



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**

**NATURALES**

**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN LA ACUMULACIÓN DE VITAMINA C Y EN LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, DE TRES ESPECIES DE AMARANTO DE GRANO BLANCO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Jorge Sebastián Jaramillo Martínez

Tutor:

Ing. M.Sc. Carlos Torres Miño. PhD

Latacunga – Ecuador

Octubre - Febrero 2020

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**Jaramillo Martínez Jorge Sebastián**, con C.C. 172388265-8, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN LA ACUMULACIÓN DE VITAMINA C Y EN LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, DE TRES ESPECIES DE AMARANTO DE GRANO BLANCO” periodo 2019 – 2020**, siendo el Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....  
**Jaramillo Martínez Jorge Sebastián**

CC. 172388265-8



.....  
**Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD**

CC. 050232923-8

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Jaramillo Martínez Jorge Sebastián, identificada/o con C.C. N° 172388265-8, de estado civil **soltero** y con domicilio en Quito a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN LA ACUMULACIÓN DE VITAMINA C Y EN LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, DE TRES ESPECIES DE AMARANTO DE GRANO BLANCO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- **Abril 2015-Agosto 2015 - Octubre 2019-Marzo 2020**

Aprobación CD.- **15 de Noviembre del 2019**

Tutor.- **Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD.**

Tema: **“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN LA ACUMULACIÓN DE VITAMINA C Y EN LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, DE TRES ESPECIES DE AMARANTO DE GRANO BLANCO”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.-** **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** en todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la ley de propiedad intelectual, código civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de Febrero del 2020.



.....  
Jorge Sebastián Jaramillo Martínez

**EL CEDENTE**



.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Latacunga, 07 de Febrero del 2020

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“Influencia De La Aplicación De Dos Bioestimulantes En La Acumulación De Vitamina C Y En Los Parámetros Biométricos, De Tres Especies De Amaranto De Grano Blanco”**, de Jorge Sebastián Jaramillo Martínez, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.



Firma del Tutor

**Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD**

**CC. 050232923-8**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Latacunga, 07 de Febrero del 2020

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“Influencia De La Aplicación De Dos Bioestimulantes En La Acumulación De Vitamina C y En Los Parámetros Biométricos, De Tres Especies De Amaranto De Grano Blanco”**, de Jorge Sebastián Jaramillo Martínez, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.



Firma del Tutor

**Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD**

**CC. 050232923-8**

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Latacunga, 07 de Febrero del 2020

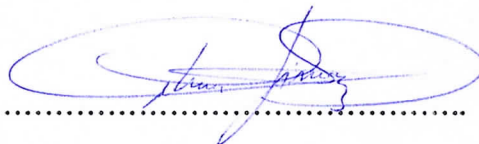
En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“Influencia de la aplicación de dos bioestimulantes en la acumulación de vitamina c y en los parámetros biométricos, de tres especies de amaranto de grano blanco”, de Jorge Sebastián Jaramillo Martínez, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Para constancia firman:



.....  
**Lector 1 (Presidenta)**  
**Ing. Karina Marín. Mg**  
CC: 050267293-4



.....  
**Lector 2**  
**Ing. Santiago Jiménez. Mg.**  
CC: 050194626-3



.....  
**Lector 3 (Secretario/a)**  
**Ing. David Carrera. Mg.**  
CC: 050266318-0



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y mi apoyo incondicional en los momentos más difíciles. A mi Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto las puertas para poder lograr mis objetivos académicos y profesionales.

Agradezco a mi Tutor de tesis PhD. Carlos Javier Torres Miño, por sus esfuerzos y dedicaciones, quien con su conocimiento, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en mí, que pueda terminar mis estudios con éxito. A todos mis docentes que a lo largo de toda mi carrera supieron encaminarme con sus enseñanzas, paciencia y conocimientos. A mis compañeros de sexto Agronomía quienes fueron parte fundamental en este proyecto de investigación.

Quiero también agradecer a Nataly Moya que con su paciencia y tenacidad me inspiró a culminar este proyecto de investigación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de todo este proyecto académico.

**Jorge Sebastian Jaramillo Martínez**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de investigación a mis padres y hermanas que han sido el pilar fundamental en mi vida, con sus enseñanzas, paciencia y sabiduría han formado el hombre que soy ahora.

A mis abuelos paternos Laura María Quintana Barba y José Gabriel Jaramillo Albuja, que siempre están cuidando de mí en todo momento, su legado y su ejemplo es mi motivo para seguir adelante.

También, quiero dedicar este trabajo a toda mi familia en general, especialmente a mis tíos que yo considero como mis padres Carlita Martínez, Iván y Mónica Jaramillo que siempre estuvieron para mí, brindándome su amor y apoyo en todo momento,.

**Jorge Sebastián Jaramillo Martínez**

## RESUMEN

En la presente investigación se planteó determinar la Influencia de la aplicación de dos bioestimulantes, en la acumulación de vitamina C y en los parámetros biométricos, de tres especies de amaranto de grano blanco. La parte experimental se la realizó en el CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Los objetivos específicos de esta investigación fueron: Evaluar los parámetros biométricos (altura, número de hojas, número y longitud de inflorescencia) de tres especies de amaranto "*Amaranthus spp*" con la aplicación de dos bioestimulantes, determinar la especie de amaranto "*Amaranthus spp*" que tiene mayor acumulación de vitamina C en el follaje previo a la maduración fisiológica del cultivo y determinar que especie de amaranto "*Amaranthus spp*", se adaptó de mejor manera a las nuevas condiciones edafoclimáticas. Se realizó un diseño experimental de parcelas divididas, donde el factor A se lo consideró a las tres especies de amaranto: *A. cruentus* (Francia), *A. hybridus*, (Mongolia), *A. s/n* (Argentina). Como factor B los bioestimulantes Alga 600 y Algaenzims, con un total de nueve tratamientos con tres repeticiones, además en el transcurso de todo el período vegetativo, se evaluó cada 15 días los parámetros biométricos obteniendo como resultados finales: días de emergencia, longitud del tallo, cantidad de hojas, diámetro y número de inflorescencias. En lo referente a la germinación se obtuvo un total de plantas por especie *A. cruentus* (Francia) 640 plántulas, *A. hybridus* (Mongolia) 640 plántulas, *A. s/n* (Argentina) 640 plántulas; Todas estas especies germinaron en su totalidad a los 5 días de la siembra. En lo referente a los parámetros biométricos no se identificó diferencias significativas con la aplicación de los bioestimulantes. También se pudo determinar que los bioestimulantes no influyen en la acumulación de la vitamina C, sin embargo la especie *A. cruentus* (Francia) tuvo mayor contenido de vitamina C en sus hojas (133,10 mg) en relación con la especie *A. hybridus* proveniente de Mongolia (105,49mg) y la especie originaria de Argentina (94,62mg). Para la determinación de vitamina C se aplicó la metodología de (Saposhnikov, 1966). La especie de

amaranto que tuvo mayores niveles de adaptabilidad fue la especie proveniente de Argentina con los índices más elevados: altura de tallo (110,08 cm), número de hojas (454,30) y diámetro de panojas (37,08cm), mientras la especie que no tuvo resultados positivos en la presente investigación fue *A. hybridus* (Mongolia): Altura de tallos (32,22cm); Número de hojas (36,52); Número de panojas (25,71); Diámetro de panojas (16,79).

**Palabras clave:** Amaranto, Vitamina C, Bioestimulantes, Biométricos.

## ABSTRACT

The researcher on this investigation proposed to determine the influence of the application of two biostimulants in the accumulation of vitamin C and biometric parameters of three species of white grain amaranth. The experimental part was carried out at "CEASA" at the Technical University of Cotopaxi. The specific objectives of this research were: To evaluate the biometric parameters (height, number of leaves, number and length of inflorescence) of three species of amaranth "Amaranthus spp" with the application of two biostimulants, To determine the species of amaranth "Amaranthus spp" which has a higher accumulation of vitamin C in the foliage before the physiological maturation of the crop, and To determine which species of amaranth "Amaranthus spp" was better adapted to the new edaphoclimatic conditions. Experimental design of divided plots was carried out, where factor A was considered in the three varieties of amaranth: *A. cruentus* (France), *A. hybridus*, (Mongolia), *A. s / n* (Argentina). As factor B, the biostimulants Alga 600 and Algaenzims with a total of nine treatments with three repetitions; also, during the entire vegetative period, biometric parameters were evaluated every 15 days, obtaining as final results: emergence days, stem length, the number of leaves, diameter, and the number of inflorescences. Regarding germination, a total of plants per species was obtained *A. cruentus* (France) 640 seedlings, *A. hybridus* (Mongolia) 640 seedlings, *A. s/n* (Argentina) 640 seedlings; all of these species completely germinated on the 5th day after planting. Regarding biometric parameters, no significant differences were identified with the application of biostimulants. It was also determined that biostimulants do not influence on the accumulation of vitamin C; however, the species *A. cruentus* (France) had a higher content of vitamin C in its leaves (133.10 mg) concerning the species *A. hybridus* from Mongolia (105.49mg) and the Argentinean species (94.62mg). The methodology of (Saposhnikov, 1966) was applied to determine vitamin C. The species of amaranth that had higher levels of adaptability was the species from Argentina with the highest rates: stem height (110.08 cm), number of leaves (454.30) and diameter of panicles (37.08cm); while the species that did not have positive results in the present investigation was *A. hybridus* (Mongolia): height of stems (32,22cm); number of sheets (36.52); number of panicles (25.71); panicle diameter (16,79).

