

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO CON LA UTILIZACIÓN DE BIOESTIMULADORES DE CRECIMIENTO ORGÁNICO EN DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus spp*) ORIGINARIOS DE VNISSOK (Rusia) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA BAJO CUBIERTA, SECTOR LASSO-LATACUNGA-COTOPAXI 2016”.

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

AUTORA

CASA QUINATOA CRISTINA ROCÍO

DIRECTOR

ING. MSC. CARLOS TORRES MIÑO. PHD

LATACUNGA - ECUADOR

2017

AUTORÍA

Yo, **Cristina Rocío Casa Quinatoa**, portadora de la cédula N° 050323644-0, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO CON LA UTILIZACIÓN DE BIOESTIMULADORES DE CRECIMIENTO ORGANICO EN DOS VARIETADES DE AMARANTO (*Amaranthus spp*) ORIGINARIOS DE VNISSOK (Rusia) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA BAJO CUBIERTA, SECTOR LASSO-LATACUNGA-COTOPAXI 2016”** es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

.....

Cristina Rocío Casa Quinatoa.

CI. 050323644-0

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo V Art. 12, literal f del Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director del Tema de Tesis: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO CON LA UTILIZACIÓN DE BIOESTIMULADORES DE CRECIMIENTO ORGANICO EN DOS VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus spp*) ORIGINARIOS DE VNISSOK (Rusia) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA BAJO CUBIERTA, SECTOR LASSO-LATACUNGA-COTOPAXI 2016”** debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que se encuentra habilitado para presentarse al acto de Defensa de Tesis, la cual se encuentra abierta para posteriores investigaciones.

.....
Ing. MSc. Carlos Torres Miño. PhD

C.I. 0502329238

DIRECTOR DEL PROYECTO

AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de miembros de Tribunal de la Tesis Titulada: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO CON LA UTILIZACIÓN DE BIOESTIMULADORES DE CRECIMIENTO ORGÁNICO EN DOS VARIETADES DE AMARANTO (*Amaranthus spp*) ORIGINARIOS DE VNISSOK (Rusia) PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA BAJO CUBIERTA, SECTOR LASSO-LATACUNGA-COTOPAXI 2016”** de autoría de la egresada Cristina Rocío Casa Quinatoa, CERTIFICAMOS que se ha realizado las respectivas revisiones, correcciones y aprobaciones al presente documento.

Aprobado por:

Ing.MSc. Carlos Torres Miño. PhD

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Mg. Guadalupe López

PRESIDENTE

Ing. Mg. Fabián Troya

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Adolfo Cevallos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, por tener unos padres en quienes pueda confiar y que me apoyaron para lograr mi objetivo profesional.

Quiero agradecer de forma muy especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Finca Blooming Acres en particular al Ing. Álvaro Muños, por haberme permitido realizar mi investigación a cargo del Ing.MSc. Carlos Torres Miño PhD ya que gracias a su apoyo y guía he logrado culminar mi trabajo.

A mis docentes por impartirme sus conocimientos y entregar a la sociedad profesionales con ética y convicción para contribuir al engrandecimiento del sector agrícola.

A todos(as) los que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres María y Armando por haberme apoyado en todo momento. Por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos que han sido un apoyo para yo poder seguir adelante. A mi hija Kerly mi mayor inspiración por la que día a día busco superarme y a mi esposo mi compañía incondicional.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ÍNDICE GENERAL	Pág.
AUTORÍA	II
AVAL	III
AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	15
SUMMARY	17
INTRODUCCIÓN	19
JUSTIFICACIÓN	23
OBJETIVOS	24
General.-	24
Específicos.-.....	24
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
HIPÓTESIS:	25
Alternativa.-	25
Nula.-	25
CAPITULO I	26

1.- Marco Téorico.....	26
1.1 Amaranto	26
1.1.1 Origen	26
1.2 Clasificación Botánica	28
1.3 Características Botánicas	28
1.3.1 Raíz	28
1.3.2 Tallo	29
1.3.3 Hojas	29
1.3.4 Inflorescencias.....	29
1.3.5 Flores	30
1.3.6 Semilla	30
1.4 Factores Biofísicos	30
1.4.1 Luz.....	30
1.4.2 Precipitación.....	31
1.4.3 Suelos.....	31
1.4.4 Altitud	31
1.4.5 Temperatura	32
1.5 Bioestimulantes	36
1.5.1 Basfoliar algae.....	37
1.5.2 Basfoliar Aktiv	40

1.5.3 Seaweed extract.....	43
1.6 Cultivos bajo cubierta.....	45
CAPÍTULO II.....	50
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
2.2 DISEÑO METODOLÓGICO.....	52
2.2.1 Factores en estudio	52
2.2.1.1 Factor A. Variedades Amaranto (Amaranthus sp)	52
2.2.1.2 Factor B. Bioestimuladores de crecimiento (F).....	52
2.3 UNIDAD EXPERIMENTAL	53
2.4 DISEÑO METODOLÓGICO.....	55
2.4.1 Tipo de investigación.....	55
2.4.1.1 Método	55
Experimental.-.....	55
Científico.-	55
2.4.1.2 Técnica	55
Observación científica.-.....	55
Fichaje.-	56
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	56
2.5.1 Variables a evaluar	57
2.5.1.1 Días de emergencia.....	57

2.5.1.2 Longitud de raíz.....	57
2.5.1.3 Longitud del tallo.....	57
2.5.1.4 Cantidad de hojas.....	58
2.5.1.5 Tamaño de la inflorescencia.....	58
2.5.1.6 Determinación del tratamiento más rentable.....	58
CAPÍTULO III.....	59
3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
3.1 Variables a evaluar	59
3.1.1 Días a la emergencia (días)	59
3.1.2 Longitud de la raíz (cm).....	60
3.1.3 Longitud del tallo (cm)	61
3.1.4 Cantidad de la hoja (Nº de hojas)	64
3.1.5 Tamaño de la inflorescencia (cm)	69
3.1.6 Rendimiento de la biomasa (kg/m ²)	71
3.1.7 Determinación del tratamiento más rentable	73
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
GLOSARIO	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	83

Anexo 1. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Longitud de la raíz"	83
Anexo 2. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Longitud del tallo"	84
Anexo 3. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Tamaño de la inflorescencia (cm)"	85
Anexo 4. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Cantidad de hoja/planta"	86
Anexo 6. Peso de la hoja (gramos) "2015-2016"	87
Anexo 7. Análisis de suelo	88
Anexo 8. Análisis bromatológico de biomasa de amaranto	89

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del Amaranto. (<i>Amaranthus</i> spp.).....	28
Cuadro 2. Composición nutricional en hojas de amaranto, espinaca y acelga en 100g:.....	36
Cuadro 3. Análisis químico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.	38
Cuadro 4. Composición de carbohidratos del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.....	38
Cuadro 5. Análisis físico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.	39
Cuadro 6. Recomendaciones de aplicación del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.....	40
Cuadro 7. Análisis químico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Aktiv.....	41
Cuadro 8. Análisis físico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Aktiv.....	42
Cuadro 9. Recomendaciones de uso del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Aktiv.	43
Cuadro 10. Compuestos reguladores de crecimiento del bioestimulante de crecimiento Seaweed Extract	44
Cuadro 11. Datos geográficos del lugar de la investigación	50
Cuadro 12. Sitio de la investigación	50
Cuadro 13. Descripción de los tratamientos.....	53
Cuadro 14. Operacionalización de las variables.....	54
Cuadro 15. Esquema del ADEVA	56
Cuadro 16. Cuadro de resultados de la variable emergencia.....	59
Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de la raíz a los 45 días en el cultivo de amaranto.....	60
Cuadro 18. Análisis de varianza para la longitud del tallo (cm) a los 105 días para el cultivo de amaranto.	61

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para tipos de tratamientos (factor B) en la variable tamaño del tallo (cm) a los 105 días.	62
Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% para tipos de bioestimuladores (factor B) según la variable longitud del tallo (cm) a los 105 días.	63
Cuadro 21. Análisis de varianza para cantidad de hojas (#) a los 105 días en el cultivo de amaranto.....	64
Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable cantidad de hojas (#) a los 105 días.	65
Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5% para tipos de variedades (factor A) en la variable cantidad de hojas a los 105 días.	66
Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5% para tipos de bioestimuladores (factor B) según la cantidad de hojas a los 105 días.	68
Cuadro 25. Análisis de varianza para el tamaño de la inflorescencia (cm) a los 105 días en el cultivo de amaranto.....	69
Cuadro 26. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable tamaño de la inflorescencia (cm) a los 105 días.	70
Cuadro 27. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa a los 105 días del cultivo de amaranto.....	71
Cuadro 28. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento de la biomasa a los 105 días del cultivo de amaranto.	72
Cuadro 29. Análisis económico en una hectárea	73
Cuadro 30. Análisis Económico	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Tipos de tratamientos (factor B) en la variable tamaño del tallo (cm) a los 105 días.	62
Figura 2. Tipos de bioestimuladores (factor B) según la variable tamaño del tallo a los 105 días.	63
Figura 3. Tipos de bioestimuladores (factor B) en la variable cantidad de hojas a los 105 días.	65
Figura 4. Tipos de variedades (factor A) en la variable cantidad de hojas a los 105 días.	67
Figura 5. Tipos de bioestimuladores (factor B) según la cantidad de hojas a los 105 días.	68
Figura 6. Tamaño de inflorescencia (cm) a los 105 días en base a los tratamientos.	70

RESUMEN

En la presente investigación se planteó la evaluación del comportamiento agronómico con la utilización de bioestimuladores de crecimiento orgánico en dos variedades de amaranto (*Amaranthus spp*) originarios de VNIISSOK (Rusia) para la producción de biomasa bajo cubierta. La parte experimental de campo se realizó en la Finca Blooming Acres ubicada en Lasso - Cotopaxi. Los objetivos específicos de la investigación fueron: determinar el mejor bioestimulante de crecimiento para la obtención de biomasa bajo cubierta, determinar la variedad de amaranto que se adapta mejor bajo cubierta, evaluar económicamente el mejor tratamiento. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial 2x3 +1; donde, A son las variedades de amaranto, Nezhenka (*Amaranthus hybridus L.*), Valentina (*Amaranthus tricolor L.*), B se consideró a los bioestimulantes de crecimiento orgánico (Basfoliar Algae, Seaweed Extrac, Basfoliar Aktiv) y 1 el testigo (sin bioestimulantes), con un total de 7 tratamientos que se dispusieron en tres repeticiones, además en el transcurso de todo el período vegetativo, se evaluó cada 15 días los parámetros morfológicos obteniendo como resultados finales: días de emergencia, longitud de raíz, longitud del tallo, cantidad de hojas y tamaño de inflorescencia. En la acumulación de biomasa el mejor tratamiento se evidenció en el T5 (Valentina, Seaweed Extrac) con 227.19gr y en el T2 (Nezhenka, Seaweed Extrac) con 296.97gr. De acuerdo al análisis económico, el mejor tratamiento fue T2 (Nezhenka, Seaweed Extrac) con un beneficio económico de campo de \$13680 por hectárea, mientras que para el T5 (Valentina, Seaweed Extract) el beneficio fue

\$18260, De los resultados se concluye que la acción del bioestimulador *Seaweed Extract* y su influencia en los parámetros biométricos evaluados es la más efectiva. Se recomienda utilizar la variedad Valentina (*Amaranthus tricolor*) para la obtención de subproductos y la variedad Nezhenka (*Amaranthus Hybridus*) para el consumo como vegetal.

