16,8	67,8	16,95
6	V2N3	19,5	15,0	15,8	16,0	66,3	16,58
7	T1	18,0	15,8	18,8	16,8	69,4	17,35
8	T2	18,6	15,3	15,3	16,3	65,5	16,38

Anexo 5. Número de panojas

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	5,05	4,8	5,3	5,5	20,7	5,16
2	V1N2	6,3	5,3	5,8	6,0	23,4	5,85
3	V1N3	5,3	7,0	7,0	6,8	26,1	6,53
4	V2N1	3,5	3,0	3,0	3,8	13,3	3,33
5	V2N2	5,0	5,0	4,0	4,8	18,8	4,70
6	V2N3	3,6	3,5	3,2	3,5	13,8	3,45
7	T1	5,8	5,3	6,0	6,3	23,4	5,85
8	T2	3,2	3,2	3,1	2,8	12,3	3,08

Anexo 6. Días a la cosecha

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	240	240	240	240	960	240
2	V1N2	240	240	240	240	960	240
3	V1N3	240	240	240	240	960	240
4	V2N1	210	210	210	210	840	210
5	V2N2	210	210	210	210	840	210
6	V2N3	210	210	210	210	840	210
7	T1	240	240	240	240	960	240
8	T2	210	210	210	210	840	210

Anexo 7. Rendimiento (g/parcela)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	V1N1	312,1	284,7	303,3	274,7	1174,8	293,7
2	V1N2	405,5	391,1	382,7	375,6	1554,9	388,7
3	V1N3	294,2	288,7	302,2	299,3	1184,4	296,1
4	V2N1	247,7	245,7	248,4	242,8	984,6	246,2
5	V2N2	180,8	171,9	182,8	167,5	703,0	175,8
6	V2N3	163,3	174,1	170,9	189,6	697,9	174,5
7	T1	273,8	278,7	286,1	262,3	1100,9	275,2
8	T2	200,8	222,5	231,1	210,8	865,2	216,3

Anexo 8. Prueba de Tukey al 5 % para la interacción variedades por bioles en la variable altura de planta

Interacción	Altura a la floración		Altura a la cosecha	
	Promedio (cm)	Rango	Promedio (cm)	Rango
V1N2	47,92	A	108,8	A
V1N3	45,85	AB	107,0	A
V2N1	38,55	BC	77,85	BC
V2N2	36,67	C	71,82	C
V2N3	36,25	C	73,73	C
V1N1	36,05	C	91,50	B

Anexo 9. Prueba de Tukey al 5 % para la interacción variedades por bioles en la variable diámetro de tallo a la floración

Interacción	Media (mm)	Rango
3 V1N3	15,65	A
2 V1N2	14,40	AB
6 V2N3	12,63	BC
4 V2N1	11,95	BC

5	V2N2	11,60	C
1	V1N1	11,25	C

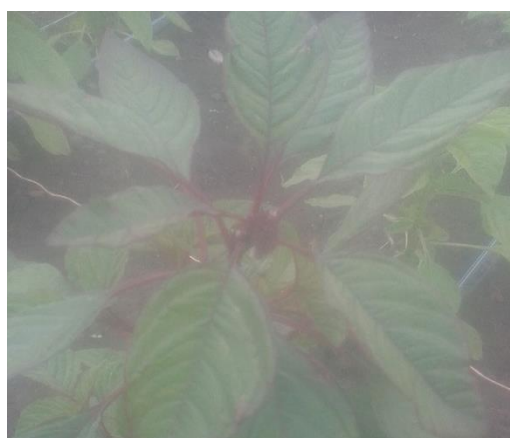
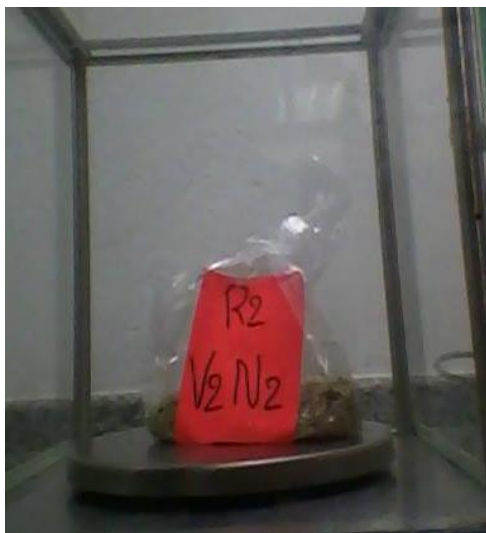
Anexo 10. Prueba de Tukey al 5 % para la interacción variedades por bioles en la variable número de panojas