**Key words:** Amaranth, Vitamin C, Biostimulants, Biometric

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	22
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	23
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	23
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	23
5. OBJETIVOS .....	24
OBJETIVO GENERAL .....	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	25
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	26
7.1. Origen y distribución.....	26
7.2. Taxonomía.....	28
7.3. Valor nutritivo del Amaranto .....	28
7.4. Especies de Amaranto .....	30
7.4.1. <i>Amaranthus hypochondriacus</i> .....	30
7.4.2. <i>Amaranthus caudatus</i> .....	30
7.4.3. <i>Amaranthus cruentus</i> .....	31
7.5. Vitamina C en las plantas.....	31
7.6. Beneficios de la vitamina C .....	33
7.7. Factores Biofísicos relacionados con el cultivo de amaranto .....	33
7.7.1. Luz.....	33
7.7.2. Precipitación.....	33
7.7.3. Suelos .....	34
7.7.4. Altitud .....	34
7.7.5. Temperatura .....	34
7.8. Fenología y desarrollo del cultivo.....	34
7.8.1. Emergencia.....	34

7.8.2. Fase de crecimiento de la raíz .....	34
7.8.3. Fase vegetativa .....	34
7.8.4. Fase reproductiva .....	35
7.8.5. Llenado de granos .....	35
7.8.6. Madurez fisiológica.....	35
7.9. Bioestimulantes .....	36
7.9.1. ALGA 600.....	36
7.9.2. Dosis.....	36
7.9.3. ALGAENZIMS .....	37
7.9.4. Funciones fisiológicas.....	37
7.9.5. Dosis.....	37
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	38
Hipótesis positiva: .....	38
Hipótesis nula: .....	38
9. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
9.1. Descripción de la unidad experimental .....	39
9.2. Factores en estudio.....	40
9.3. Tratamientos.....	40
9.4. Características del sitio experimental.....	40
9.4.1. Ubicación del Ensayo.....	40



9.4.2. Condiciones ambientales.....	41
9.4.3. Condiciones del Suelo.....	41
9.5. Diseño experimental.....	41
9.6. Variables a evaluar.....	41
9.6.1. Días de emergencia.....	41
9.6.2. Longitud del tallo.....	42
9.6.3. Cantidad de hojas.....	42
9.6.4. Cantidad de Inflorescencias.....	42
9.6.5. Tamaño de la inflorescencia.....	42
9.6.6. Determinación de vitamina C.....	42
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	43
10.1. Variables a evaluar.....	43
10.1.2 Días de emergencia.....	43
10.1.3. Altura de tallo.....	44
10.1.3. Número de hojas.....	46
10.1.4. Número de inflorescencias.....	47
10.1.5. Tamaño de la inflorescencia.....	49
10.1.6. Vitamina C.....	50
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	52
12. PRESUPUESTO.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades que responden al primer objetivo .....	25
<b>Tabla 2</b> Actividades que responden al segundo objetivo .....	26
<b>Tabla 3</b> Actividades que responden al tercer objetivo .....	26
<b>Tabla 4 Taxonomía amaranto</b> .....	28
<b>Tabla 5</b> Composición de las hojas del amaranto (nutrientes seleccionados en 100 g).....	29
<b>Tabla 6</b> Composición nutricional en hojas de amaranto, espinaca y acelga en 100g .....	30
<b>Tabla 7</b> Contenido nutricional del bioestimulante Alga 600.....	37
<b>Tabla 8</b> Contenido nutricional Algaenzims.....	38
<b>Tabla 9</b> Croquis del diseño en campo .....	39
<b>Tabla 10</b> Descripción del diseño experimental .....	39
<i>Tabla 11</i> <i>Tratamientos considerando los factores en estudio</i> .....	40
<b>Tabla 12</b> Diseño experimental.....	41
<b>Tabla 13</b> Guía para evaluar días de emergencia.....	41
<b>Tabla 14</b> Porcentaje de germinación de las tres variedades de grano blanco .....	43
<b>Tabla 15</b> Análisis de varianza para la altura de tallo a los 180 días de cultivo de amaranto .....	44
<b>Tabla 16</b> Prueba de Tukey al 5% para las especies de amaranto en la variable longitud del tallo a los 180 días de cultivo.....	44
<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza para el número de hojas a los 150 días de cultivo de amaranto....	46
<b>Tabla 18</b> Prueba Tukey al 5% para las especies de amaranto en la variable número de hojas a los 150 días de cultivo. ....	46
<b>Tabla 19</b> Análisis de varianza para el número de inflorescencias a los 180 días de cultivo.....	47
<b>Tabla 20</b> Prueba Tukey al 5% de la variable número de inflorescencias a los 180 días.....	48

<b>Tabla 21</b> Análisis de varianza para el tamaño de la inflorescencia a los 180 días del cultivo de amaranto.....	49
<b>Tabla 22</b> Prueba Tukey al 5% para tamaño de la panoja a los 180 días de cultivo. ....	49
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza para la acumulación de vitamina C en las hojas de amaranto a los 180 días del cultivo. ....	50
<b>Tabla 24</b> Prueba de Tukey al 5% de la variable acumulación de vitamina C a los 180 días de cultivo.....	51
<b>Tabla 25</b> Presupuesto del proyecto.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Longitud del tallo a los 180 días.....	45
<b>Figura 2</b> Número de hojas a los 150 días.....	47
<b>Figura 3</b> Número de inflorescencia a los 180 días.....	48
<b>Figura 5</b> Variedad que mayor contenido de vitamina C tiene en sus hojas .....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Construcción de invernadero.....	60
<b>Anexo 2</b> Invernadero.....	60
<b>Anexo 3</b> Desinfección de bandejas .....	60
<b>Anexo 4</b> Desinfección de suelo.....	60
<b>Anexo 5</b> Proceso de siembra de especies de amaranto .....	60
<b>Anexo 6</b> Siembra de especies de amaranto.....	60
<b>Anexo 7</b> Germinación de especies de amaranto .....	60
<b>Anexo 8</b> Especies de amaranto a los 5 días .....	61
<b>Anexo 9</b> Especie de amaranto a los 15 días.....	61
<b>Anexo 10</b> Especies de amaranto a los 30 días .....	61
<b>Anexo 11</b> Preparación del terreno.....	61
<b>Anexo 12</b> Elaboración del diseño experimental en campo .....	61
<b>Anexo 13</b> Trasplante de especies de amaranto .....	61
<b>Anexo 14</b> Primer día de trasplante.....	61
<b>Anexo 15</b> Preparación de dosis de Alga 600 .....	62
<b>Anexo 16</b> Preparación de dosis de Algaenzims.....	62
<b>Anexo 17</b> Preparación de bomba para aplicación de Bioestimulantes .....	62
<b>Anexo 18</b> Aplicación de Bioestimulantes.....	62
<b>Anexo 19</b> recolección de datos de longitud de tallo .....	62
<b>Anexo 20</b> Recolección de datos de número de hojas.....	62
<b>Anexo 21</b> Recolección de datos de numero de panojas y longitud de panoja .....	63
<b>Anexo 22</b> Especies de amaranto a los 60 días .....	63

<b>Anexo 23</b> Especies de amaranto a los 90 días .....	63
<b>Anexo 24</b> Especies de amaranto a los 120 días .....	63
<b>Anexo 25</b> <i>Amaranthus cruentus</i> .....	63
<b>Anexo 26</b> <i>Amaranthus hybridus</i> .....	63
<b>Anexo 27</b> <i>Amaranthus</i> s/n Argentina.....	63
<b>Anexo 28</b> Extracción de vitamina C .....	64

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto**

Influencia de la aplicación de dos bioestimulantes en la acumulación de vitamina C y en los parámetros biométricos, de tres especies de amaranto de grano blanco

### **Lugar de ejecución.**

Salache, Latacunga, Cotopaxi, Zona 3

### **Institución, unidad académica y carrera que auspicia**

Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Nombres de equipo de investigadores**

Ing. Msc. Carlos Torres Miño. PhD

Ing. Msc. Karina Paola Marín Quevedo

Ing. Msc. Cristian Santiago Jiménez Jácome

Ing. David Santiago Carrera Molina. Mg

Sr. Jorge Sebastián Jaramillo Martínez

### **Área de Conocimiento.**

Agricultura.

### **Línea de investigación:**

Análisis conservación y aprovechamiento de la biodiversidad. La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural (Universidad Técnica de Cotopaxi, 2020).

### **Sub línea de investigación de la Carrera:**

Mejora Genética Vegetal

### **Línea de Vinculación:**

Gestión de recursos naturales biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El amaranto *Amaranthus sp* 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)

Su adaptabilidad a condiciones extremas hace que el cultivo de amaranto sea una opción para el agricultor y no solo se use el grano para la comercialización, además se utiliza las hojas que tienen altos contenidos de vitamina C a comparación de otros cultivos como la acelga y la espinaca.

En esta investigación se seleccionó tres especies de amaranto con grano blanco, originarias de Francia, Argentina y Mongolia, se pretende mediante procesos de mejoramiento genético, obtener nuevas variedades que puedan ser liberadas para que los agricultores las cultiven. Así mismo, como institución aportar al germoplasma UTC y nacional.

Por lo tanto, en esta investigación se evaluó la posible incidencia de dos bioestimulantes para mejorar la producción y calidad de las cosechas, poseen hormonas naturales que regulan el crecimiento y desarrollo, estos productos no nutricionales reducen el uso de fertilizantes y producen resistencia a los factores abióticos que producen stress en la planta. (Lara, 2009). También aportan elementos esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Con esta investigación se beneficiarán los estudiantes de la carrera de Agronomía, quienes realizan continuamente su trabajo práctico dentro del proyecto institucional. Así mismo, se beneficiarán los agricultores que quieren emprender con la producción de un nuevo cultivo con perspectivas de futuro.

## **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Según (Bressani, 2012), el amaranto fue un importante alimento ancestral de 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, haciendo que ahora en la actualidad exista alrededor de 50 ha de Amaranto sembradas en el Ecuador. (MAGAP, 2014)

En Ecuador, el amaranto es un cultivo que no es producido a gran escala y en algunos casos los agricultores o las personas lo desconocen, existe una variabilidad genética importante, desde,



plantas ornamentales hasta algunas especies que son consideradas como plantas adventicias. En los andes ecuatorianos se puede encontrar el ataco o sangorache, especie *A. Quitensis*, así mismo, existen especies silvestres como *A. blitum*, *A. hybridus*, el nombre vulgar de estas son bledos, consideradas como malezas, también podemos encontrar la especie INIAP Alegría *A. caudatus l.* que es una especie de grano blanco, es la única especie liberada para la producción agrícola en el Ecuador, mientras que en la costa ecuatoriana, se ha podido identificar la presencia de *A. dubius*, la cual es considerada como planta adventicia. (Nieto, 1989)

El desconocimiento de las propiedades nutricionales del amaranto no lo ha posicionado como un cultivo de importancia económica en Ecuador, la deficiencia en investigación en el cultivo hace que los agricultores no dediquen hectáreas a la producción al cultivo de amaranto.