SUMMARY

In the present research the following was proposed: with the use of biostimulators of organic growth in two varieties of amaranth (*Amaranthus* spp) originating from VNISSOK (Russia) for the production of biomass under cover. The experimental part of field was realized in the Farm Blooming Acres located in Lasso - Cotopaxi. The specific objectives of the research were to determine the best growth biostimulant for the biomass under cover, to determine the amaranth variety that is best suited under cover, to economically evaluate the best treatment. It was a Randomized Full Block Design with a 2x3 +1 factorial arrangement; Where A, are the varieties of amaranth, Nezhenka (*Amaranthus hybridus* L.), Valentina (*Amaranthus tricolor* L.), B were considered organic growth biostimulants (Basfoliar Algae, Seaweed Extrac, Basfoliar Aktiv) and 1 the control Biostimulants), with a total of 7 treatments that were arranged in three replicates, and during the whole vegetative period, the morphological parameters were evaluated every 15 days, obtaining as final results: emergency days, root length, stem length , Number of leaves and size of inflorescence. In the accumulation of biomass the best treatment was evidenced in T5 (Valentina, Seaweed Extrac) with 227.19gr and in T2 (Nezhenka, Seaweed Extrac) with 296.97gr. According to the economic analysis, the best treatment was T2 (Nezhenka, Seaweed Extrac) with an economic benefit of field of \$ 13680 per hectare, while for the T5 (Valentina, Seaweed Extract) the profit was \$ 18260. The results conclude that the action of the biostimulator Seaweed Extract and its influence on the biometric parameters evaluated is the most effective. It is

recommended to use the Valentina variety (*Amaranthus tricolor*) to obtain by-products and the Nezhenka (*Amaranthus Hybridus*) variety for consumption as a vegetable.

INTRODUCCIÓN

El Amaranto fue un importante alimento típico para las civilizaciones Incas, Mayas y Aztecas tanto por su grano y follaje. Por razones no bien establecidas, su producción decayó sustancialmente en estos países después de la conquista española. (Bressani, 2012).

El género *Amaranthus* consta de aproximadamente 60 a 70 especies que incluye muchas variedades importantes dispersas por todo el mundo. (DeMason, 2001). Las principales especies de amaranto que se utiliza son: *Amaranthus cruentus* (L), *Amaranthus hypochondriacus* (L) y *Amaranthus caudatus*. Entre las variedades del amaranto hortícola consumido como hojas hervidas y deshidratadas, se utiliza: *A. cruentus*, *A. tricolor*, *A. hybridus* y otros. (Bressani, 2012)

El grano de amaranto es de alta calidad proteica que varía entre 14 a 17% y con un importante potencial de adaptación en diferentes regiones del mundo. (Bressani, 2012)

En 1975, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos realizó un estudio extensivo con el fin de diversificar la base alimentaria global y seleccionó al amaranto entre los 36 cultivos más prometedores del mundo. (Tlatemoani, 2013). A partir de los años 80, aparecen las primeras investigaciones, lideradas por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y prácticamente se produce un redescubrimiento del cultivo de amaranto. (Monteros C. , 1994). Inclusive por sus

propiedades fue calificado por la NASA como cultivo CELSS (Controlled Ecological Life Support System), la planta remueve el dióxido de carbono de la atmósfera y, al mismo tiempo, genera alimentos, oxígeno y agua. (Diaz, 1999). Además la NASA lo seleccionó e incluyó en la lista de alimentos de los astronautas en misiones espaciales, quienes requieren alimentos que pesen poco, se digieran fácilmente, que tengan un aporte nutritivo significativo, y que pudiesen generar oxígeno y agua. En los años 80 el astronauta mexicano, Dr. Rodolfo Neri Vela dictó una conferencia en la que reveló que en el espacio consumió harina de amaranto. Para la OMS el amaranto es el alimento perfecto si se combina su proteína con otros cereales y se enriquece con vitaminas y minerales. (Diaz, 1999)

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. (Mujica, 1997).

Hoy en día, el amaranto es un importante grano en ciertas regiones de la India, Pakistán, Nepal y China su cultivo y utilización está siendo promovido en Estados Unidos, México, Perú, Bolivia y Argentina. El Amaranto hortícola es un cultivo importante en ciertas regiones de África, India, Asia, China, países del Caribe y América Latina, recientemente la planta completa se está utilizando como forraje en Rusia y China. Además, por sus características agronómicas y nutricionales múltiples de la planta, la hoja y el grano. (Bressani, 2012).

El principal productor es China con 150 mil has cultivadas, seguida por India y Perú (1.800 has), México (900 has.) y EEUU (500 has.). En cuanto al comercio mundial de amaranto, no existen datos oficiales de exportaciones, de derechos de importación ni de preferencias arancelarias, debido a que este grano carece de posición arancelaria propia. Si bien no se tienen cifras exactas, se cuenta con información que permite inferir que entre los países que participan en el comercio mundial de Amaranto, los más importantes son Argentina que tiene una participación del 49,13%; en segundo lugar de importancia está Perú con 45,24%; en el tercer lugar se encuentra México con 3,02%, seguido de Bolivia con 0,36%, y Ecuador con 0,25%. (Huerga, 2014).

El amaranto es tolerante a la sequía y crece mejor en climas calientes y secos. Es una planta con metabolismo C4 en fotosíntesis como el maíz y por su variabilidad en días luz tiene un gran potencial para adaptarse en muchas y variadas regiones del mundo. El rendimiento es de aproximadamente 1500 kg/ha, aunque la variabilidad es grande cada planta puede dar entre 45- 95 g de grano. (Bressani, 2012).

La planta de amaranto en general tiene ventajas sobre otros cereales no solo por el alto contenido de proteína presente en el grano, sino por la capacidad de aprovechamiento de la misma ya que la parte comestible constituye entre el 50 y 80%, principalmente las hojas cuando son jóvenes. (Arrellano, 2004).

Las hojas pueden ser utilizadas como verdura junto con la inflorescencia para el consumo humano. El bajo contenido de gluten lo hace una excelente fuente de nutrientes para personas que padecen enfermedades celiacas (intolerancia al gluten).

La cantidad de proteína de las hojas de amaranto es semejante a la de la espinaca (3.5%) pero contiene mayor cantidad de fibra que ayuda como preventivo de diverticulosis y cáncer de colon. (Arrellano, 2004).

En Ecuador, el Programa de Cultivos Andinos del INIAP, inició las primeras investigaciones a partir de 1983 con la recolección y evaluación de germoplasma nativo, complementado con la introducción de germoplasma de otros países, especialmente de la zona Andina (Monteros C. , 1994).

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles (Lara, 2009).

En este contexto, los bioestimuladores de crecimiento, ofrecen un potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al stress causado por temperatura y déficit hídrico (Lara, 2009)

JUSTIFICACIÓN

El amaranto (*Amaranthus*) es una planta que puede ser utilizada de diferentes formas (hortaliza, cereal, abonos verdes y decoración), en la actualidad el amaranto se está convirtiendo en una cultura de producción internacional, debido a su alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales, aceites, pectinas, pigmentos colorantes, antioxidantes, vitaminas (vitamina C) calcio, hierro, fósforo, magnesio, fibra y una alta productividad. (Kononkov, 1998). En función de obtener mayor productividad y hojas que se encuentre libres de productos químicos, esta contribución investigativa tiene como objetivos específicos la determinación de la mejor variedad, obteniendo datos biométricos en todo el proceso vegetativo en condiciones controladas, el nivel de influencia de los bioestimulantes utilizados en la investigación y su producción como referente económico. Asimismo, el amaranto es una planta C4 que reacciona positivamente a la suma de temperatura y horas luz, por lo que la producción en condiciones controladas acortará el periodo de desarrollo de la planta, pudiendo obtener dos o tres cosechas al año, algo que no sucede en campo abierto donde la temperatura media anual bordea los 12°C, temperatura que influirá en la obtención de una sola cosecha al año. Otro indicador es el de la germinación, en condiciones controladas el amaranto germina hasta en un máximo de 10 días dependiendo de la variedad, mientras que en campo abierto este proceso puede prolongarse hasta 30 días, proceso que influye directamente en el período de ontogénesis de la planta.

OBJETIVOS

General.-

- Evaluar el comportamiento agronómico con la utilización de bioestimuladores de crecimiento orgánico en dos variedades de amaranto (*Amaranthus spp*) originarios de VNISSOK (Rusia) para la producción de biomasa bajo cubierta, sector Lasso-Latacunga-Cotopaxi 2016”

Específicos.-

- Determinar cuál es el mejor bioestimulante de crecimiento para la obtención de biomasa bajo cubierta.
- Determinar la variedad de amaranto que se adapta mejor bajo cubierta.
- Evaluar económicamente el mejor tratamiento.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS:

Alternativa.-

La aplicación de bioestimuladores de crecimiento (Basfoliar algae, Basfoliar Aktiv, Seaweed extract) en el cultivo de amaranto (*Amaranthus spp.*) influye en el rendimiento de la producción de biomasa.

Nula.-

La aplicación de bioestimuladores de crecimiento (Basfoliar algae, Basfoliar Aktiv, Seaweed extract) en el cultivo de amaranto (*Amaranthus spp.*) no influye en el rendimiento de la producción de biomasa.

CAPITULO I

1.- Marco Téorico

1.1 Amaranto

1.1.1 Origen

El amaranto, *Amaranthus* sp., cultivo con más de 5.000 años de antigüedad, constituyó el alimento básico de los Incas, Aztecas y otros grupos precolombianos en toda América. Luego de la conquista pasó a ser un cultivo casi olvidado, así como otros cultivos andinos antiguos, pero actualmente ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial como alimento y su calidad nutritiva. (Puno, 2002).

Existen más de 60 especies de amaranto en el mundo, todas de foto período corto y del tipo fotosintético C4. Probablemente hay 4.000 a 6.000 líneas de amaranto domesticadas y silvestres en los bancos de germoplasma. Las especies de amaranto se usan como granos, forraje, verdura o fines ornamentales. (Puno, 2002).

El amaranto tiene una distribución cosmopolita pues las características de clima, suelo y geografía donde prospera son muy diversas. De esta manera se puede localizar desde el nivel de mar, hasta regiones altas (más de 3000 m.s.n.m.). Latitudinalmente se distribuye desde el Ecuador hasta los 30° en ambos hemisferios. Se han cultivado para obtener semilla y hojas frescas para usarse para el consumo humano. (Mendizabal J. , 2010).

El amaranto, como verdura de hoja fue utilizada en América, desde hace 4.000 años, la cultura Maya extendió su consumo en México y Guatemala y los Incas en Ecuador, Perú y Bolivia. Desde la prehistoria, excavaciones arqueológicas en zonas tropicales y subtropicales indican que era una planta importante de recolección sobre todo por sus hojas. En esa época se rechazaba el amaranto de semilla oscura y se prefería el de semilla blanca, este fenómeno favoreció a la domesticación de la misma (Diaz S. , 2012).

En Ecuador es casi desconocido como cultivo, a pesar de que existen varias especies dispersas como plantas ornamentales o malezas de otros cultivos. Así, en la Sierra ecuatoriana han prevalecido las formas conocidas como ataco o sangorache, que corresponden a: *A. quitensis*, además de varias especies silvestres como *A. blitum*, *A. hybridus*, mientras tanto en la Costa se conoce como bledos y son consideradas malezas, además de las anteriores se han identificado a *A. dubius*, considerada también como maleza. (Mujica, 1997).

1.2 Clasificación Botánica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del Amaranto. (Amaranthus spp.)

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
N. científico:	Amaranthus spp.
N. común:	Amaranto, kiwicha, millmi
Tipo:	Embryophyta siphonogama
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledoneae
Subclase:	Archyclamidae
Orden:	Centropermales
Familia:	Amaranthaceae
Genero:	Amaranthus
Sección:	Amaranthus
Especie:	Caudatus, cruentus e hypochondriacus

Fuente: (Diaz S. , 2012).

Elaborado por: Casa Cristina (2015)

1.3 Características Botánicas

El amaranto es una planta anual, herbácea de diferentes colores que van del verde al morado con distintas coloraciones medias. (Tapia & Fries , 2007).

1.3.1 Raíz

El Amaranto posee raíces del tipo axonomorfo bien desarrolladas, con numerosas raíces secundarias y terciarias lo que impide el tumbado de las plantas (Becker, 1984).

1.3.2 Tallo

Las diferentes especies del género *Amaranthus* son plantas anuales, herbáceas, de tallos suculentos cuando tiernos y algo lignificados cuando maduros, la forma 10 de este es cilíndrico deformado y anguloso, con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada; alcanza de 0.4 a 3 m de altura cuyo grosor disminuye de la base al ápice, el color del tallo va desde el blanco amarillento, verde claro y púrpura. La planta tiene por lo general un eje central bien diferenciado y muchas especies y variedades tienden a ramificar desde la base o a media altura del tallo. (Becker, 1984).