Interacción	Media	Rango
V1N3	6,525	A
V1N2	5,850	AB
V1N1	5,150	BC
V2N2	4,700	C
V2N3	3,450	D
V2N1	3,325	D

Anexo 11. Prueba de Tukey al 5 % para la interacción variedades por bioles en la variable rendimiento

Interacción	Media (g)	Rango
2 V1N2	388,7	A
3 V1N3	296,1	B
1 V1N1	293,7	B
4 V2N1	246,1	C
5 V2N2	175,8	D
6 V2N3	174,5	D

Anexo 12. Fotografías







## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA**

#### **7.1 Datos informativos**

Tema: Utilización de biol con alfalfa como fuente de nitrógeno para el desarrollo del cultivo de Amaranto (*Amaranthus quitensis*).

#### **7.2 Antecedentes**

Siendo el biol una fuente orgánica de fitoreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividad fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento ( aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y el poder germinativo de las semillas traduciendo todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Suquilanda, 1996).

#### **7.3 Justificación**

La aplicación de biol con fuentes de nitrógeno baratas representa una alternativa para aumentar la fertilidad de los suelos y el aumento de rendimiento de los cultivos andinos es por esta razón que se plantea la realización de este ensayo con la finalidad de proporcionar a los agricultores una guía para el manejo del cultivo de Amaranto que permita mejorar el nivel de vida de los productores de este cultivo.

#### **7.4 Objetivo**

Efectuar la siembra de amaranto (*Amaranthus quitensis*) suplementada con biol con alfalfa como fuente de nitrógeno para incrementar el rendimiento.

#### **7.5 Metodología**

##### **7.5.1 Preparación del terreno y siembra**

Se realizará la siembra de semillas de Amaranto en las parcelas definidas para el efecto, cuando las plantas hayan germinado se empezará con las labores culturales.

##### **7.5.2 Deshierbas**

Se efectuarán deshierbas durante el cultivo, la primera a los 50 después de la siembra y la segunda a los 80 días después de la siembra.

##### **7.5.3 Aporque**

El aporque se efectuará cuando las plantas tengan de 40 a 50 cm.

##### **7.5.4 Riegos**

Se realizarán riegos según la necesidad del cultivo.

##### **7.5.5 Aplicación de biol**

Se realizarán aplicaciones foliares teniendo como fuente de nitrógeno la alfalfa, cada 8 días hasta cuando el cultivo se encuentre de cosecha, en dosis de 0.5 l/20 litros utilizando una bomba de mochila. La preparación del biol se realizará conforme el siguiente procedimiento:

Materiales:

- 1 tanque de 200 litros
- 1 m de plástico grueso para cubrir la boca del tanque
- 1,5 m de manguera de gas
- 1 tarro pequeño de plástico
- 1 piola o cuerda para amarrar
- 1 quintal de estiércol de cuy
- 1 atado mediano de alfalfa, picado finamente
- 4 litros de melaza
- 2 libras de roca fosfórica
- 2 libras de levadura

Procedimiento: Colocar el tanque donde se elabora el biol en un lugar fresco, ventilado y protegido del sol y la lluvia, poner agua hasta la mitad del tanque, a continuación incorporar el estiércol y remover constantemente, agregar la alfalfa picada, roca fosfórica y la levadura agitar constantemente; colocar la manguera en la tapa del tanque, evitando que ésta toque la mezcla y que no permita que entre agua en el preparado, la mezcla durará aproximadamente entre dos y tres meses.

### **7.5.6 Cosecha**

La cosecha se realizará de forma manual, aproximadamente a los 7 u 8 meses después de la siembra. Se cortará con una tijera de podar cerca de la panoja. La trilla se realizará manualmente.

## **7.6 Administración**

La presente propuesta se llevará a cabo con la colaboración de organizaciones campesinas y entidades que cuenten con recursos y personal técnico capacitado para el manejo del cultivo de amaranto.

### **7.7 Previsión de la evaluación**

Los resultados de la siembra de amaranto (*Amaranthus quitensis*) suplementada con biol con alfalfa como fuente de nitrógeno para incrementar el rendimiento serán difundidos a los agricultores utilizando como medios, la vinculación directa, días de campo con parcelas demostrativas, en donde se demostrarán los beneficios de la utilización de este tratamiento.