Así mismo, existe el problema sobre el mal uso de agroquímicos en el Ecuador, situación que es preocupante debido a que el 82.66 % de la población de agricultores no tiene capacitación técnica para el buen manejo de agroquímicos, por lo que el índice de contaminación es elevado (INEC, 2016).

Por otro lado, las importaciones de agroquímicos han aumentado notablemente desde el 2002, el Nitrógeno, Fósforo y Potasio han incrementado su uso en: 169155,08, 46145,47 y 23760,85 toneladas respectivamente hasta el año 2017 (FAO, 2017).

Debido a esto, parte la necesidad de disminuir el uso excesivo e indebido de los agroquímicos en los diferentes cultivos, por lo que se trata de investigar y desarrollar nuevas alternativas fiables y sostenibles, que den solución a los problemas del agro (Lara, 2009).

Así mismo, existe otra problemática que influye en la salud de las personas y es el déficit de vitamina C, según la (FAO, 2002), muchos países de África, Asia y América Latina, consumen menores dosis de esta vitamina que las que son necesarias en una dieta balanceada. Las manifestaciones clínicas que se pueden evidenciar al momento de un posible déficit de vitamina C es: debilidad, sentimiento de cansancio, encías con inflamaciones de leves a severas, hemorragias en la piel, anemia y problemas de cicatrización de las heridas (FAO, 2002).

## **5. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la Influencia de la aplicación de dos bioestimulantes en la acumulación de vitamina C y los parámetros biométricos en tres especies de amaranto "*Amaranthus spp*" de grano blanco.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros biométricos (altura, número de hojas, número de inflorescencias y longitud de inflorescencia) de tres especies de amaranto "*Amaranthus spp*" con la aplicación de dos bioestimulantes.
- Determinar la especie de amaranto "*Amaranthus spp*" que tiene mayor acumulación de vitamina C en el follaje previo a la maduración fisiológica del cultivo.
- Determinar que especie de amaranto "*Amaranthus spp*", se adaptó de mejor manera a las nuevas condiciones edafoclimáticas.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades que responden al primer objetivo

Objetivo 1	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Evaluar los parámetros biométricos de tres variedades de amaranto " <i>Amaranthus spp</i> " con la aplicación de dos bioestimulantes.	Aplicar los bioestimulantes cada 15 días, a partir del día 45 de cultivo. Realizar mediciones de tallo, hojas, inflorescencia cada 15 días.	Datos de la incidencia de los bioestimulantes de las tres variedades de amaranto. Datos de crecimiento y desarrollo del cultivo de las tres variedades de amaranto.	Fotos, cuadros estadísticos, libro de campo.

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

**Tabla 2** Actividades que responden al segundo objetivo

Objetivo 2	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Determinar la especie de amaranto " <i>Amaranthus spp</i> " que tiene mayor acumulación de vitamina C en el follaje previo a la maduración fisiológica del cultivo.	Pruebas de 10g de follaje en laboratorio antes de la madurez fisiológica del cultivo.	Acumulación de vitamina C en las hojas de cada tratamiento.	Fotos, cuadros estadísticos, libro de campo.

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

**Tabla 3** Actividades que responden al tercer objetivo

Objetivo 3	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Determinar que especie de amaranto " <i>Amaranthus spp</i> ", se adaptó de mejor manera a las nuevas condiciones edafoclimáticas.	Comparar los parámetros biométricos entre las variedades.	Especie con mayor acumulación de vitamina C.	Cuadros estadísticos, fotos, libro de campo.

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Origen y distribución

El amaranto, *Amaranthus spp.*, es un cultivo con más de 5.000 años de antigüedad, se constituyó el alimento básico para civilizaciones como Incas, Aztecas y otros grupos precolombianos en toda América. Luego de la conquista pasó a ser un cultivo que ha perdido importancia en el Ecuador, así como otros cultivos andinos antiguos que ya no son cultivados por los agricultores, a partir de la década de los 80 se ha logrado captar un creciente interés de consumo debido a su contenido nutricional tanto en el grano como en las hojas (Puno, 2002).

El amaranto *Amaranthus spp* como cultivo se originó en América. *A. cruentus*, *A. caudatus* y *A. hypochondriacus* son las tres especies más importantes debido a que fueron domesticadas para utilizar su grano. En la actualidad amaranto se encuentra en toda la zona tropical del mundo y en

muchas áreas templadas en donde se consume su grano y también como verdura en países como China y Rusia (Nieto, 1989).

En Ecuador, el amaranto es un cultivo que no es producido a gran escala y en algunos casos los agricultores o las personas lo desconocen, existe una variabilidad genética importante, desde plantas ornamentales hasta algunas especies que son consideradas como plantas adventicias. En los andes ecuatorianos se puede encontrar el ataco o sangorache, especie *A. Quitensis*, así mismo, existen especies silvestres como *A. blitum*, *A. hybridus*, el nombre vulgar de estas son bledos, consideradas como malezas, también podemos encontrar la especie INIAP Alegría *A. caudatus l.* que es una especie de grano blanco, es la única especie liberada para la producción agrícola en el Ecuador, mientras que en la costa ecuatoriana, se ha podido identificar la presencia de *A. dubius*, la cual es considerada como planta adventicia (Nieto, 1989).

En la actualidad, el área dedicada a la producción de amaranto es casi marginal, sólo en el Ecuador se cultivan alrededor de 50 ha según (MAGAP, 2014). Adicionalmente, se conoce que existe en el Cuzco un banco de germoplasma de amaranto, donde se conservan 270 ecotipos recolectados entre 1981 y 1982 en Ecuador, Perú y Bolivia. Este banco cuenta con 800 colecciones de grano, es por eso que esta especie ha podido distribuirse por todo el mundo (Suquilanda, 2011).

## 7.2. Taxonomía

**Tabla 4 Taxonomía amaranto**

Taxonomía del Amaranto	
<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógama
<b>N. científico:</b>	<i>Amaranthus spp.</i>
<b>N. común:</b>	Amaranto, kiwicha, millmi
<b>Tipo:</b>	Embryophyta siphonogama
<b>Subtipo:</b>	Angiosperma
<b>Clase:</b>	<i>Dicotiledoneae</i>
<b>Subclase:</b>	<i>Archyclamidaeae</i>
<b>Orden:</b>	Centropermales
<b>Familia:</b>	<i>Amaranthaceae</i>
<b>Genero:</b>	<i>Amaranthus</i>
<b>Sección:</b>	<i>Amaranthus</i>
<b>Especie:</b>	<i>Caudatus, cruentus e hypochondriacus</i>

Fuente: (Casa, 2017) Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

## 7.3. 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. 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).

**Tabla 5** Composición de las hojas del amaranto (nutrientes seleccionados en 100 g)

<b>Componente</b>	<b>Amaranto</b>
Materia seca (g)	13,1
Energía (cal)	36
Proteína (g)	3,5
Grasa (g)	0,5
Carbohidratos	
	6,5
Total (g)	
	1,3
Fibra (g)	
Cenizas (g)	2,6
Calcio (mg)	267
Fósforo (mg)	67
Hierro (mg)	3,9
Sodio (mg)	---
Potasio (mg)	411
Vitamina A (IU)	6100
Tiamina (mg)	0,08
Riboflavina (mg)	0,16
Niacina (mg)	1,4
Vitamina C (mg)	80

Fuente: (Saunders & Becker, 1984) y (Julio, 2014).

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

**Tabla 6** Composición nutricional en hojas de amaranto, espinaca y acelga en 100g

<b>Componente</b>	<b>Amaranto</b>	<b>Espinaca</b>	<b>Acelga</b>
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), citado por (Julio, 2014).

**Elaborado por:** (Jaramillo, 2019).

## **7.4. Especies de Amaranto**

### **7.4.1. *Amaranthus hypochondriacus***

“Es una importante especie para producción de granos y es originaria de México, ya que aquí se le cultiva desde el tiempo de los Aztecas, actualmente se sigue cultivando y se encuentra ampliamente distribuida en México. Las semillas son de color blanco, dorado, café y negro; las de coloración clara son las que más comúnmente se utilizan para granos” (Espitia, 1991) citado por (Guanoluisa, 2015).

### **7.4.2. *Amaranthus caudatus***

“Es una especie de grano blanco; Es precoz y se adapta mejor que otras especies a bajas temperaturas, es originaria de los Andes americanos y de aquí se distribuyó a otras zonas templadas

y subtropicales. Es una herbácea anual que llega a medir 2m de altura. Las canículas o espigas son extremadamente largas y colgantes, lo que le da su apariencia glomerular característica, su índice de producción de grano es muy importante por lo tanto es la única especie de grano blanco que se cultiva en Ecuador” (Espitia, 1991), citado por Guanoluisa (2015).

#### **7.4.3. Amaranthus cruentus**

“Especie para producción de grano, es originaria de América Central, probablemente de Guatemala y sureste de México, donde se cultiva y se encuentra ampliamente distribuido. Su crecimiento es erecto, mide hasta los 2 m de altura, las espigas pueden ser café, negras, blancas o amarillas, la semilla clara es para producción de grano mientras que las semillas oscuras se utilizan como verdura y como ornato” (Espitia, 1991), citado por Guanoluisa (2015).

#### **7.5. Vitamina C en las plantas**

El ácido ascórbico (AA) es un compuesto antioxidante que induce respuestas relacionadas al c El estrés aumenta el estado de oxidación de la célula, lo cual induce un incremento en la síntesis de antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos para contrarrestar los efectos de dicha oxidación. Los principales antioxidantes enzimáticos son: peroxidasas (POX), catalasa, superóxido dismutasa y glutatión S-transferasa. Los antioxidantes no enzimáticos más importantes son: ácido ascórbico (AA, vitamina C),  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), glutatión y  $\beta$ -carotenos (Scandalios, 2005).