1.3.3 Hojas

Las hojas son simples y alternas, de forma ovada, verde oscuro, a veces con una mancha blancuzca o rojiza y de 2 a 4 pulgadas (5 a 10 cm) de largo. (Brunner, 2015).

1.3.4 Inflorescencias

Son muy vistosas, erectas hasta decumbentes y en cuanto a colores pueden observarse amarillas, naranjas, café, amarillentas, rojas, rosadas, o púrpuras (Peralta , 2009).

1.3.5 Flores

Las flores son pequeñas, unisexuales, estaminadas o pistiladas, masculinas con tres o 5 estambres y femeninas con ovario súpero. Que pueden estar en plantas monoicas o dioicas en densos racimos situados en las axilas de las hojas y reunidas en glomérulos formando falsas umbelas con tres o cinco brácteas externas cada una. (Peralta, 2007).

1.3.6 Semilla

La semilla es muy pequeña, mide 1 a 1,5mm de diámetro y 0,5mm de espesor, la mayor parte de la semilla está ocupada por embrión. El número de semillas por gramo oscila entre 1 000 y 3 000. (Brunner, 2015).

1.4 Factores Biofísicos

1.4.1 Luz

La mayoría de las variedades de kiwicha requieren períodos cortos de luz diurna. Sin embargo, hay especies que florecen en días cuyo período es de 12 a 16 horas. (Salta, 2015).

1.4.2 Precipitación

El grano se desarrolla en áreas que recibe apenas 200 mm. de agua de lluvia, requiere tanta humedad como el sorgo y la mitad de la requerida por el maíz, aunque la kiwicha tolera largos períodos de sequía después que la planta se ha establecido, al momento de germinar necesita un razonable nivel de humedad, también algo de humedad se requiere durante la época de polinización (Salta, 2015).

1.4.3 Suelos

El tipo de suelo ideal para el crecimiento de la Kiwicha es el que contiene una amplia variedad de nutrientes como también los suelos arenosos con alto contenido de humus. Se han descubierto genotipos que toleran suelos alcalinos hasta de 8.5 pH, ciertas especies de amaranto son reconocidas por su tolerancia a suelos ácidos y a las toxicidades del aluminio, probablemente la kiwicha tolera estos factores (Sumar, 2008).

1.4.4 Altitud

EL amaranto que prospera a más de 2.500 m. en los Andes, generalmente se desarrolla entre los 1.500 y 3.600m, pero existen variedades comerciales que son cultivadas a nivel del mar cerca de Lima, Perú. (Salta, 2015).

1.4.5 Temperatura

Aunque tolera bajas temperaturas, no soporta las heladas. Se ha encontrado especies que soportan hasta 4°C. Y su rango de temperaturas ideal es de 21 a 28°C, pero también se desarrolla a altas temperaturas entre 35 a 40°C. (Salta, 2015).

Manejo del cultivo de Amaranto

Preparación del terreno.- La preparación del suelo consiste en: limpia, arada, rastrada y surcada, con máquina o yunta. Al tratarse de una semilla muy pequeña, el suelo debe estar bien preparado. (Sumar, 2008).

Rotación de cultivos.- Se recomienda rotar con leguminosas, hortalizas o maíz. (Peralta, 2007).

Siembra.- La siembra se puede realizar en forma manual o mecanizada. En el primer caso es conveniente surcar el terreno, para depositar la semilla a un costado de los surcos ya sea en golpes o a chorro continuo, los surcos deben estar espaciados a 0,60 o 0,70 m. y a una profundidad entre 0,10 y 0,15m para sembrar por golpe deben estar separados a 0,20 m, se debe colocar entre 10 y 20 semillas y luego tapar. (Agropecuarias, 1994). Época diciembre a enero, de preferencia en días muy buenos y buenos de acuerdo con el calendario lunar. Cantidad: 6 a 8 kg por hectárea (Peralta, 2007).

Control de malezas manual.- Una deshierba o rascadillo entre 30 y 45 días después de la siembra. Una deshierba y aporque a los 60 días después de la siembra (Sumar, 2008).

Riego.- El cultivo de amaranto es de temporal o seco. 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. Los nematodos son organismos pequeños que apenas alcanzan 2 mm de tamaño y se encuentran en el suelo, alimentándose endo y ecto parasíticamente de la planta de amaranto. (Nieto, 1982).

Cosecha y trilla.- Se realiza en forma manual, cortando las panojas que presentan cierta dehiscencia o caída de grano de la base de las mismas. Los granos presentan cierta dureza cuando están llegando a su madurez. La trilla puede ser manual o con máquinas para cereales de grano pequeño. (Peralta, 2007).

Almacenamiento.- El grano con humedad inferior al 13%, debe almacenarse en cuartos secos y frescos. No se ha observado daño causado por plagas de almacén. (Kiwicha, 2008).

Temperatura.- En este caso el amaranto para una buena conservación requiere de una temperatura que varía entre los 3 a 8°C, para evitar el exceso de calor porque se puede quemar los embriones debido a que tienen una corteza demasiado fina. (Kiwicha, 2008).

Humedad.- Es otro factor importante dentro de la conservación, más o menos requiere de un 80% de humedad relativa para evitar de esta forma que el grano no se seque, pero si existe menos humedad, es decir hasta el 60 % la semilla seguirá secándose equilibradamente. (Kiwicha, 2008).

Aireación.- Es importante ya que el cambio de aire debe hacerse con lentitud de esta forma estamos evitando la pérdida en mayor cantidad de peso, si existen cambios bruscos en la separación de la semilla está apta para dar un sabor agrio. (Kiwicha, 2008).

Iluminación.- Es importante dentro del almacenamiento del amaranto; se requiere de un local no muy iluminado, porque si existe demasiada luz la semilla viene a tomar otra coloración y se secará muy rápidamente. Concluye que por las reglas anotadas el almacenamiento se realiza en fundas plásticas, en frascos de cristal sin taparlos para que el grano tenga aireación. (Kiwicha, 2008).

Valor nutritivo del amaranto

El amaranto hortícola es utilizado como una hortaliza principalmente en la India, China y en varios países de África: se ha podido determinar, que 150- gramos de hoja de amaranto son equivalentes en calidad a un kg de tomates o pepinillos (tabla 5). En las hojas de amaranto se acumulan hasta un 29% de materia seca con altos contenidos de proteínas, además contiene mayor cantidad de vitamina C y carotina que muchas otras hortalizas. Las hojas pueden ser deshidratadas y secadas para la obtención de concentrados de hoja que son añadidos a diferentes platos para mejorar la calidad, así como también profiláctica. Se ha podido determinar, que la pectina de las hojas de amaranto puede sacar del organismo metales pesados y radionúclidos. Con el consumo regular de esta planta se puede mejorar el metabolismo y prevenir diferentes enfermedades como las cancerígenas.

En las hojas de amaranto se han podido identificar 18 esteroides, algunos de ellos utilizados en la medicina para curar la aterosclerosis. (Kononkov, et, al, 1999).

Cuadro 2. Composición nutricional en hojas de amaranto, espinaca y acelga en 100g:

Componente	Amaranto	Espinaca	Acelga
Materia seca, g	13.1	9.3	8.9
Energía, kcal.	36	26	25
Proteína, g	3.5	3.2	2.4
Grasa, g	0.5	0.3	0.3
Hidratos de carbono, g	6.5	4.3	4.6
Ceniza, g	2.6	1.5	1.6
Calcio, mg	267	93	88
Fósforo, mg	3.9	3.1	3.2
Sodio, mg	-	71	14.7
Potasio, mg	411	470	550
Vitamina A y E	6.100	8.100	6.500
Tiamina, mg	0.08	0.10	0.06
Riboflavina , mg	0.16	0.20	0.17
Niacina, mg	1.4	0.6	0.5
Vitamina C, mg	80	51	32

Fuente: (Chernov, 1992).

Elaborado por: Cristina Casa

1.5 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son derivados de citoquininas, hormonas, enzimas, vitaminas, aminoácidos y micronutrientes que ayudan a controlar a las plantas el crecimiento de nutrientes a través del tallo y hojas, aumentando la función de las enzimas existentes en las plantas. (Alcocer, 2003).

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, y al ser absorbidas directamente por las hojas tonifican las plantas e impiden el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos. (Mariasg, 2013).

1.5.1 Basfoliar algae

Basfoliar Algae se produce a partir de algas que provienen de las costas del Océano Pacífico, el que por sus aguas frías y oscuras induce a las algas a la producción de altos contenidos de carbohidratos, fitohormonas y vitaminas, compuestos que se mantiene en forma intacta en el extracto gracias al moderno y sofisticado proceso de extracción. Además, Basfoliar Algae está complementado con minerales y aminoácidos. (Compo, 2010).

Todos estos elementos se potencian con la incorporación de azúcares - alcoholes, que son un eficiente e innovador elemento bioestimulador para las plantas, además, contiene en forma equilibrada, 6 diferentes tipos de estimuladores del crecimiento de las plantas, minerales, aminoácidos, carbohidratos, fitohormonas, vitaminas y azúcares – alcoholes, todos estos elementos son de rápida asimilación; los azúcares - alcoholes aportan energía inmediata a las plantas, acelerando el efecto estimulador y la absorción y transporte del resto de los componentes de Basfoliar Algae hacia los órganos productivos. Al estimular el follaje, se obtiene mayor fotosíntesis y por lo tanto, mayor producción (Compo, 2010).

Cuadro 3. Análisis químico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.

Nitrógeno total	6.0% N
Fósforo	3.0% P ₂ O ₅
Potasio	5.0% K ₂ O
Magnesio	0.56% Mg
Boro	0.08% B
Cinc	0.06% Zn
Manganeso	0.06% Mn
Hierro	Trazas% Fe
Cobre	Trazas% Cu
Molibdeno	Trazas% Mo

Fuente: (Compo, 2010).

Cuadro 4. Composición de carbohidratos del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.

Carbohidratos Totales	3.52%
Monosacáridos neutros del total de la fracción de polisacáridos:	
Fucosa	4.9%
Ac. Manurónico	80.4%
Manosa	2.1%
Glucosa	12.6%
Composición de Amino Ácidos:	0.9%
Vitaminas:	Trazas

Fuente: (Compo, 2010).

Fitohormonas presentes:

Auxinas
Citoquininas

Fuente: (Compo, 2010).

Cuadro 5. Análisis físico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.

Apariencia	Líquido verde, olor a algas
Densidad a 20°C	1,14
PH (sol 50g/l h ₂ O)	4,8 – 5,0
Toxicidad	No tóxico, no inflamable, no corrosivo y no peligroso
Envases	Bidones plásticos de: 1l, 5l, 20l, 60l, 200l y 1000l

Fuente: (Compo, 2010).

BENEFICIOS

- Basfoliar Algae promueve plantas más grandes y más vigorosas.
- Ayuda al cultivo en la recuperación de situaciones de stress.
- Aumenta el rendimiento.

DESCRIPCIÓN

- Basfoliar® Algae es un extracto concentrado de alga natural Chilena (Durvillea antártica) producido con técnicas de alta eficiencia y calidad.
- Basfoliar® Algae ha sido suplementado con nutrientes y aminoácidos.
- Basfoliar® Algae contiene carbohidratos, minerales, fitohormonas, aminoácidos y vitaminas, todos perfectamente balanceados.

Cuadro 6. Recomendaciones de aplicación del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Algae.

Aplicación Foliar	Dosis/aplicación	Nºaplicaciones	Época de aplicación.
Cebolla, Ajo	400 – 700 cc /100L2L/h a	3 – 4	Aplicar 15 días después del trasplante, repetir cada 15 días.
Hortalizas	400 – 700 cc /100L2L/h a	3 – 4	Aplicar a plantas con 4 hojas, re petir cada 10 días.
Hortalizas de siembra directa	600 – 700 cc/100L2L/ha	3	Aplicar 21 días post- emergencia, repetir cada 15 días.

Fuente: (Compo, 2010).