“Se ha encontrado que algunos compuestos relacionados con las respuestas oxidativas y antioxidativas originadas por factores de estrés, como el ácido ascórbico, están involucrados en las respuestas de tolerancia a estrés biótico y abiótico y desarrollo óptimo” (Shen & Yeh, 2010).

El ácido ascórbico está presente en cloroplastos, citosol, vacuolas y espacio apoplástico. El AA es quizás el antioxidante no enzimático más importante en las plantas, que participa en la defensa contra el estrés oxidativo biótico y abiótico por su función en la degradación del  $H_2O_2$  vía el ciclo del glutatión-ascorbato (Smirnoff, 1996).

El AA participa en muchos procesos fisiológicos tales como: fotosíntesis, cofactor enzimático, homeostasis del sistema redox, como precursor en las rutas de síntesis de moléculas del metabolismo primario y secundario (Smirnoff, 1996) y regulador de POX (Sánchez et al. & Yeung, 1997).

Además está involucrado en el crecimiento, desarrollo y modulación del ciclo celular y/o división celular y la elongación celular (Pinto & Gara, 2004). Existen evidencias de que el AA aplicado



exógenamente en algunos cultivos promueve el crecimiento, lo que lleva a un mejor rendimiento (El-Tohamy, 2008).

Este metabolito es uno de los más abundantes en las hojas verdes. En condiciones favorables, representa el 10% del total de carbohidratos solubles (Noctor & Foyer, 1998); (Smirnoff & Wheeler, 2000).

“Se ha descrito una vía específica para la planta de la biosíntesis de vitamina C y parece estar controlada tanto por desencadenantes del desarrollo como por señales ambientales” (Smirnoff & Wheeler, 2000).

“Se ha prestado mucha atención al papel antioxidante de la vitamina C, pero tanto en plantas como en animales, esta vitamina también es importante como cofactor de una gran cantidad de enzimas clave” (Arrigoni & Tullio, 2000). Además, la vitamina C influye en la mitosis y el crecimiento celular en las plantas (Noctor & Foyer, 1998); (Arrigoni & Tullio, 2000); (Smirnoff & Wheeler, 2000). *Ácido ascórbico en plantas: biosíntesis y función.*, 2000).

Según (Kerk & Feldman, 1995) “Los contenidos de vitamina C son más bajos en los tejidos inactivos o en las células inactivas” y aumentan notablemente en condiciones que favorecen el rápido metabolismo y el crecimiento como la luz solar” (Grace & Logan, 1996); (Gillham & Dodge, 1987).

La vitamina C también juega un papel más activo en el contenido de tejido que afecta el desarrollo a través de vías de señalización hormonal y la modulación de las redes de defensa. La baja vitamina C parece promover un crecimiento lento e inclinar el programa de desarrollo a favor de la latencia (Pastori, y otros, 2003).

La regulación positiva constitutiva de las vías asociadas a ABA en *las* hojas, independientemente de los efectos sobre la fotosíntesis, la conductancia estomática o el estrés por sequía, explica por qué la interrupción de la síntesis de vitamina C bloquea a la planta en un programa de crecimiento lento, floración retardada y senescencia acelerada. La participación de ABA en la detención del metabolismo y el crecimiento sugiere que la detección de ascorbato podría ser crucial para las estrategias de supervivencia de las plantas (Pastori, y otros, 2003).

“La vitamina C es esencial en el mecanismo de defensa en las plantas, debido a que se involucra directamente en la síntesis hormonal” (Pastori, y otros, 2003).

## **7.6. Beneficios de la vitamina C**

El ácido L-ascórbico o vitamina C es un donador de electrones que contribuye a la prevención del daño oxidativo. Dicho mecanismo resulta beneficioso en enfermedades humanas tales como la aterosclerosis (a través de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad), la diabetes tipo 2 (a través del estrés oxidativo en la célula beta) y el cáncer (a través del mecanismo de reparación del ADN y daños relacionados con la oxidación del ADN). En adición, el ácido L-ascórbico es esencial para la biosíntesis de colágeno y L-carnitina (importante para la integridad de la membrana durante el embarazo y para la conversión de la dopamina a noradrenalina) (Mauro & Garicano, 2015).

El cuerpo necesita vitamina C para las funciones fisiológicas normales. Le ayuda en la síntesis y el metabolismo de la tirosina, el ácido fólico y el triptófano, la hidroxilación de glicina, prolina, lisina, carnitina y catecolaminas. También aumenta la absorción de hierro en el intestino mediante la reducción del férrico al estado ferroso. Como antioxidante, protege al cuerpo de diversos efectos perjudiciales como los radicales libres, los contaminantes y las toxinas, lo cual supone un papel importante para el sistema inmunitario (Mauro & Garicano, 2015).

La vitamina C, por tanto, se piensa que podría mejorar la función inmune, pero los mecanismos involucrados todavía son oscuros. Las funciones de la vitamina C sobre el sistema inmunitario y las consecuencias producidas por la deficiencia de esta son las siguientes (Mauro & Garicano, 2015).

## **7.7. Factores Biofísicos relacionados con el cultivo de amaranto**

### **7.7.1. Luz**

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

### **7.7.2. Precipitación**

El cultivo de amaranto se desarrolla en áreas que no tienen mucha precipitación, el cultivo necesita alrededor de 200 mm. de agua de lluvia, requiere tanta humedad como el sorgo y la mitad de la requerida por el maíz, aunque el amaranto 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 para poder garantizar la producción de semilla (Salta, 2015).

### **7.7.3. Suelos**

Según (Sumar, Origen y Botánica de la Especie., 2008) el suelo ideal para que el cultivo de amaranto se desarrolle, es aquel que posee una alta variedad de nutrimentos, de textura arenosa con gran contenido de humus. El amaranto tolera suelos alcalinos hasta 8.5 pH, aunque ciertas especies también se adaptan a suelos ácidos.

### **7.7.4. Altitud**

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

### **7.7.5. Temperatura**

“Aunque tolera bajas temperaturas, no soporta las heladas. Se ha encontrado especies que soportan hasta 4°C, como es el caso de *A. caudatus* que es muy tolerable a temperaturas bajas. 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).

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

### **7.8.1. Emergencia**

Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm de largo. Este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas y también puede acortarse el tiempo de emergencia en condiciones de invernadero donde su proceso de germinación es de 3 a 5 días después de la siembra (Mujica A. , 1997).

### **7.8.2. Fase de crecimiento de la raíz**

En esta fase para las especies en estudio, se ha podido determinar un crecimiento significativo de la raíz en el primer mes después de la emergencia y un crecimiento no significativo del tallo (Mujica A. , 1997).

### **7.8.3. Fase vegetativa**

Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidos por lo menos 2 cm de largo. A medida que las hojas basales senescente la cicatriz

dejada en el tallo principal se utiliza para considerar el nudo que corresponda. La planta comienza a ramificarse en estado (Mujica A. , 1997).

#### **7.8.4. Fase reproductiva**

Inicio de panoja:

El ápice de la inflorescencia es visible en el extremo del tallo. Este estado se observa entre 50 y 70 días después de siembra (Mujica A. , 1997).

Panoja:

La panoja tiene al menos 2 cm de largo (Mujica A. , 1997).

Término de panoja:

La panoja tiene al menos 5 cm de largo. Si la antesis ya ha comenzado cuando se ha alcanzado esta etapa, la planta debiera ser clasificada en la etapa siguiente (Mujica A. , 1997).

Antesis:

Al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible. Las flores hermafroditas, son las primeras en abrir y generalmente la antesis comienza desde el punto medio del eje central de la panoja hacia las ramificaciones laterales 9 de esta misma. En esta etapa existe alta sensibilidad a las heladas y al stress hídrico (Carvajal, 2017).

#### **7.8.5. Llenado de granos**

La antesis se ha completado en al menos el 95% del eje central de la panoja (Mujica & Quillahuamán, 1989).

Grano lechoso:

Las semillas al ser presionadas entre los dedos, dejan salir un líquido lechoso (Mujica & Quillahuamán, 1989).

Grano pastoso:

Las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino (Mujica & Quillahuamán, 1989).

#### **7.8.6. Madurez fisiológica**

Un criterio definitivo para determinar madurez fisiológica aún no ha sido establecido; pero el cambio de color de la panoja es el indicador más utilizado. En panojas verdes, éstas cambian de color verde a un color oro y en panojas rojas cambian de color rojo a café-rojizo. Además las

semillas son duras y no es posible enterrarles la uña. En esta estado al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen (Mujica & Quillahuamán, 1989).

### **7.9. Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son derivados de 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)

#### **7.9.1. Alga 600**

Es un extracto muy completo, 100% natural derivado de una combinación perfecta de tres especies de Algas Pardas de origen Marino: *Laminaria sp.*, provee importantes cantidades de polisacáridos; *Ascophyllum nodosum* provee altos contenidos de vitaminas, minerales y aminoácidos recomendado para su uso en suelos; y *Sargassum sp.* Rico en ácido algínico y hormonas (600 ppm), contribuyendo a la regulación bidireccional del sistema complejo nutricional. Leili Alga 600 es muy práctico de usar por los diversos métodos de aplicación en una gran variedad de cultivos (LEILI MARINE BIOINDUSTRY INC).

#### **7.9.2. Dosis**

Fertirrigación (al Suelo): A través del riego por goteo, para hortalizas de ciclo corto aplicar de 0.25 a 0-5 Kg/ha. Para hortalizas de ciclo largo y pequeños frutales intensivos de 0.5 a 1 Kg/ha cada 20 a 35 días durante los periodos críticos de desarrollo y fructificación de la planta. Para granos pequeños de 0.125 a 0.25 Kg/ha a la siembra o primeras hojas del cultivo y a los 30 días después de la emergencia (10 hojas). Para árboles frutales maduros de 1 a 1.5 Kg/ha cada 60 a 90 días. Hidropónico: Aplicar de 0.05 – 0.1 gr/L de agua cada 1 – 2 semanas según el tipo de cultivo. Dip (Inmersión de Raíces): Sumergir la raíz o tubérculos en una disolución de 1:2500-3000. Aspersión Foliar: Aplicar de 200 a 400 gr/100 litros de agua, aplicar de 4 a 5 veces durante las etapas críticas del cultivo en intervalos de 20 días según el ciclo (LEILI MARINE BIOINDUSTRY INC).

**Tabla 7** Contenido nutricional del bioestimulante Alga 600

Contenido	Cantidad
Nitrógeno Amoniacal	1,80%
Fósforo Asimilable	9%
Potasio Soluble	24%
Carbono Orgánico	24%
Extracto de Algas	60%
PH Soluble	8%
Conductividad Eléctrica	1,41 Gr/ml
Densidad	1.27

Fuente: (LEILIMARINE BIOINDUSTRY INC) Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

### 7.9.3. Algaenzims

Es un complejo nutrimental de aplicación al suelo formulado a partir de extractos de algas marinas y plantas desérticas, ricos en promotores de crecimiento naturales (auxinas, Giberalinas, citocininas, ácido salicílico y betamina, entre otros) y además con adiciones de elementos mayores (N, P Y K) (Palau Bioquim, 2008).

### 7.9.4. Funciones fisiológicas

- Mayor rapidez en la brotación vegetativa.
- Más biomasa.
- Fortalece los mecanismos de desarrollo y resistencia de las plantas.
- Aumento en la disponibilidad de nutrientes del suelo a la raíz.
- Favorece el crecimiento y fortalecimiento de las raíces (Palau Bioquim, 2008).

### 7.9.5. Dosis

La dosis recomendada según el fabricante es de dos litros (2000cc) de producto por hectárea 10000m<sup>2</sup>.

**Tabla 8** Contenido nutricional Algaenzims

Composición	% p/v
Materia orgánica	4.150
Proteína	1.140
Fibra Cruda	0.430
Cenizas	0.280
Azucares	0.130
Grasas	0.030
Potasio (K)	1.480
Nitrógeno (N)	1.450
Sodio (Na)	1.366 ppm
Magnesio (Mg)	1320
Fósforo (P)	750
Calcio (Ca)	620
Zinc (Zn)	505
Hierro (Fe)	440
Cobalto (Co)	275
Cobre (Cu)	147
Manganeso (Mn)	72
Silicio (Si)	4
Molibdeno (Mo)	< 0.1
Bario (Ba)	< 0.1
Estaño (Sn)	< 0.1
Talio (Ti)	< 0.1
Níquel (Ni)	< 0.1
Antimonio (Sb)	< 0.1

Fuente: (Palau Bioquim, 2008)

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

## 8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

### Hipótesis positiva:

Los bioestimulantes intervienen positivamente en la acumulación de vitamina C en las hojas y en los parámetros biométricos de tres variedades de amaranto de grano blanco.

### Hipótesis nula:

Los bioestimulantes no intervienen positivamente en la acumulación de vitamina C en las hojas y en los parámetros biométricos de tres variedades de amaranto de grano blanco.

## 9. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó una unidad experimental de forma rectangular de dimensiones 3m x 1m; total 3m<sup>2</sup>, se eliminó los dos bordes y 0.15 m de cada lado obteniéndose una parcela neta de 3m x 0.70 m; total 2.1 m<sup>2</sup>

**Tabla 9** Croquis del diseño en campo

DISEÑO PARCELAS DIVIDIDAS					
REPETICIONES	FRANCIA	MONGOLIA	ARGENTINA	LEYENDA	
R1	A1B2	A2B1	A3B0	A1	<i>A. cruentus</i> (Francia)
				A2	<i>A. hybridus</i> (Mongolia)
	A1B1	A2B0	A3B2	A3	S/N (Argentina)
				B1	Alga 600
	A1B0	A2B2	A3B1	B2	Algaenzims
				B0	Sin Bioestimulante
R2	A1B1	A2B0	A3B2		
	A1B2	A2B2	A3B1		
	A1B0	A2B1	A3B0		
R3	A1B0	A2B2	A3B1		
	A1B1	A2B1	A3B0		
	A1B2	A2B0	A3B2		

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

### 9.1. Descripción de la unidad experimental

**Tabla 10** Descripción del diseño experimental

<b>Forma de la unidad experimental</b>	Rectangular
<b>Área total del ensayo</b>	135m <sup>2</sup>
<b>Área por parcela</b>	1m x 3m
<b>Área de caminos</b>	0.50 m
<b>Numero de parcelas</b>	27
<b>Número de plantas totales del ensayo</b>	972
<b>Distancia entre plantas</b>	0.15 m
<b>Número de plantas por parcela</b>	36
<b>Número de plantas evaluadas en el ensayo</b>	270 plantas

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)



## 9.2. Factores en estudio

Factor A. Variedades Amaranto

A1: *A. cruentus* (Francia)

A2: *A. hybridus* (Mongolia)

A3: Argentina (S/N)

Factor B. bioestimulantes orgánicos

B 1: Alga 600

B 2: Algaenzims

B 3: Sin bioestimulante

## 9.3. Tratamientos

Los tratamientos del presente ensayo resultan de la combinación de las variedades y los bioestimulantes.

*Tabla 11 Tratamientos considerando los factores en estudio*

Nº del Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	<i>A. cruentus</i> (Francia) + Alga 600
T2	A1B2	<i>A. cruentus</i> (Francia) + Algaenzims
T3	A1B0	<i>A. cruentus</i> (Francia)
T4	A2B1	<i>A. hybridus</i> (Mongolia) + Alga 600
T5	A2B2	<i>A. hybridus</i> (Mongolia) + Algaenzims
T6	A2B0	<i>A. hybridus</i> (Mongolia)
T7	A3B1	Argentina (S/N) + Alga 600
T8	A3B2	Argentina (S/N) + Algaenzims
T9	A3B0	Argentina (S/N)

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

## 9.4. Características del sitio experimental

### 9.4.1. Ubicación del Ensayo

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Barrio: Salache la Universidad

Altitud: 2748 (msnm)

Latitud: 00°59'47,68" N

Longitud: 78°37'19,16" E

#### 9.4.2. Condiciones ambientales

Temperatura promedio anual: 14.2 °C

Humedad relativa: 76,6 %

Precipitación promedio anual: 535 mm.

#### 9.4.3. Condiciones del Suelo

Textura: Arenoso

PH: 7,5 Ph

#### 9.5. Diseño experimental

En esta investigación se realizó un diseño experimental de parcelas divididas con 3 tratamientos, 3 especies de amaranto y 3 repeticiones, dándonos un total de 27 unidades experimentales.

Tabla 12 Diseño experimental

Fuente de Variación (F de V)	Grados de libertad	Total
<b>Total</b>	<b>(a.b.r)-1</b>	<b>26</b>
<b>Bloques (repeticiones)</b>	<b>(r - 1)</b>	<b>2</b>
<b>Factor A</b>	<b>(a - 1)</b>	<b>2</b>
<b>Error A</b>	<b>(r - 1) (a-1)</b>	<b>4</b>
<b>Factor B</b>	<b>(b - 1)</b>	<b>2</b>
<b>A x B</b>	<b>(a - 1)*(b - 1)</b>	<b>4</b>
<b>Error B</b>	<b>a*(b- 1)*(r-1)</b>	<b>12</b>

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

#### 9.6. Variables a evaluar

##### 9.6.1. 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.

Tabla 13 Guía para evaluar días de emergencia.

CODIGO	ESCALA	CLASIFICACIÓN
< a 5 días	%	Rápida
> 5 a 10 días	%	Lenta
> 10 días	%	Muy lenta

Fuente: (Torres, 2013)      Elaborado: (Jaramillo, 2019)

### **9.6.2. Longitud del tallo**

Se determinó el desarrollo del tallo de las especies en estudio y la influencia de los bioestimulantes, para esto se realizó la medición cada 15 días a partir de los primeros 30 días después del trasplante de la bandeja de germinación en campo, hasta antes de la madurez fisiológica del cultivo. Los datos fueron tomados de 10 plantas correspondientes a la parcela neta elegidas al azar, con la utilización de un flexómetro y/o regla se midió desde el cuello del tallo hasta el inicio de la inflorescencia del tallo. (Jaramillo, 2019)

### **9.6.3. Cantidad de hojas**

De cada parcela neta se tomó un total de 10 plantas elegidas al azar, en donde se contó la cantidad total de hojas, los datos se tomaron cada 15 días a partir de los primeros 30 días después del trasplante de la bandeja de germinación al campo hasta antes de la madurez fisiológica del cultivo. (Jaramillo, 2019)

### **9.6.4. Cantidad de Inflorescencias**

De cada parcela se contó el número de panojas ya sean axilares o terminales, los datos se tomaron cada 15 días a partir de la floración. (Jaramillo, 2019)

### **9.6.5. Tamaño de la inflorescencia**

De cada parcela neta se detectó la panoja de mayor diámetro de las plantas seleccionadas, mediante un fluxómetro y/o regla, se procedió a tomar la medida. Los datos se recolectan cada 15 días a partir de la floración, hasta antes de la madurez fisiológica del cultivo. (Jaramillo, 2019)

### **9.6.6. Determinación de vitamina C**

Se utilizó la Metodica de la Universidad Estatal de Mordovia según (Saposhnikov, 1966), para la determinación de vitamina C en verduras. El material vegetal se tritura con cuchillas o en un mortero. Se pesa 10 gr de material vegetal y se lleva a un vaso de precipitación, se añade 20ml al 1% de ácido sulfúrico y 80 ml al 1% de ácido oxálico (parte de la solución dejamos para el lavado del homogeneizador). Después se tritura las muestras con el homogeneizador y se traspasa el contenido a otro vaso de precipitación filtrando el contenido. Poner en el frasco de titulación 10 ml de agua destilada y añadir 5ml (con pipeta) de la sustancia homogeneizada obtenida en el anterior paso. En cada vaso de titulación añadir una pequeña cantidad de yoduro de potasio KI y 5-6 gotas al 1% de la solución de almidón. Proceder a la titulación utilizando la solución de yodato de potasio  $\text{KIO}_3$  al 0.001N, hasta que cambie al color azul. Escribir la cantidad de ml de la sustancia titulada (cuántos ml se utilizaron hasta cambiar al color azul la solución). Y calcular el contenido de la

Vitamina C aplicando la fórmula siguiente: (Debido a que en la fórmula todos los valores son constantes, menos el V titulado, entonces el volumen obtenido al momento de la titulación, es decir al momento del cambio de la coloración, se multiplicará por 17,6) (Saposhnikov, 1966).

$$X = \frac{0.088 \times V_x \times T_x \times a \times 100}{V_1 \times N}$$

Dónde X= Contenido de Vitamina C en mg%

T= Titulación KIO<sub>3</sub>

V=Volumen de la solución total = 100ml

V<sub>1</sub>= Volumen de la solución utilizada para la titulación- 5ml

a= Cantidad de KIO<sub>3</sub>, utilizado en la titulación.