1.5.2 Basfoliar Aktiv

Basfoliar Aktiv es un fertilizante formulado con fosfito de potasio, extracto de algas marinas, fitohormonas, aminoácidos, vitaminas y microelementos. Los elementos orgánicos se extraen a partir de algas marinas especiales, Ecklonia máxima, con un procedimiento de presión en frío patentado, que permite la conservación de éstos. Sólo se utiliza el filtrado, que es de alta concentración y contiene sólo las células del alga. El fosfito de Basfoliar Aktiv es líquido y tiene tres átomos de oxígeno que le otorga a esta formulación alta movilidad en el tejido vegetal y en el suelo. Por lo que puede ser aplicado tanto a las hojas, tallos, flores, frutas y raíces. El fosfito de Basfoliar Aktiv es sistémico, es fácilmente absorbido y traslocado a través del xilema y floema a todas las áreas de la planta. Los elementos constituyentes de Basfoliar Aktiv están disponibles en formas de fácil asimilación, logrando un efecto rápido y eficiente sobre toda la planta (Compo, 2010).

El fósforo de Basfoliar Aktiv al provenir del ión fosfito, es de gran eficacia y movilidad tanto en el suelo como al interior de la planta, lo que lo hace mucho más efectivo que los fósforos convencionales. Los fertilizantes fosfatados convencionales tienen el componente fosfato (PO₄), en cambio el fosfito de Basfoliar Aktiv tiene el componente (PO₃) ligado al Potasio. Estas moléculas de fósforo a pesar de ser químicamente muy similares, tienen efectos muy diferentes sobre las plantas (Compo, 2010).

Cuadro 7. Análisis químico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Aktiv.

Nitrógeno total	4 % (N) p/v
Fosforo	37 % (P ₂ O ₅) p/v
Potasio	24 % (K ₂ O) p/v
Boro	0,01 % (B) p/v
Cobre *	0,02 % (Cu) p/v
Hierro *	0,02 % (Fe) p/v
Manganeso*	0,01 % (Mn) p/v
Molibdeno	0,001 % (Mo) p/v
Zinc	0,01 % (Zn) p/v
Materia orgánica	3% Proveniente de algas
*Metales quelatizados con EDTA	

Fuente: (Compo, 2010).

Cuadro 8. Análisis físico del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Aktiv.

Apariencia	Líquido
Densidad a 20°C	1,37 g/cc
PH	Neutro
Toxicidad	no tóxico, no inflamable, no corrosivo y no peligroso
Envases	bidones plásticos de: 5l y 20l

Fuente: (Compo, 2010).

PROPIEDADES Y VENTAJAS

Basfoliar® Aktiv es sistémico, es fácilmente absorbido y traslocado a través del xilema y floema a todas las áreas de la planta. Los elementos constituyentes de Basfoliar® Aktiv están disponibles en formas de fácil asimilación, logrando un efecto rápido y eficiente sobre la planta.

Basfoliar® Aktiv actúa como activador de defensas, pues los fosfitos son altamente eficientes en aumentar la resistencia a diversas enfermedades, particularmente a aquellas que pertenecen al grupo Oomycetes.

Basfoliar® Aktiv mejora la actividad del sistema de defensa dinámico de las plantas, lo que incluye formación de “Zonas de bloqueo necrótico” (como células muertas que limitan el acceso de la enfermedad y la diseminación al resto de las células), producción de etileno, producción de enzimas líticas, engrosamiento de las paredes celulares y acumulación de Fitoalexinas (anticuerpos).

Cuadro 9. Recomendaciones de uso del bioestimulante de crecimiento Basfoliar® Aktiv.

Cultivo	Dosis L/ha	Época de aplicación
Hortalizas (cebolla, ajo, tomate, pimentón, cucurbitáceas, lechugas)	1 a 2 L/ha	Aplicar cada 7 días con cuatro hojas verdaderas (2 aplicaciones).
Plantas ornamentales, durante el estado vegetativo.	250 a 500 cc/100L	Durante el crecimiento vegetativo cada 10 a 14.

Fuente: (Compo, 2010).

1.5.3 Seaweed extract

El extracto de algas marinas de Noruega (*Ascophyllum nodosum*) es considerado como una selección superlativa para uso en cultivos extensivos, en hortalizas, frutales y ornamentales. El extracto contiene más de 60 nutrientes, especialmente N-P-K además de calcio, magnesio, azufre, micronutrientes aminoácidos, citoquininas, giberelinas y auxinas promotoras de crecimiento. Los micronutrientes están en forma de quelatos naturales (ácidos algínico y manitol) los que proporcionan y favorecen el color y el vigor de las plantas. El extracto se obtiene usando un procedimiento a bajas temperaturas las mismas que no destruyen los aminoácidos y auxinas como lo hacen los procesos a altas temperaturas. Seaweed Extract además, promueve la generación de metabolitos propios de las plantas como las betaínas, que son un nuevo grupo de sustancias que protegen a los vegetales del ataque de enfermedades. (Ecuaquímica, 2015).

Análisis de contenido:

Ingredientes activos	12.00%
----------------------	--------

(Incluyendo bioestimulantes)

Cuadro 10. Compuestos reguladores de crecimiento del bioestimulante de crecimiento Seaweed Extract

Auxinas	0.12 - 0.14 g/galón de extracto
AIA	0.22 - 0.26 g/galón de extracto
Citoquininas	Aproximadamente 100 ppm
Giberelinas	Activas

Fuente: (Ecuaquimica, 2015).

Dosificación en aplicación foliar:

Banano, mango, maracuyá, caña de azúcar: 2-2.5 litros/ha con una frecuencia de 8-15 días.

Frutales: 380 - 1 000 cm³/ha. Diluir 500 - 1 000 litros agua/ha.

Cultivos extensivos y hortalizas: Las hortalizas son plantas de rápido crecimiento y responden bien a las aplicaciones foliares. Usar 1 litro de SEAWEED EXTRACT en 500-1 000 litros de agua/ha. La primera aplicación comienza cuando las plantas están en el estado de 4 hojas y luego cada 14 días o como se requiera.

Céspedes y plantas ornamentales: 150 - 400 cm³/ha, diluir en 500 - 1 000 litros de agua/ha. Siempre se requiere diluir en agua antes de usar el extracto. Aplicar en aspersión cubriendo completamente el follaje de las plantas. (Ecuaquimica, 2015).

1.6 Cultivos bajo cubierta

El invernadero es una estructura en que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo, o sofisticadas, con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otros. Una cubierta plástica es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima y, con ello, cultivar plantas en condiciones óptimas. (Cordero, 2000).

Efectividad en la utilización de los invernaderos.

La producción de hortalizas bajo cubierta plástica se inicia en el año 1989 en Ecuador y se ha expandido en forma sostenida hasta el presente, estimándose que en la actualidad ha sobrepasado las 150 hectáreas. El rendimiento de una hortaliza bajo cubierta, va dependiendo del manejo del cultivo y del clima dentro de la estructura. La alta productividad asociada a la posibilidad de producción y comercialización en la época más oportuna, compensa la inversión inicial, con ganancias adicionales para el productor. (Larrea , 1998).

Dentro de las múltiples funciones que cumple un invernadero, quizás una de las más importantes es la de proteger, dadas sus características estructurales a los cultivos

en un espacio cerrado; sus ventajas son evidentes, protege a la planta de los rayos solares perjudiciales y ayuda a la difusión de rayos beneficiosos al cultivo ante las inclemencias del clima. (Cadahia C, 2000).

Las plantas necesitan cierta cantidad de humedad para poder realizar la transpiración, la transpiración vegetal es el motor necesario para que la planta pueda absorber agua y nutrientes desde el suelo y el aire. La humedad ambiental en estos lugares puede ser del 75 % y su temperatura se encuentra en unos 30°C, además los altos niveles de humedad ambiental producen una reducción de la transpiración por lo que una planta no adaptada puede asfixiarse al aumentar demasiado su temperatura. (Larrea , 1998).

El control de la climatización en invernaderos supone un incremento en la calidad y la productividad. Con este sistema es posible mantener una humedad y temperatura determinada y uniforme, de forma rápida y efectiva, consiguiendo controlar adecuadamente plagas y enfermedades y mejorando el aspecto de la flor cortada.

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año además ha consentido alargar el ciclo de cultivo, dando la posibilidad de producir en las épocas del año más difíciles y logrando mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas

de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final.

Ventajas de la Producción Bajo Cubierta.

Protección contra condiciones climáticas extremas: El invernadero permite un control de la lluvia, granizo, bajas temperaturas, viento, tormentas, calentamiento, sombra y la presencia de rocío en los cultivos, lo que implica una disminución del riesgo en la inversión realizada. (Cadahia C, 2000).

Control sobre otros factores climáticos: La siembra bajo invernadero permite realizar un control de factores como calentamiento, enfriamiento, sombra dentro del cultivo, enriquecimiento con CO₂ y aplicación de agua. (Villavicencio, 1999).

Obtención de cosechas fuera de época: Al cultivar bajo cubierta es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas. Además, hay una adaptación a los requerimientos del mercado local y de exportación, extendiendo los períodos de producción, logrando así un aprovisionamiento continuo del producto. (Cadahia C, 2000).

Mejor calidad de la cosecha: Dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma y tamaño, con madurez uniforme, y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo. (Cordero, 2000).

Preservación de la estructura del suelo: En un ambiente protegido, el suelo permanece bien estructurado, firme y no sufre las consecuencias de la erosión a causa de la lluvia y el viento. Las condiciones del invernadero disminuye el lavado de nutrientes dentro del perfil del suelo, con lo que las plantas obtienen mayor disponibilidad de los mismos, reflejándose en una mayor productividad por unidad de área. (Cadahia C, 2000).

Aumento considerable de la producción: Esta característica es la que estimula a los productores a aplicar esta técnica de producción. Una planta, expuesta a diferentes factores favorables bajo cubierta, produce de tres a cuatro veces más, aún en épocas críticas, que los cultivos desarrollados a campo abierto en condiciones normales. (Cordero, 2000).

Ahorro en costos en la producción: En un cultivo bajo cubierta existe un ahorro en los costos de producción hasta un 50 %, pues se aumenta la producción por unidad de área, se produce un incremento en la eficiencia de los insumos agrícolas, disminuye el número de insumos aplicados y existe comodidad en la realización oportuna de las labores. (Cadahia C, 2000).

Disminución en la utilización de pesticidas: Otra de las ventajas del cultivo bajo cubierta es un mejor manejo de plagas y enfermedades, mediante la utilización de elementos alternativos como mallas, cubierta, trampas, etc.

Aprovechamiento más eficiente del área del cultivo: En un invernadero se puede utilizar más eficientemente el área del cultivo, ya que se pueden sembrar más por

metro cuadrado. Además de las anteriores ventajas, este sistema permite hacer un uso racional del agua y de los nutrientes, realizar una programación en las labores de cultivo y de producción. (Cordero, 2000).

CAPÍTULO II

2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Lugar de la investigación.

El experimento estuvo situado en el sector de Lasso en la Finca Blooming Acres, propietario Ing. Álvaro Muñoz. Cuya ubicación es la siguiente:

Cuadro 11. Datos geográficos del lugar de la investigación

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Tanicuchi
Sector	Lasso
Altitud	3067msnm
Latitud	0°46'35.7"S
Longitud	78°38'08.8"W

Fuente: (ENP, 2017).

Cuadro 12. Sitio de la investigación

Temperatura media	22.5°C
Humedad relativa	64.5%
Textura	Franco arenoso
Estructura	Suelta
Drenaje	Rápido

Fuente: (INAMHI, 2017).

Talento Humano

Postulante: Cristina Rocío Casa Quinatoa.

Director de tesis: Ing.MSc. Carlos Torres Miño. PhD.

Miembros del tribunal:

PRESIDENTA: Ing. Mg. Guadalupe López

MIEMBRO: Ing. Mg. Adolfo Cevallos,

MIEMBRO: Ing. Mg. Fabián Troya

Recursos Tecnológicos

- Computadora, Impresora, Flash memory, Cámara fotográfica, Copias, Internet.

Materiales de campo

- Semilla de amaranto (Valentina – Nezhenka)
- Bioestimuladores
- Cinta métrica
- Manguera
- Azada
- Rastrillo
- Bomba de riego
- Alambre
- Clavos
- Martillo
- Plástico

2.2 DISEÑO METODOLÓGICO.

2.2.1 Factores en estudio

2.2.1.1 Factor A. Variedades Amarantho (Amaranthus sp)

- V1: Nezhenka
- V2: Valentina

2.2.1.2 Factor B. Bioestimuladores de crecimiento (F).

- F1: Basfoliar algae
- F2: Seaweed extract
- F3: Basfoliar Aktiv

Tratamientos

Estos resultan de la interacción de los niveles de los factores en estudio se dio un total de 7 tratamientos los mismos que se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Descripción de los tratamientos.