N= Peso del vegetal utilizado= 10gr

(Saposhnikov, 1966).

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

### 10.1. Variables a evaluar

#### 10.1.2 Días de emergencia

Para evaluar los días de emergencia de las tres especies de amaranto de grano blanco utilizamos el siguiente cuadro, donde se incluye los valores tomando en cuenta el porcentaje diario de germinación.

**Tabla 14** Porcentaje de germinación de las tres variedades de grano blanco

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 %)
FRANCIA ( <i>A. cruentus</i> )	-	-	30	60	10	✓		
MONGOLIA ( <i>A. hybridus</i> )	-	-	20	80	10	✓		
ARGENTINA ( <i>s/n</i> )	-	-	10	50	40	✓		

Elaborado: (Jaramillo, 2019)

En la (Tabla 14), se puede observar los días de emergencia, para las plantas en estudio, la emergencia completa se pudo observar a los 5 días después de la siembra, no hubo mucha diferencia en los tiempos de emergencia entre las especies de amaranto, debido a que la temperatura y humedad estaban controladas por las condiciones de invernadero que se utilizó para la germinación.

### 10.1.3. Altura de tallo

**Tabla 15** Análisis de varianza para la altura de tallo a los 180 días de cultivo de amaranto

F.V.	SC	GI	CM	F
REPETICIONES	556,11	2	278,06	1,33
ESPECIES	28150,62	2	14075,31	38,09 *
FACTOR A	1478,07	4	369,52	1,77
BIOESTIMULANTES	128,07	2	64,04	0,31
VARIETADES * BIOESTIMULANTES	625,57	4	156,39	0,75
Error	2507,34	12	208,95	
Total	33445,80	26		
C.V.%			21,53	

Elaborado: (Jaramillo, 2019)

Para el parámetro de altura del tallo, se puede determinar que no existen diferencias significativas entre los bioestimulantes en el crecimiento del tallo. Sin embargo, se observó diferencias significativas entre las especies (Tabla 15), características específicas de las especies en estudio. Según (Itúrbide, 2010), las especies de amaranto varían en su crecimiento, las especies de *A. hypocondriacus* llegan a medir hasta 3,5m mientras que las especies de *A. cruentus* e *hybridus* alcanzan una altura hasta de 2m. El coeficiente de variación para este indicador fue de 21,53 %.

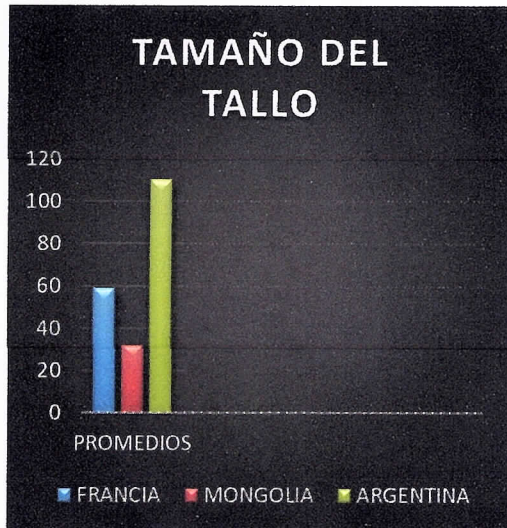
**Tabla 16** Prueba de Tukey al 5% para las especies de amaranto en la variable longitud del tallo a los 180 días de cultivo.

VARIETADES	PROMEDIOS	MEDIAS
FRANCIA ( <i>A. cruentus</i> )	59,12	A
MONGOLIA ( <i>A. hybridus</i> )	32,22	A
ARGENTINA (S/N)	<u>110,08</u>	<u>B</u>

Elaborado: (Jaramillo, 2019)

En la prueba de Tukey al 5%, se identificaron dos grupos entre las especies, en el rango A, se ubicaron las especies originarias de Francia y Mongolia, mientras que, la otra especie proveniente de Argentina fue la que mejor se desarrolló ubicándose en el rango B.

**Figura 1** Longitud del tallo a los 180 días



**Elaborado:** (Jaramillo, 2019).

En la (Grafica 1), se muestra claramente que la especie originaria de Argentina se desarrolló de mejor manera obteniendo una longitud de 110,08 cm, mientras que las especies originarias de Francia y Mongolia obtuvieron 59,12cm y 32,22cm respectivamente.

### 10.1.3. Número de hojas

**Tabla 17** Análisis de varianza para el número de hojas a los 150 días de cultivo de amaranto.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>REPETICIONES</b>	190852,29	2	95426,15	18,13
<b>VARIEDADES</b>	894827,89	2	447413,95	6,65 *
<b>ERROR A</b>	269053,75	4	67263,44	12,78
<b>BIOESTIMULANTES</b>	13355,00	2	6677,50	1,27
<b>VARIEDADES * BIOESTIMULANTES</b>	54030,03	4	13507,51	2,57
<b>Error</b>	63148,95	12	5262,41	
<b>Total</b>	1485267,91	26		
<b>C.V.%</b>			36,20	

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

Para el parámetro de número de hojas, se pudo determinar que no existieron diferencias significativas en la acumulación de hojas con la aplicación de bioestimulantes, Sin embargo, se observó diferencias significativas entre las especies (Tabla 17). Según (Itúrbide, 2010), las especies de amaranto varían en su desarrollo foliar. Para este indicador el coeficiente de variación fue de 36,20 %.

**Tabla 18** Prueba Tukey al 5% para las especies de amaranto en la variable número de hojas a los 150 días de cultivo.

<b>VARIEDADES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>FRANCIA (A. cruentus)</b>	<b>110,38</b>	<b>A</b>
<b>MONGOLIA (A. hybridus)</b>	<b>36,52</b>	<b>A</b>
<b>ARGENTINA (S/N)</b>	<b><u>454,30</u></b>	<b><u>B</u></b>

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la prueba de Tukey al 5%, se identificaron dos grupos, en el A las especies originarias de Francia y Mongolia, mientras que en el rango B se ubicó la especie proveniente de Argentina, la cual tuvo un desarrollo foliar importante que se diferenció con las otras especies en estudio.

**Figura 2** Número de hojas a los 150 días



Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la (Figura 2), se observa que la especie originaria de Argentina se desarrolló de mejor manera que las otras, el promedio de hojas acumuladas fue de 454,30, mientras que para las especies provenientes de Francia *A. Cruentus* fueron de 110,38 hojas y Mongolia *A. hybridus* 36,52 hojas, siendo esta última la que menos acumuló biomasa.

#### 10.1.4. Número de inflorescencias

**Tabla 19** Análisis de varianza para el número de inflorescencias a los 180 días de cultivo.

F.V.	SC	GI	CM	F
REPETICIONES	668,63	2	334,32	0,85
VARIETADES	15207,83	2	7603,91	78,42 *
ERROR A	387,8	4	96,97	0,25
BIOESTIMULANTES	365,02	2	182,51	0,46
VARIETADES *	235,72	4	58,93	0,15
Error	4725,64	12	393,80	
Total	21590,70	26		
C.V.%			47,69	

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)



Para el indicador número de inflorescencias, se pudo determinar que no existen diferencias significativas para los bioestimulantes utilizados en la investigación. Pero, se observó diferencias significativas entre las especies (Tabla 19). Según (Sumar, 1993), las especies de amaranto tienen diferentes tipos de inflorescencias que pueden ser: axilares y terminales, las especies originarias de Francia y Mongolia tienen panojas axilares, mientras que la de Argentina mostró la panoja en forma terminal. El coeficiente de variación fue de 47,69 %.

**Tabla 20** Prueba Tukey al 5% de la variable número de inflorescencias a los 180 días.

<b>VARIEDADES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>ARGENTINA</b> A. S/N)	23,96	A
<b>MONGOLIA</b> (A. hybridus)	25,71	A
<b>FRANCIA</b> (A. cruentus)	75,16	B

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la prueba de Tukey al 5%, las especies originarias de Argentina y Mongolia se colocaron en el rango A, mientras que la otra especie proveniente de Francia se ubicó en el rango B, esta última con un mayor número de inflorescencias.

**Figura 3** Número de inflorescencia a los 180 días



Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la (Figura 3) se evidencia que la especie con mayor número de inflorescencias fue la proveniente de Francia con una media de 75,16, mientras que la especie Mongolia obtuvo 25,77 y la de Argentina 23,96, posiblemente este indicador influirá en la producción de grano.

### 10.1.5. Tamaño de la inflorescencia

**Tabla 21** Análisis de varianza para el tamaño de la inflorescencia a los 180 días del cultivo de amaranto.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>
<b>Modelo</b>	2102,92	14	150,21	3,27
<b>REPETICIONES</b>	47,61	2	23,80	0,52
<b>VARIEDADES</b>	1903,68	2	951,84	84,06 *
<b>ERROR A</b>	45,29	4	11,32	0,25
<b>BIOESTIMULANTES</b>	65,57	2	32,78	0,71
<b>VARIEDADES BIOESTIMULANTES</b>	* 40,78	4	10,19	0,22
<b>Error</b>	551,39	12	45,95	
<b>Total</b>	2654,32	26		
<b>C.V %</b>				26.11

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

Para el parámetro longitud de inflorescencia, se pudo determinar que no existen diferencias significativas entre los bioestimulantes en el desarrollo de la longitud de inflorescencia. No obstante se observó diferencias significativas entre las especies (Tabla 21). Según (Sumar, 1993), las especies de amaranto tienen diferentes formas en sus inflorescencias: globulosas, erectas y decumbentes, esto puede ser un importante carácter del tamaño de la inflorescencia de la planta. El coeficiente de variación es 26.11 %.