Nº del Tratamiento	Código	Fuentes
T1	A1B1	Basfoliar algae *Nezhenka
T2	A1B2	Seaweed extrac * Nezhenka
T3	A2B3	Basfoliar Aktiv * Nezhenka
T4	A2B1	Basfoliar algae * Valentina
T5	A3B2	Seaweed extrac * Valentina
T6	A3B3	Basfoliar Aktiv * Valentina
T7	TO	TESTIGO

2.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó una unidad experimental de forma rectangular de dimensiones 3m x 1m; total 3m², se eliminó los dos borde y 0.3 m de cada lado obteniéndose una parcela neta de 3m x 0.40m; total 1.2 m².

Características de la Unidad Experimental

Número de unidades experimentales:	21
Forma de la unidad experimental:	Rectangular
Número de surcos:	2
Distancia entre surcos:	0.30 m
Distancia entre plantas:	0.10 m
Distancia entre bloques:	0.50 m
Distancia entre unidades experimentales:	0.50 m
Superficie unidad experimental:	3m x 1m

Superficie total del ensayo:

- Número de plantas por unidad experimental: 30 plantas
- Número de plantas por parcela neta: 10 plantas

Análisis funcional

Se realizaron pruebas de Tukey al 5% para Tratamientos, Bioestimuladores de crecimiento para interacción A*B, mientras que para las comparaciones ortogonales se usó DMS al 5%.

Cuadro 14. Operacionalización de las variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE A EVALUAR	INDICADORES
<i>(Amaranthus sp)</i>	Bioestimuladores de crecimiento	Días Emergencia	Días
		Longitud de raíz	(cm).
		Longitud del tallo	(cm)
		Cantidad de la hojas	(# de hojas)
		Tamaño de la inflorescencia.	(cm)
		Rendimiento de la biomasa.	Kg/m ²

2.4 DISEÑO METODOLÓGICO

2.4.1 Tipo de investigación

2.4.1.1 Método

Experimental.-

La presente investigación fue de carácter experimental debido a que se evaluó dos variedades hortícolas con altos contenidos de sustancias biológicamente activas.

Experimental-cuantitativa, basada en la investigación de campo y fundamentada en la toma de datos y tabulación de los mismos y así comparar los resultados obtenidos con la información revisada.

Científico.-

Nos ayudó a obtener datos en la comprobación del mejor bioestimulador de crecimiento orgánico propuesto para la obtención de biomasa.

2.4.1.2 Técnica

Observación científica.-

Se lo realizo permanentemente tomando datos con la finalidad de comprobar los cambios producidos por los bioestimuladores con el trascurso de los días.

Fichaje.-

Es una técnica indispensable para la identificación de cada tratamiento con sus datos característicos y lo cual les diferencia entre ellos.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial $3 \times 2 + 1$; donde, A son las variedades de amaranto, B son los bioestimulantes de crecimiento y 1 es el testigo (sin bioestimulante), con un total de 7 tratamientos que se dispusieron en tres repeticiones para un total de 21 unidades experimentales.

Esquema del Análisis de la Varianza en el estudio respuesta del Amaranto (*Amaranthus sp.*) a la fertilización foliar con tres bioestimuladores de crecimiento orgánico.

Cuadro 15. Esquema del ADEVA

Fuente de Variación (F de V)	Grados de Libertad	
Total	$(t \cdot r) - 1$	21
Bloques (repeticiones)	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	6
Factor A	$(a - 1)$	1
Factor B	$(b - 1)$	2
Interacción A*B	$(a - 1) \cdot (b - 1)$	2
Testigo vs resto	1	1
Error. Exp.	$(t - 1) \cdot (r - 1)$	12

2.5.1 Variables a evaluar

2.5.1.1 Días de emergencia

Se determinó en cada una de las unidades experimentales durante los primeros 15 días después de la siembra para lo cual se utilizó la siguiente tabla.

CODIGO	ESCALA	CLASIFICACIÓN
menor de 5 días	%	Rápida
de 5 a 10 días	%	Lenta
más de 10 días	%	Muy lenta

Fuente: (Torres, 2013)

Elaborado: Casa Cristina (2015)

2.5.1.2 Longitud de raíz

De cada parcela neta se tomaron los datos de diez plantas, en los cuales se determinó la dinámica de crecimiento de la raíz, esta actividad se realizó cada 15 días durante el primer mes del ciclo vegetativo del cultivo. Se utilizó un flexómetro de marca Stanley y se midió desde el cuello de la raíz hasta la cofia. (Torres, 2013)

2.5.1.3 Longitud del tallo

Se determinó el desarrollo del tallo de las variedades en estudio y la influencia de los bioestimuladores, para esto se realizó la medición cada 15 días durante todo el ciclo vegetativo. Los datos fueron tomados de 10 plantas correspondientes a la

parcela neta, con la utilización de un flexómetro marca Stanley se midió desde el cuello del tallo hasta el inicio de la inflorescencia del tallo. (Torres, 2013).

2.5.1.4 Cantidad de hojas

De cada parcela neta se tomó un total de 10 plantas, en donde se contó la cantidad total de hojas, los datos se tomaron cada 15 días durante todo el ciclo vegetativo. (Torres, 2013).

2.5.1.5 Tamaño de la inflorescencia

Se determinó el desarrollo de la inflorescencia de las variedades en estudio y la influencia de los bioestimuladores para esto se realizó la medición a los 15 días después de la aparición de la misma, hasta la maduración de las semillas. Los datos fueron de 10 plantas de cada parcela neta, se midió desde el inicio de la panoja hasta el ápice. (Torres, 2013).

2.5.1.6 Determinación del tratamiento más rentable

Se elaboraron los costos de producción por hectárea de todos los tratamientos en estudio, El costo beneficio se realizó en función de la cantidad biomasa por parcela, tomando el peso en g/m^2 .

CAPÍTULO III

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables a evaluar

3.1.1 Días a la emergencia (días)

Cuadro 16. Cuadro de resultados de la variable emergencia.

TRATAMIENTOS	DÍAS					EMERGENCIA		
	1	2	3	4	5	Rápida menor de 5 días (100%)	5 a 10 días lenta (70 a 90%)	Más de 10 días muy lenta (<70 %)
T1	-	-	11	23	30	✓		
T2	-	-	15	25	30	✓		
T3	-	-	10	22	30	✓		
T4	-	-	11	21	30	✓		
T5	-	-	15	23	30	✓		
T6	-	-	11	26	30	✓		
T7	-	-	10	21	30	✓		

Fuente: (Torres, 2013)

Elaborado: Casa Cristina (2015)

La emergencia uniforme se visibilizó en los diferentes tratamientos a los 5 días desde la siembra, este factor está condicionado por varios factores entre ellos: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, tipo de suelo, características específicas de la variedad, entre otros. Debido a que esta investigación se realizó en condiciones controladas a una temperatura de 22^oC. En estudios realizados en los

campos de VNIISOK-Moscú-Rusia (Instituto Científico Ruso de Mejoramiento en hortalizas) a campo abierto, a una temperatura similar en el verano, la diferencia con estos datos experimentales obtenidos en Ecuador fueron de 1 y 2 días para las variedades Nezhenka y Valentina respectivamente (Torres,2015).

3.1.2 Longitud de la raíz (cm)

Cuadro 17. Análisis de varianza para el diámetro de la raíz a los 45 días en el cultivo de amaranto.

F.V.	SC	GI	CM	F
Modelo	119.28	8	14.91	3.47
TRATAMIENTOS	46.14	6	7.69	1.9 ns
A	1.41E+01	1	1.41E +00	3.65 ns
B	1.15E+01	2	5.77E+01	1.5 ns
A*B	5.53E+00	2	2.77E+00	0.72 ns
FAC vs TESTIGO	1.50E+01	1	1.50E+01	1.50E+03ns
Error	48.51	12	4.04	
Total	167.79	20		
C.V.%			8.82	

En la dinámica de crecimiento de la raíz se ha podido evidenciar una variación no significativa en todo el proceso de evaluación. El mayor diámetro de la raíz para la variedad Nezhenka se encontró en plantas tratadas con Basfoliar Aktiv (T4) con 24 ± 2 cm y el menor (T5) 23.2 ± 2.2 (anexo 2), datos obtenidos a los 45 días. A los 15 y 30 días los resultados evidencian un alto nivel de homogeneidad en la dinámica de crecimiento de la raíz (anexo 2). Para la variedad Valentina el mayor diámetro encontrado fue para el tratamiento Basfoliar Algae (T4) con 24.4 ± 4.4 cm y el menor diámetro en el tratamiento Seaweed extract (T5) con 23.2 ± 2 cm. Además el testigo

(Valentina) no evidencia resultados significativos en comparación con los tratamientos (anexo 2). Las medias para Valentina 23.20 y Nezhenka 22.26 y un coeficiente de variación de 8,82% (cuadro 17). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el estudio realizado sobre los parámetros biométricos en diferentes variedades de amaranto (Torres, 2015). Y que concluye en que la dinámica de crecimiento de la raíz en los primeros 60 días no se diferencia significativamente entre las variedades.

3.1.3 Longitud del tallo (cm)

Cuadro 18. Análisis de varianza para la longitud del tallo (cm) a los 105 días para el cultivo de amaranto.

F.V.	SC	GI	CM	F
Modelo	3606.52	8	450.82	13.06
TRATAMIENTOS	3571.00	6	595.17	17.25 *
A	1.30E+01	1	6.51E+00	0.22 ns
B	3.54E+03	2	35.42.01	122.2 *
A*B	1.40E+01	2	7.17E+00	0.25 ns
FAC vs TESTIGO	1.93E+00	1	1.93E+00	5.59E-02 ns
Error	414.07	12	34.51	
Total	4020.59	20		
CV%				9.66

El análisis de varianza, para la variable longitud del tallo a los 105 días de la siembra (cuadro 18) presenta diferencias significativas para los tratamientos, el factor B (tipos de bioestimuladores), y diferencias no significativas para los otros parámetros evaluados, el coeficiente de variación fue de 9.66%, (cuadro 18) con una

media general de: para la variedad Valentina de $71.21 \pm 13.9\text{cm}$ y $46.86 \pm 5.2\text{cm}$ para Nezhenka cm, (cuadro19).

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para tipos de tratamientos (factor B) en la variable tamaño del tallo (cm) a los 105 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	MEDIAS
T1	44.6	A
T2	47.67	A
T3	48.33	B
T7	60.1	B
T5	74.07	B
T4	75.13	B
T6	75.57	B

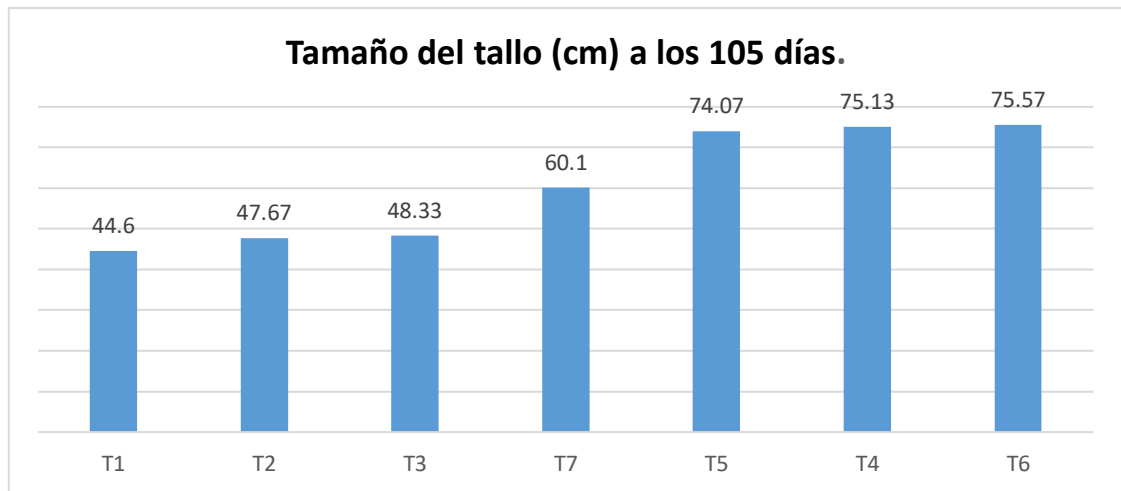


Figura 1. Tipos de tratamientos (factor B) en la variable tamaño del tallo (cm) a los 105 días.