**Tabla 22** Prueba Tukey al 5% para tamaño de la panoja a los 180 días de cultivo.

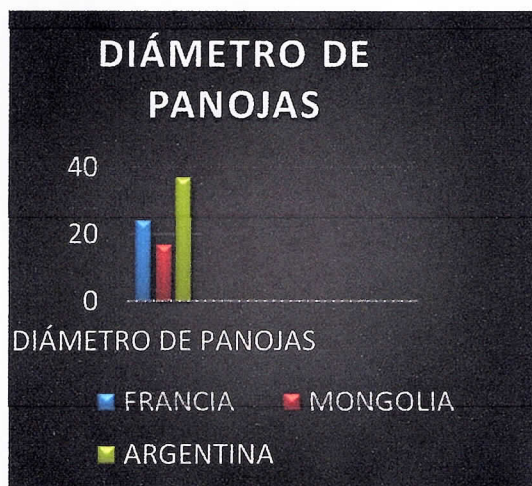
<b>VARIEDADES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>MONGOLIA (A. hybridus)</b>	16,79	A
<b>FRANCIA (A. cruentus)</b>	24,02	B
<b>ARGENTINA (S/N)</b>	37,08	C

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la prueba de Tukey al 5%, se identificaron tres grupos en el rango A, se ubicó especie originaria Mongolia, mientras que la especie proveniente de Francia en el rango B, por otro lado, la especie

que mejor desarrollo su inflorescencia fue la especie originaria de Argentina con un promedio de 37,08.

**Figura 4** Tamaño de la inflorescencia a los 180 días.



Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la (Figura 4) se observa los datos referentes al tamaño de la inflorescencia, la especie proveniente de Argentina tuvo una media de 37,08cm, siendo la más alta en comparación con las otras variedades, Francia obtuvo una media de 24,02cm, mientras que para la especie proveniente

### 10.1.6. Vitamina C

**Tabla 23** Análisis de varianza para la acumulación de vitamina C en las hojas de amaranto a los 180 días del cultivo.

F.V.	SC	GI	CM	F
REPETICIONES	1117,79	4	279,45	1,69
VARIETADES	1942,52	2	971,26	11,56 *
ERROR A	672,11	8	84,01	0,51
BIOESTIMULANTES	5039,16	2	2519,58	15,20
VARIETADES BIOESTIMULANTES *	3900,60	4	975,15	5,88
Error	3977,83	24	165,74	
Total	16650,02	44		
C.V.%			12,44	

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

Para el parámetro acumulación de vitamina C, se puede determinar que no existen diferencias significativas en la acumulación de la vitamina C con la incorporación de bioestimulantes, no obstante, se observó diferencias significativas entre las especies (Tabla 23), Según (Shen & Yeh, 2010), la acumulación de vitamina C es directamente afectado por el estrés biótico y abiótico, elementos que pueden generar variaciones en la composición de vitamina C. El coeficiente de variación fue de 12,44 %.

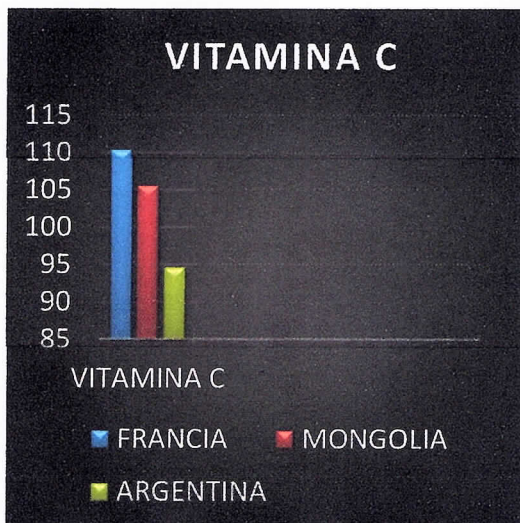
**Tabla 24** Prueba de Tukey al 5% de la variable acumulación de vitamina C a los 180 días de cultivo.

<b>VARIETADES</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>MEDIAS</b>
<b>ARGENTINA (S/N)</b>	<b>94,62</b>	<b>A</b>
<b>MONGOLIA (A. hybridus)</b>	<b>105,49</b>	<b>B</b>
<b>FRANCIA (A. cruentus)</b>	<b>110,33</b>	<b>B</b>

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la prueba de Tukey al 5%, se representan se encontraron dos grupos, en el rango B se identificaron las especies originarias de Mongolia y Francia, que acumularon la mayor cantidad de vitamina C en sus hojas, la especie proveniente de Argentina se ubicó en el rango A, siendo la especie que menos acumulación de vitamina C obtuvo en sus hojas.

**Figura 4** Variedad que mayor contenido de vitamina C tiene en sus hojas



Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

En la (Figura 5), se puede observar claramente que la especie que más acumulación de vitamina C tuvo en sus hojas fue la especie proveniente de Francia 110,33 mg, mientras que la especie Mongolia 105,49 mg y la especie que menos acumuló vitamina C fue la de Argentina con 94,62 mg. Esto demuestra que el amaranto tiene un gran contenido de vitamina C en sus hojas a comparación de otras especies hortícolas como acelga y espinaca (Julio, 2014).

## 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

El impacto de este proyecto de investigación es de carácter técnico, económico, social y ambiental; Debido a que en un futuro las especies investigadas puedan ser liberadas aportando a la economía del pequeño agricultor, salud del consumidor y conservación del ambiente con una agricultura libre de agroquímicos que solo causan devastación de los suelos del Ecuador.

## 12. PRESUPUESTO

Tabla 25 Presupuesto del proyecto.

MATERIALES	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Bandejas	3 Bandejas para plántulas	3	9
Invernadero	Invernadero 2,5 metros cuadrados de madera y plástico	30	30
Desinfectante	Desinfectante de semilla (Delta)	6	6
Alga 600	Bioestimulante a base de algas marinas	6	6
Algaenzims	Biosetumulante a base de algas marinas	3,5	3,5
Ácido Oxálico	50 gramos	9	9
Yoduro de Potasio	100 gramos	30	30
Yodato de Potasio	100 gramos	60	60
Cinta de goteo	200 metros de cinta de goteo	0,1	20
Guantes	Guantes quirúrgicos dos pares	0,5	1
maskarilla	Maskarilla	0,5	0,5
Fundas	100 Fundas Ziploc para muestras	3	3
Tela de Lino	1 metro de tela blanca	1,5	1,5
<b>TOTAL EN DÓLARES</b>			<b>179,5</b>

Elaborado por: (Jaramillo, 2019)

### 13. CONCLUSIONES

De la presente investigación se puede concluir en que los parámetros biométricos no mostraron diferencias significativas con la aplicación de los bioestimulantes, así mismo, se pudo determinar que los bioestimulantes no influyen en la acumulación de la vitamina C, sin embargo, la especie *A. cruentus* (Francia) tuvo mayor contenido de vitamina C en sus hojas (133,10 mg) en relación con la especie *A. hybridus* proveniente de Mongolia (105,49mg) y la especie proveniente de Argentina (94,62mg), la especie de amaranto que tuvo mayores niveles de adaptabilidad fue la especie proveniente de Argentina con los índices más elevados: altura de tallo (110,08 cm), número de hojas (454,30) y diámetro de panojas (37,08cm), este resultado se debe posiblemente a que las condiciones edafoclimáticas de origen de la especie tienen similares características a la región donde se realizó la investigación; mientras que la especie que no tuvo resultados positivos en la presente investigación fue *A. hybridus* (Mongolia): Altura de tallos (32,22cm); Número de hojas (36,52); Número de panojas (25,71); Diámetro de panojas (16,79).

### 14. RECOMENDACIONES

- Realizar posteriores estudios para la determinación de dosis de bioestimulantes adecuadas para pseudocereales.
- Realizar estudios con estas y otras especies (grano negro), sobre la acumulación de Vitamina C, durante todo el proceso de ontogénesis.
- Seguir el proceso de selección masal en las especies originarias de Argentina y Francia, con el objetivo de lograr una estabilidad agronómica de las mismas.

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Arrigoni, O., & Tullio, M. (2000). El papel del ácido ascórbico en el metabolismo celular: entre funciones dirigidas por genes y reacciones químicas impredecibles. *J. Plant Physiol.*, 157 , 481 –488.
- Bressani, R. (2012). *El Amarantho y su Potencial en la Industria Alimentaria*. Universidad del Valle Guatemala: Mercadeo.
- Carvajal, J. Á. (2017). *Estudio fenológico de dos variedades de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Querochaca*. Obtenido de Estudio fenológico de dos variedades de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Querochaca: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26383/1/Tesis-174%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20520.pdf>
- Casa, C. (2017).
- Chagaray, A. (2005). *Estudio de factibilidad del cultivo del amaranto*. Peru, vol 2: Provincia de Catamarca.
- El-Tohamy. (2008). Studies on the effect of putrecine, yeast and vitamin C on growth, yield and physiological responses of eggplant (*Solanum melongena L.*) under sandy soil conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2): 296-300.
- Espitia. (1989). *Variedad mejorada de amaranto para los valles altos*. Mexico: SARH.