La altura de la planta en el periodo de desarrollo tiene una relación directa con las características genéticas de las variedades (Torres, 2015). Al analizar las medias de los tratamientos (cuadro 19; figura 1) para la variable tamaño del tallo a los 105 días

según Tukey al 5%, se obtuvo dos rangos, ubicando los tratamiento T3, T7, T5, T4 y T6 en el rango “B”, siendo los mejores tratamientos el T3= 48.33 y T6= 75.57cm, resultados obtenidos con la aplicación de Basfoliar Aktiv, esto efectos positivos se manifiestan debido a que el bioestimulantes antes mencionado contiene fosfitos de potasio que aumentan la resistencia a diversas enfermedades, además incrementa la concentración de nutrientes en la hojas ante desbalances nutricionales, asimismo es de fácil absorción y transporte hacia los diferentes órganos de la planta (Compo, 2010).

Cuadro 20. Prueba de Tukey al 5% para tipos de bioestimuladores (factor B) según la variable longitud del tallo (cm) a los 105 días.

B	PROMEDIOS	MEDIAS
B1	82.62	A
B2	82.73	A
B3	83.90	B

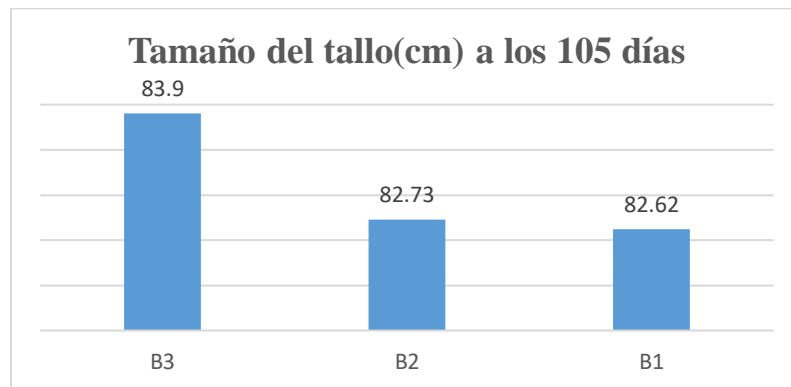


Figura 2. Tipos de bioestimuladores (factor B) según la variable tamaño del tallo a los 105 días.

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta a los 105 días (cuadro 20, figura 2) según los bioestimuladores (factor B), se presentó dos rangos: El rango “B” con un valor de 83.9 cm siendo el que mayor altura promovió con la utilización de Basfoliar Aktiv de esta manera corroboramos lo antes mencionado de los beneficios del bioestimulador.

Según estos resultados permiten concluir que los bioestimulantes influyen directamente en el desarrollo del tallo, lo que concuerda con lo planteado por (Orlando & Bietti, 2003) los bioestimulantes son sustancias que aceleran el desarrollo, aumentan la producción y mejoran el crecimiento de los vegetales.

3.1.4 Cantidad de la hoja (Nº de hojas)

Cuadro 21. Análisis de varianza para cantidad de hojas (#) a los 105 días en el cultivo de amaranto.

F.V.	SC	GL	CM	F
Modelo	513213.05	8	64151.63	43.5
TRATAMIENTOS	513206.67	6	85534.44	58.00 *
A	3.68E+04	1	3.68E+04	270.69*
B	2.24E +05	2	1.12E +05	8.25 *
A*B	1.44E+04	2	7.20E+03	5.29 ns
FAC vs TESTIGO	1.08E+05	1	1.08E+05	7.32E+01 ns
Error	17697.62	12	1474.8	
Total	530910.67	20		
C.V.%			7.56	

La cantidad de hojas (cuadro 22) se presentó con una media general para la Valentina 378.41 ± 12 y Nezhenska 680 ± 5 hojas y según el análisis de varianza existen diferencias significativas para los tratamientos, para el factor A, el factor B. Para los

otros parámetros no existen diferencias significativas. El coeficiente de variación es de 7.56 % (cuadro 21).

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la variable cantidad de hojas (#) a los 105 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	MEDIAS
T7	332	A
T6	382.67	A
T4	396.67	A
T5	402.33	A
T3	619.67	B
T1	652.67	B
T2	767.67	C

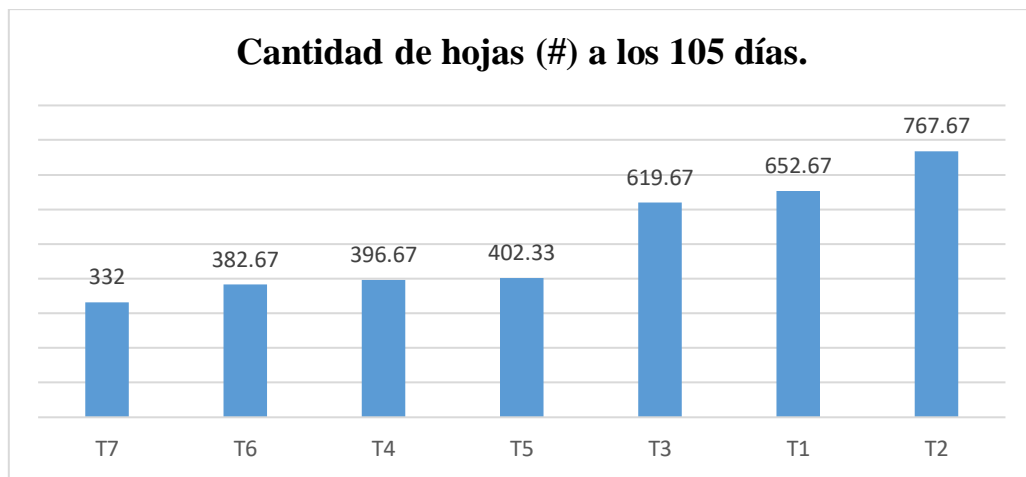


Figura 3. Tipos de bioestimuladores (factor B) en la variable cantidad de hojas a los 105 días.

La formación de hojas durante el período vegetativo es un indicador imprescindible si lo que se busca es obtener mejores resultados en la producción de biomasa. (Torres, 2015).

Al analizar los resultados de las medias en lo referente al indicador cantidad de hojas (cuadro 22; figura 3) para la variable cantidad de hojas según Tukey al 5%, se obtuvo tres rangos: Los tratamientos T7, T6, T4, T5 (variedad Valentina) se ubicaron en un mismo rango A, sin embargo la aplicación del bioestimulador Seaweed Extract es el que mejor resultados presentó en la acumulación de biomasa para las dos variedades en estudio, para la variedad Valentina el mejor resultado se evidenció en el T5 con una media de 402.33, entre tanto que, el mejor tratamiento para la variedad Nezhenka fue el T2 que se ubicó en el rango C con 767.67 hojas, de los resultados antes mencionados la mayor acumulación de biomasa de todos los tratamientos en análisis fue el T2. Esto se debe a la acción positiva que tiene el bioestimulador Seaweed Extract a base de algas marinas de Noruega, además posee más de 60 nutrientes, citoquininas, giberelinas y auxinas que estimulan el crecimiento y la acumulación de biomasa (Ecuaquímica, 2015). En el estudio además, se ha podido identificar el tiempo óptimo para la cosecha de la hoja de amaranto que comprende entre los 59 y 74 días, en este periodo existe mayor acumulación de biomasa en la planta y según (Torres, 2015), el mejor periodo para la cosecha de la hoja de amaranto se encuentra en las fases fenológicas antes de la floración.

Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5% para tipos de variedades (factor A) en la variable cantidad de hojas a los 105 días.

A	B	PROMEDIOS	MEDIAS
A2	B2	393.89	A
A1	B2	680.00	B

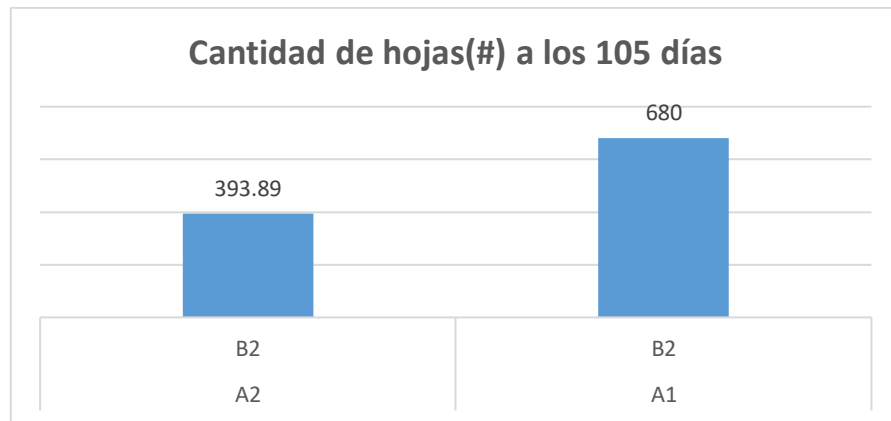


Figura 4. Tipos de variedades (factor A) en la variable cantidad de hojas a los 105 días.

La posibilidad de utilizar variedades de amaranto como verdura, está determinada por una serie de características tales como: capacidad de acumular biomasa, hojas suaves, concentración de sustancias biológicamente activas y antioxidantes durante todo el período de crecimiento. (Torres, 2015).

Mediante el análisis de la variable cantidad de hoja a los 105 días en las variedades en estudio (cuadro 23; figura 4) según Tukey al 5%, se obtuvo dos rangos: El “B” que corresponde a la variedad Nezhenka que presentó una acumulación de biomasa con 680 ± 51 hojas (anexo 4), mientras que en el rango “A” se ubicó la variedad Valentina con 393.89 ± 11 hojas (anexo 4). Estos resultados se presentan debido a que la variedad Nezhenka es utilizada como verdura por su facilidad en acumular biomasa (Gins, Gins, & Torres, 2015), además presenta hojas suaves con altos contenidos de proteínas y vitamina C (anexo 8).

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5% para tipos de bioestimuladores (factor B) según la cantidad de hojas a los 105 días.

B	PROMEDIOS	RANGOS
B3	501.17	A
B1	524.67	A
B2	585.00	B

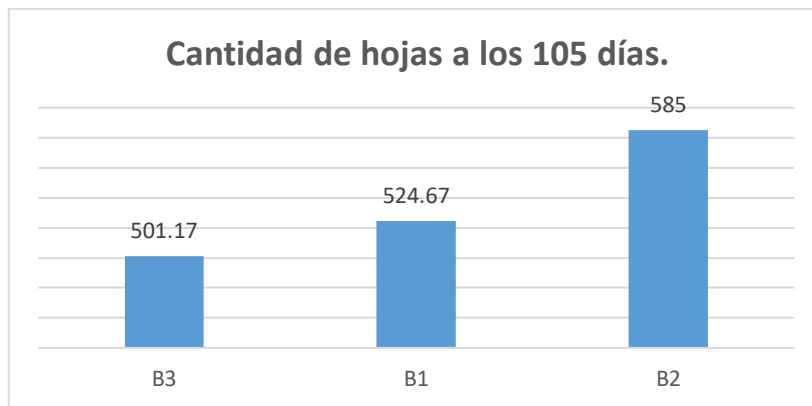


Figura 5. Tipos de bioestimuladores (factor B) según la cantidad de hojas a los 105 días.

Para este parámetro evaluado, al analizar las medias (cuadro 24, figura 5) según Tukey al 5%, se obtuvieron 2 rangos: en el rango “B” se ubicó el Seaweed Extract con una media de 585 hojas siendo el bioestimulador que favoreció a la acumulación de biomasa y el rango “A” se estableció el Basfoliar Aktiv con un valor de 501.17 hojas siendo el bioestimulador que menos hojas acumulo durante todo el ciclo del cultivo. Del análisis de estos datos se puede concluir que el bioestimulante Seaweed Extract es el que mejor influye en la acumulación de biomasa. Según (Blunden & Wildgoose, 1977); y (Brian & Wildgoose, 1973), los efectos positivos de la

utilización de bioestimulantes a base de algas marinas se le atribuyen a la presencia de citoquininas, sustancias que estimulan la acumulación de la biomasa.

3.1.5 Tamaño de la inflorescencia (cm)

Cuadro 25. Análisis de varianza para el tamaño de la inflorescencia (cm) a los 105 días en el cultivo de amaranto.

F.V.	SC	GI	CM	F
Modelo	1548.63	8	193.58	11.9
TRATAMIENTOS	1412.64	6	235.44	14.47 *
A	1.30E+01	2	1.30E+00	70.08 ns
B	1.48E+03	1	7.38E +03	0.40ns
A*B	1.35E+01	2	6.73E+00	0.36 ns
FAC vs TESTIGO	8.90E+01	1	8.90E+01	5.47E+00 ns
Error	195.26	12	16.27	
Total	1743.89	20		
CV%				14.28

El análisis de varianza para tamaño de la inflorescencia, indica que existe diferencias significativa para el factor tratamientos y deferencias no significativas para los otros parámetros, esto se debe a que los bioestimuladores son compuestos orgánicos que regulan algunos procesos del crecimiento y desarrollo en las plantas (Rojas, 1992), la media para la variedad Valentina es 35.24 ± 2.6 y Nezhenska 18.93 ± 3.9 , con un coeficiente de variación de 14,28% (cuadro 25).

Cuadro 26. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable tamaño de la inflorescencia (cm) a los 105 días.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGOS
T1	16.63	A
T3	19.6	A
T2	20.57	A
T7	30.1	B
T6	35.13	B
T4	36.03	B
T5	36.53	B

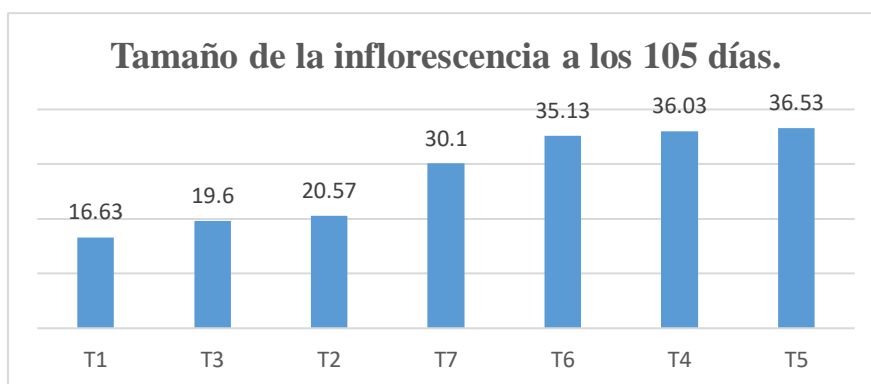


Figura 6. Tamaño de inflorescencia (cm) a los 105 días en base a los tratamientos.

Al analizar las medias según Tukey al 5% para el tamaño de inflorescencia a los 105 días (cuadro 26, figura 6) mostró dos rangos de significación, el rango “A” para los tratamientos T1, T3, T2 y el rango “B” para los tratamientos T7, T6, T4, T5, sin embargo los mejores resultados se evidenció en el T2 y el T5. El de mayor tamaño fue el T5 (variedad Valentina + Seaweed Extract) con 36.53 ± 2.6 cm, mientras que para el T2 (variedad Nezhenka + Seaweed Extract) 20.57 ± 9.1 cm. De los resultados antes expuestos se evidencia que el bioestimulante que mejor acción tiene en el

crecimiento de la inflorescencia es el Seaweed Extract. Esto se debe a la acción positiva que tiene este bioestimulador, debido a que contiene algas marinas de Noruega, además posee más de 60 nutrientes, citoquininas, gibberelinas y auxinas que estimulan el crecimiento (Ecuacuímica, 2015).

3.1.6 Rendimiento de la biomasa (kg/m²)

Cuadro 27. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa a los 105 días del cultivo de amaranto.

F.V.	SC	GI	CM	F
Modelo	35795.58	8	4474.45	1.79
TRATAMIENTOS	22767.79	6	3794.63	1.50 *
A	3.33E+03	1	3.33E+03	1.19 ns
B	3.77E+03	2	1.89E +03	0.67ns
A*B	9.74E+02	2	4.87E+02	0.17 ns
FAC vs TESTIGO	1.47E+04	1	1.47E+04	5.79E+00 ns
Error	30442.86	12	2536.91	
Total	66238.44	20		
C.V.%		20.8		

El análisis de varianza para la variable rendimiento de biomasa (cuadro 27), indica valores significativos entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 20.8% (cuadro 27) y las medias para las variedades Valentina 257.99 y Nezhenka 217.78. El rendimiento de biomasa es uno de los indicadores más importantes si se trata de evaluar la productividad de las variedades.

Cuadro 28. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento de la biomasa a los 105 días del cultivo de amaranto.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	MEDIAS
T1	199.74	A
T3	226.42	A
T2	227.19	A
T7	228.28	A
T6	234.99	A
T4	271.73	A
T5	296.97	A

La prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento por planta, (Cuadro 28) establece un solo rango de significación “A”, sin embargo existe una diferencia de los tratamientos T5, T4, T6, T7, T2. El tratamiento de mayor rendimiento en relación a todos los tratamientos en estudio fue el T5 con 296.97gr (variedad Valentina), sin embargo para la variedad Nezhenska fue el T2 con 227.19gr. De estos resultados se puede deducir que la aplicación de bioestimulante Seaweed Extract influyó de alguna manera en la acumulación de biomasa en el amaranto, debido a que contiene algas marinas de Noruega, 60 nutrientes, citoquininas, giberelinas y auxinas que estimulan el crecimiento (Ecuaquímica, 2015). Además el efecto positivo de los bioestimuladores fue descrito en el Manual de Cultivos (INIAP. 1997) “El efecto de los bioestimuladores al aplicar a las hortalizas estimulan la formación de tejidos y a la vez ayudan en el funcionamiento de los órganos de la planta”.

3.1.7 Determinación del tratamiento más rentable

Cuadro 29. Análisis económico en una hectárea

	UNIDAD	CANTIDAD	V/U	V/T
Insumos				
Basfoliar algae	Lt	2	10	20
Seaweed extract	Lt	2	3.50	7
Basfoliar Aktiv	Lt	2	12	24
Semilla	Kg	6	8.33	49.98
SUBTOTAL:				100.98
Análisis de laboratorio				
Análisis de suelo	Un	2	30	60
Análisis bromatológico	Un	2	58	116
Subtotal				176
PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Arada.	horas/ tractor	4	20	80
Rastrada.	horas/ tractor	4	20	80
SUBTOTAL:				160
MANO DE OBRA				
Implementación.	Jornal	15	15	225
Siembra.	Jornal	15	15	225
Labores culturales	Jornal	15	15	225
Riego	Jornal	15	15	225
Deshierba	Jornal	15	15	225

aporques				
Cosecha	Jornal	15	15	225
SUBTOTAL:				1350
MATERIALES				
Balanza.	Unidad	1	30	30
Botas de caucho.	Unidad	15	15	225
Hoz.	Unidad	15	1.5	21
Piola.	Unidad	1	10000m	25
Inversión invernadero		1ha	10000m	8.200
SUBTOTAL:				8501
TOTAL:				10287.48

En el (cuadro 29) se detalla los valores de los costos fijos como: insumos, materiales, costos de construcción de invernadero para una hectárea, entre otros.

En el cuadro 30, el análisis económico muestra que en el primer año para todos los tratamientos existe un costo beneficio positivo, el de menor fue el tratamiento (B1A1) 1013 con mientras el mayor 8199.5 con la utilización de Seaweed Extract, sin embargo, tomando en cuenta que el período vegetativo en las variedades en estudio fueron de 105 días hasta la cosecha de semillas en condiciones controlas, se podrá proyectar 2 o 3 cosechas al año, lo que significa que a partir del primer año tendremos rentabilidad con la producción de biomasa de amaranto en condiciones controladas.

Cuadro 30. Análisis Económico

Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales, según (Perrin et al, 1976), del ensayo efecto de los bioestimuladores de crecimiento orgánicos en el cultivo de amaranto.

TRATAMIENTOS	Rendimiento medio kg/ha	Rendimiento ajustado (kg/ha) 10%	Beneficio Bruto de campo (\$/ha)	Costo de infraestructura a invernadero (\$/ha)	Costo del Bioestimulante + semilla (\$/ha)	Costo Mano de Obra (\$/ha)	Costo de materiales equipos (\$/ha)	Costo análisis de suelo y bromatológico	Total Costos que Varían	Beneficios Netos (\$/ha)
T1	5540	5540.0	11080.0	8200	30	1350	311	176	10067	1013
T2	6840	6840.0	13680.0	8200	23.5	1350	311	176	10060.5	3619.5
T3	6530	6530.0	13060.0	8200	32	1350	311	176	10069	3611
T4	9000	9000.0	18000.0	8200	30	1350	311	176	10067	7933
T5	9130	9130.0	18260.0	8200	23.5	1350	311	176	10060.5	8199.5
T6	8790	8790.0	17580.0	8200	32	1350	311	176	10069	7511
T7	8000	8000.0	16000.0	8200	20	1350	311	176	10057	5943

CONCLUSIONES

- a. El bioestimulante que mejores resultados arrojó fue el *Seaweed Extract* en la acumulación de biomasa en las variedades Valentina (*Amaranthus tricolor*) y Nezhenka (*Amaranthus Hybridus*), el cual mostró un efecto estimulante para esta variable, de los resultados el tratamiento de mayor rendimiento para la variedad Nezhenka fue el (T2) con 227.19gr, para la variedad Valentina el mejor tratamiento se evidenció en (T5) con 296.97gr y el de menor T7 con 228.28 g.

- b. Las variedades Valentina (*Amaranthus tricolor*) y Nezhenka (*Amaranthus Hybridus*) en condiciones controladas se adaptaron y acortaron su período vegetativo en relación a datos obtenidos en investigaciones de campo abierto, además se pudo distinguir que la variedad Nezhenka (*Amaranthus Hybridus*) posee hojas más suaves, por lo que puede ser utilizada como vegetal, mientras que la variedad Valentina (*Amaranthus tricolor*) posee hojas más duras, sin embargo por su alto contenido de sustancias biológicamente activas puede ser utilizada para la industrialización y obtención de subproductos. En la interacción de A*B se pudo evidenciar que el mejor tratamiento fue el T5 el cual obtuvo mayor acumulación de biomasa.

- c. Según el análisis económico, se evidenció que el mejor tratamiento fue T5 (variedad Valentina con *Seaweed Extract*) con un beneficio bruto de campo de \$18260, mientras que el menor fue T1 (variedad Nezhenka con *Basfoliar Algae*) con un beneficio bruto de campo de \$11080.

RECOMENDACIONES

Aplicar el bioestimulante *Seaweed Extract* en las dosis recomendadas según los protocolos, para aumentar la cantidad de biomasa y la respuesta metabólica de las plantas de amaranto (*Amaranthus* L).

Utilizar la variedad Valentina (*Amaranthus tricolor*) para la obtención de subproductos y la variedad Nezhenska (*Amaranthus Hybridus*) para el consumo como vegetal.

Producir amaranto en condiciones controladas debido a su alto rendimiento, plasticidad y rentabilidad.

Realizar estudios sobre genética del amaranto, con la finalidad de entender el alto grado de plasticidad que tiene este cultivo.

GLOSARIO

Amaranto: Planta herbácea de tallo grueso, verde y ramoso, hojas alternas, de forma aovada, flores purpúreas, dispuestas en espigas densas colgantes alrededor de otra más larga y fruto con muchas semillas negras y brillantes.

Antesis: Es el periodo de florecencia o floración de las plantas con flores; estrictamente, es el tiempo de expansión de una flor hasta que está completamente desarrollada y en estado funcional, durante el cual ocurre el proceso de polinización.

Bioestimulantes: es un término utilizado para describir sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento de las plantas y su desarrollo.

Fotosintético: Son organismos autótrofos (plantas) capaz de realizar fotosíntesis. Son capaces de transformar la energía luminosa en energía química.

Mildiu: Conjunto de enfermedades de las plantas producidas por un hongo microscópico que ataca a los órganos verdes, como las hojas, el tallo o los frutos.

Ontogenia: Formación y desarrollo individual de un organismo, referido en especial al periodo embrionario.

Panoja: Inflorescencia compuesta formada por un racimo cuyos ejes laterales se ramifican de nuevo en forma de racimo o a veces de espiga.

Raíz pivotante: Raíz formada por un eje preponderante del cual arrancan las raíces de segundo orden.

BIBLIOGRAFÍA

Agropecuarias, I. N. (1994). Primera variedad mejorada de amaranto para la Sierra Ecuatoriana. Quito: INIAP.

Alcocer, C. (2003). Evaluación de cuatro bioestimuladores foliares como complemento a la fertilización en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L). Tabacundo Pichincha. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Arrellano, M. (2004). Estudio Comparativo de hojas de *Beta vulgaris* con *Amaranthus dubius*. Revista Internacional de Botánica Experimental.

Becker, R. (1984). Amaranto: Su morfología, composición y usos como alimento y forraje. Guatemala.

Blunden, & Wildgoose. (1977). The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields. Food Agric.

Bressani, R. (2012). El Amaranto y su Potencial en la Industria Alimentaria. Universidad del Valle Guatemala: Mercadeo.

Brian, & Wildgoose. (1973). Cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract.

Brunner, B. (2015). proyecto de agricultura orgánica. Puerto Rico: Estación Experimental Agrícola de Lajas.

Cadahia C. (2000). Fertilización cultivos hortícolas y ornamentales. España: Mundi prensa.

Compo. (2010). (COMPOEXPERT) Recuperado el mayo 21, 2015, de http://p112117.typo3server.info/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/Ba_sfoliar_Algae_2010.pdf

- Cordero, F. (2000). El cultivo de tomate de riñon Cultivos Controlados, Ecuador.
- DeMason, C. (2001). Stem morphology and anatomy in *Amaranthus* L. (Amaranthaceae). *J. Torrey Bot. Soc.*
- Diaz, S. (1999). El amaranto alternativa actual en la dismunicuion de la desnutricion. Delegacion Estatal en Oaxaca: Programa IMS-Solidaridad.
- Diaz, S. (2012). El amaranto: prodigioso alimento para la longevidad y la vida. 8, 50-66.
- Ecuaquimica. (2015). Productos Agricolas. Quito: Edifarm.
- Gins, M., Gins, V., & Torres, C. (2015). Caracterización de las variedades de amaranto de selección de VNISSOK sobre la resistencia a la baja de temperatura y el déficit de humedad. *Hortalizas de Rusia*, 1(26), 36-42.
- Huerga, M. (2014). Mercados y agronegocios, cultivos ancestrales: semillas de amaranto, chia y papa andina. Buenos Aires: FAO-PROSAP.
- Kiwicha. (2008, Junio 05). El pequeño grande que nutre y cura a la vez. Obtenido de <http://peruecologico.com.pe/flokiwicha1.htm>
- Kononkov, P. G. (1998). Amaranto una cultura de perspectiva del siglo XXI. Moscú: Vniissok.
- Larrea , E. (1998). agricultura horizonte. Madrid, España: Mundi prensa.
- Mariasg. (2013). Bioestimuladores . Agrotera.
- Mendizabal , J. (2010). Tecnologia del cultivo de granos andinos (Vol. IX). Granos Andinos.
- Monteros, C. (1994). INIAP ALEGRIA . Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. (Vol. 24). Quito Estacion Experimental Santa Catalina.

Mujica. (1997). El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp.): producción y mejoramiento genético y utilización. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Nieto. (1982). El amaranto. *Revista desde el surco*, 9-14.

Orlando, & Bietti. (2003). *Nutrición vegetal: Insumos para cultivos orgánicos*.

Peralta. (2007). En *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco* (Vol. 69). Quito, Ecuador: Miscelánea.

Peralta. (2009). *Los cultivos andinos en Ecuador*. Quito, Ecuador: Memorias del XII Congreso Internacional de Cultivos Andinos INIAP.

Puno, P. (2002). *Amaranto como un cultivo nuevo en el norte de Europa* (Vol. 52). Perú: *Agronomía Tropical*.

Salta. (2015). *Producción Agrícola de Salta*. Argentina : Enciclopedia online de la provincia de Salta Argentina.

Suárez , P. (2013). *Amaranto: Efectos en la nutrición y la salud*. Tlatemoani, 12.

Sumar. (2008, 05 Junio). *Origen y Botánica de la Especie*. Obtenido de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/cap2.htm#Orig>.

Suquilanda, M. (2011). *La producción de cultivos andinos retoma importancia*. Quito: AGROECUADOR.

Tapia , M., & Fries , M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos* FAO. 93-95.

Tlatemoani. (2013). *AMARANTO: Efectos en la Nutrición y la Salud*. España: *Revista Académica de Investigación Tlatemoani*.

Torres, C. (2013). Evaluacion de variedades de amaranto con la utilizacion, para la obtencion de productos funcionales en base a la biomasa. Moscu: Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos.

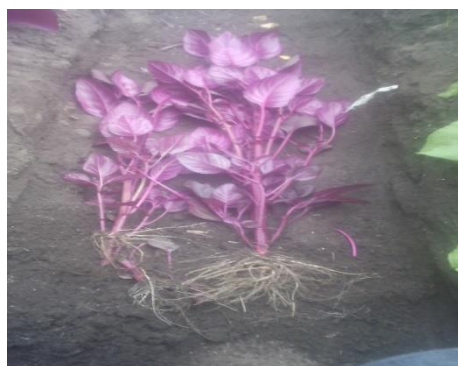
Torres, Carlos. (2015). Evaluación de variedades de amaranto con la utilización de métodos Bioquímicos y Moleculares para la creación de productos funcionales en base a la biomasa (tesis doctoral). Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos. Rusia, 58-79.

Villavicencio, A. (1999). Guia técnica de cultivos. INIAP. Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Longitud de la raíz"

VARIEDAD	Longitud de la raíz, cm±			Barrera de variación cm	
	12-01-16	27-01-16	26-02-16		
Nezhenka (V1A1)	2.8 ± 0.2	5 ± 0.6	21.2 ± 2.2	21.2	2.8
Nezhenka (V1A2)	2.8 ± 0.2	4.8 ± 0.5	21.6 ± 4.6	21.6	2.8
Nezhenka (V1A3)	2.8 ± 0.3	5 ± 0.1	24 ± 2	24	2.8
Valentina (V2A1)	2.7 ± 0.2	5 ± 0.2	24.4 ± 4.4	24.4	2.7
Valentina (V2A2)	2.8 ± 0.2	4.9 ± 0.2	23.2 ± 2.2	23.2	2.8
Valentina (V2A3)	2.8 ± 0.4	5.2 ± 0.4	24 ± 6.5	24	2.8
To	2.9 ± 0.1	5.1 ± 0.2	20.7 ± 1.7	20.7	2.9



Anexo 2. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Longitud del tallo"

VARIEDAD	Longitud del tallo, cm±							Barrera de variación cm	
	12-01-16	27-01-16	11-02-16	26-02-16	12-03-16	27-03-16	11-04-16		
Nezhenka (V1A1)	1.6 ± 0.3	3.7 ± 0.1	16 ± 2.6	27.1±5.2	44.6± 3.3	70.7 ± 9.5	81.3±7.5	81.3	1.6
Nezhenka (V1A2)	1.7 ± 0.2	4.9 ± 0.8	17.3 ± 2.2	29.5±4.3	47.7± 5.2	73.8±22.1	82.4 ±9	82.4	1.7
Nezhenka (V1A3)	1.6 ± 0.3	3.6 ± 0.9	16.3 ± 1.4	30 ± 2.7	48.3± 4.5	71.8±16.7	82.5±11.9	82.5	1.6
Valentina (V2A1)	1.6 ± 0.4	5.3 ± 1	44.8 ± 7.8	65 ± 10.5	75.1± 4.2	75.6±13.3	84.1±9.3	84.1	1.6
Valentina (V2A2)	1.6 ± 0.3	3.7 ± 1	42.8 ± 4.8	67 ± 6.6	4.1 ± 9.8	75 ± 10.3	82.9 ± 5.1	82.9	1.6
Valentina (V2A3)	1.6 ± 0.3	4.7 ± 1	41 ± 4.8	63 ± 10	75.6± 4.9	78.1±12.7	85.3 ± 13.6	85.3	1.6
To	1.6 ± 0.2	3.8 ± 0.5	35.3 ± 1.2	43.2±2.5	60.1± 3.6	72.9 ± 15	81 ± 12	81	1.6



Anexo 3. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Tamaño de la inflorescencia (cm)"

VARIEDAD						Barrera de variación cm	
	11-02-16	26-02-16	12-03-16	27-03-16	11-04-16		
Nezhenka (V1A1)	2.1 ± 0.1	6.2 ± 2.2	9.7 ± 2.1	14.9 ± 4	16.4 ± 2.4	16.4	2.1
Nezhenka (V1A2)	2.5 ± 0.6	7.1 ± 2.3	11.7 ± 1.6	18.4 ± 6.3	23 ± 9.1	23	2.5
Nezhenka (V1A3)	2.5 ± 0.7	5.6 ± 2.1	10.1 ± 4.6	9.7 ± 1.5	18.5 ± 3.9	18.5	2.5
Valentina (V2A1)	4.3 ± 1	14.5 ± 4.4	26.6 ± 1.3	35.3 ± 0.2	37.8 ± 3.4	37.8	4.3
Valentina (V2A2)	4.4 ± 1.9	14.1 ± 4.3	28 ± 1.7	34.4 ± 1.8	38.1 ± 2.6	38.1	4.4
Valentina (V2A3)	4.1 ± 1.6	14.6 ± 4.7	24.9 ± 3.7	25.2 ± 2.7	37.5 ± 1.2	37.5	4.1
To	5.7 ± 0.6	11.8 ± 4.5	19.8 ± 4.1	24.3 ± 5.6	32.1 ± 1	32.1	5.7



Anexo 4. Indicadores Biométricos 2015-2016 "Cantidad de hoja/planta"

VARIEDAD	"Cantidad de hoja/planta"							Barrera de variación	
	12-01-16	27-01-16	11-02-16	26-02-16	12-03-16	27-03-16	11-04-16		
Nezhenka (V1A1)	5 ± 2	8 ± 3	39 ± 16	84 ± 22	178 ± 29	257 ± 51	653 ± 42	695	5
Nezhenka (V1A2)	5 ± 2	8 ± 2	36 ± 4	90 ± 13	190 ± 23	304 ± 15	768 ± 51	741	5
Nezhenka (V1A3)	4 ± 3	8 ± 3	39 ± 6	92 ± 20	206 ± 20	280 ± 24	620 ± 58	678	5
Valentina (V2A1)	5 ± 2	8 ± 3	55 ± 10	130 ± 26	209 ± 11	274 ± 7	397 ± 8	378	5
Valentina (V2A2)	6 ± 1	9 ± 3	59 ± 16	139 ± 49	232 ± 19	284 ± 14	402 ± 11	383	5
Valentina (V2A3)	5 ± 2	8 ± 3	48 ± 11	120 ± 19	191 ± 10	255 ± 23	383 ± 12	375	5
To	4 ± 3	8 ± 3	45 ± 13	113 ± 26	169 ± 5	230 ± 14	332 ± 42	290	4



Anexo 6. Peso de la hoja (gramos) “2015-2016”

VARIEDAD	"Peso de la hoja ", gr±		
	HOJA NATURAL	DESHIDRATA DO	PESO HOJA DESHIDRATADA - TRITURADA
Nezhenka (V1A1)	188.45	20.38	17
Nezhenka (V1A2)	234.97	37.41	25
Nezhenka (V1A3)	235.05	17.97	11
Valentina (V2A1)	282.91	21.07	17
Valentina (V2A2)	250.4	18.2	12
Valentina (V2A3)	285.58	14.23	9
To	281.17	41.27	34

Anexo 7. Análisis de suelo

Anexo 8. Análisis bromatológico de biomasa de amaranto