- Espitia. (1991). *Guía para el cultivo del amaranto en los Valles Altos de la Mesa Central*. Mexico: Campo Experimental del valle de Mexico.
- FAO. (2002). Michael C. Latham, Carencia de vitamina C y Escorbuto. *Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29*.
- FAO. (2017). Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fortuna. (2018). El consumo de agroquímicos y fertilizantes tuvo un fuerte aumento, lo que se tradujo en un incremento de las importaciones de estos productos. *Fortuna*, <https://fortuna.perfil.com/2018-02-26-194239-crecen-las-importaciones-agroquimicos/>.
- Gillham, D., & Dodge, A. (1987). Sistemas de eliminación de superóxido de cloroplasto y peróxido de hidrógeno de las hojas de guisante: variaciones estacionales. *Plant Sci*, 50 , 105 -109.
- Grace, S., & Logan, B. (1996). Aclimatación de los sistemas antioxidantes foliares a la irradiación del crecimiento en tres especies de hoja perenne de hoja ancha. *Plant Physiol*, 112.
- Guanoluisa, H. (2015). Evaluación de tres abonos orgánicos en dos variedades de amaranto (*amaranthus spp*) originarios de vniissok-rusia para la producción de semilla en el barrio patutan- provincia cotopaxi, 2015-2016. *Evaluación de tres abonos orgánicos en dos variedades de amaranto (amaranthus spp) originarios de vniissok-rusia para la producción de semilla en el barrio patutan- provincia cotopaxi, 2015-2016*. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- INEC. (2016). *Información Ambiental en la Agricultura*. Obtenido de Información Ambiental en la Agricultura: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Informacion\\_ambiental\\_en\\_la\\_agricultura/2016/PRESENTACION\\_AGRO\\_AMBIENTE\\_2016.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf)
- Itúrbide, G. (2010). *La agricultura en Mesoamérica. Amaranto de grano. Amaranthus spp*. Obtenido de



[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2\\_6.htm#auto](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap2_6.htm#auto)

Jaramillo, j. (20 de Octubre de 2019).

Julio, A. (24 de Abril de 2014). *Kiwicha o Amaranto*. Obtenido de Kiwicha o Amaranto: <https://alexisjulioocr.wordpress.com/2014/04/24/kiwicha-o-amaranto/>

Kerk, N., & Feldman, L. (1995). Un modelo bioquímico para la iniciación y mantenimiento del centro de reposo: Implicación para la organización de meristemas de raíz. Desarrollo .

Kononkov, P. G. (1998). *Amaranto una cultura de perspectiva del siglo XXI*. Moscú: Vniissok.

Lara, L. (2009). *Evaluacion de varios Bioestimulantes Foliares en la produccion de Cultivo de Soya (Glycineamax L.)*. Babahoyo Provincia de Los Rios. Guayaquil-Ecuador : Escuela Superior Politecnica del Litoral Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion.

LEILI MARINE BIOINDUSTRY INC. (s.f.).

MAGAP. (2014). *Zonificación Agroecológica-Económica Del Cultivo De Amaranto (Amaranthus sp.) En El Ecuador Continental*. Obtenido de Zonificación Agroecológica-Económica Del Cultivo De Amaranto (Amaranthus sp.) En El Ecuador Continental: <https://fliphtml5.com/ijia/gnku/basic>

Mariasg. (2013). *Bioestimuladores* . Agrotera.

Mauro, I. S., & Garicano, E. (2015). Papel de la vitamina C y los  $\beta$ -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. *scielo*.

Mujica, A. (1997). *El cultivo de amaranto (Amaranthus spp): Producción mejoramiento genetico y utilizacion*. Puno: FAO.

Mujica, S., & Quillahuamán, C. (7 de Agosto de 1989). *Fenología del cultivo de la kiwicha. Curso Taller Fenología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológica*. Puno,

- Puno, Perú: INIA - PICA. Obtenido de Fenología del cultivo de la kiwicha. Curso Taller Fenología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológica. Puno, Puno, Perú: INIA - PICA.*
- Nieto, C. (1989). *El cultivo de amaranto Amaranthus spp una alternativa agronomica para Ecuador*. Quito: Publicaciones Miscelanea.
- Noctor, G., & Foyer, C. (1998). Ascorbato y glutatión: mantener el oxígeno activo bajo control. *Annu Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49 , 249 –279.
- OPS. (2014). *Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud*. Obtenido de [https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=documentos-2014&alias=456-clasificacion-de-los-alimentos-y-sus-implicaciones-en-la-salud&Itemid=599](https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=documentos-2014&alias=456-clasificacion-de-los-alimentos-y-sus-implicaciones-en-la-salud&Itemid=599)
- Palau Bioquim. (2008).
- Pastori, G. M., Kiddle, G., Antoniow, J., Bernard, S., Veljovic-Jovanovic, S., Verrier, P. J., . . . Foyer, C. H. (Abril de 2003). *El contenido de vitamina C en las hojas modula las transcripciones de defensa de las plantas y regula los genes que controlan el desarrollo a través de la señalización hormonal*. Obtenido de <https://doi.org/10.1105/tpc.010538>
- Pinto, M. C., & Gara, L. D. (2004). Changes in the ascorbate metabolism of apoplastic and symplastic spaces are associated with cell differentiation. *Journal of Experimental Botany* , 55(408): 2559-2569.
- Puno, P. (2002). *Amaranto como un cultivo nuevo en el norte de Europa* (Vol. 52). Peru: Agronomia Tropical.
- Salta. (2015). *Produccion Agricola de Salta* . Argentina : Enciclopedia online de la provincia de Salta Argentina.

- Sánchez et al., I., & Yeung, S. y. (1997). Changes in ascorbic acid levels in apoplastic fluid during growth of pine hypocotyls. Effects on peroxidase activities associated with cell walls. *Physiologia Plantarum*, 101: 815-820.
- Saposhnikov, L. (1966). *Industria de Conservas y secado de verduras*. Mordovia: N° 5.
- Saunders, R., & Becker, R. (1984). *Amaranthus: A potential food and feed resource*. Pomeranz.
- Scandalios, J. G. (2005). Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38: 995-1014.
- Shen, C.-H., & Yeh, K.-W. (2010). The signal network of ascorbate homeostasis. *Plant Signaling and Behavior*, 5(5): 570-572.
- Smirnov, N. (1996). The function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Annals of Botany*, 78: 661-669.
- Smirnov, N., & Wheeler, G. (2000). Ácido ascórbico en plantas: biosíntesis y función. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 19, 267 –290.
- Sumar. (1993). *La kiwicha y su cultivo*.
- Sumar. (Junio de 05 de 2008). *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*. Quito: FAO.
- Torres, C. (2013). *Evaluación de variedades de amaranto con la utilización, para la obtención de productos funcionales en base a la biomasa*. Moscú: Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos.
- Torres, C. (2013). *Evaluación de variedades de amaranto con la utilización, para la obtención de productos funcionales en base a la biomasa*. Moscú: Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos.

Universidad Técnica de Cotopaxi. (2020). *Líneas de Investigación*. Obtenido de Líneas de Investigación: <http://www.utc.edu.ec/INVESTIGACION/Lineas-Investigacion>

## 16. ANEXOS

### Preparación para la siembra

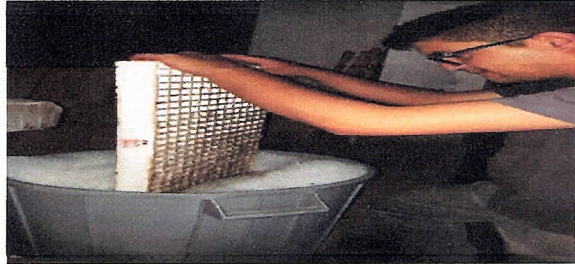
*Anexo 1 Construcción de invernadero*



*Anexo 2 Invernadero*



*Anexo 3 Desinfección de bandejas*



*Anexo 4 Desinfección de suelo*

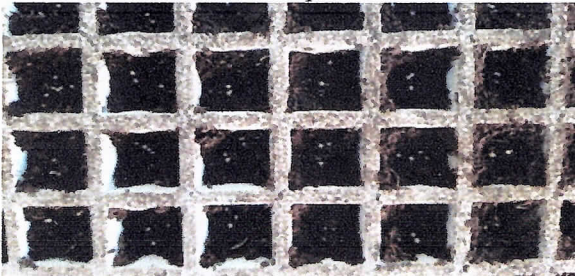


*Anexo 5 Proceso de siembra de especies de amaranto*



### Desarrollo del cultivo de amaranto en invernadero

*Anexo 6 Siembra de especies de amaranto*



*Anexo 7 Germinación de especies de amaranto*



*Anexo 8 Especies de amaranto a los 5 días*



*Anexo 9 Especie de amaranto a los 15 días*



*Anexo 10 Especies de amaranto a los 30 días*



**Preparación del terreno y trasplante de especies de amaranto**

*Anexo 11 Preparación del terreno*



*Anexo 12 Elaboración del diseño experimental en campo*



*Anexo 13 Trasplante de especies de amaranto*

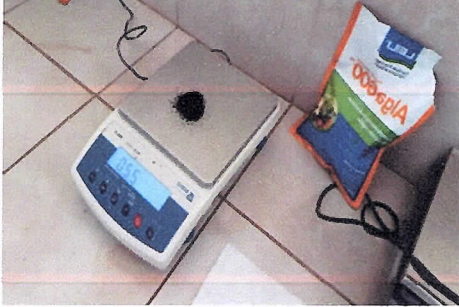


*Anexo 14 Primer día de trasplante*

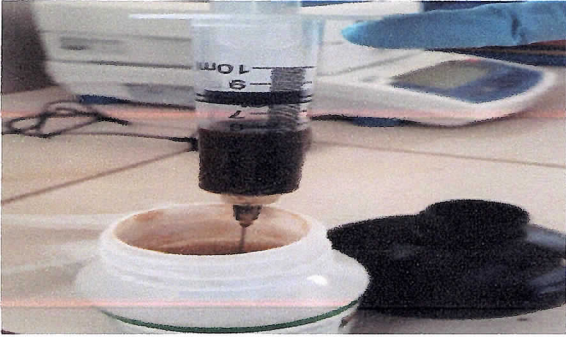


## Preparación y aplicación de Bioestimulantes

*Anexo 15 Preparación de dosis de Alga 600*



*Anexo 16 Preparación de dosis de Algaenzims*



*Anexo 17 Preparación de bomba para aplicación de Bioestimulantes*



*Anexo 18 Aplicación de Bioestimulantes*



## Recolección de datos

*Anexo 19 recolección de datos de longitud de tallo*



*Anexo 20 Recolección de datos de número de hojas*



*Anexo 21 Recolección de datos de numero de panojas y longitud de panoja*



**Desarrollo del cultivo de amaranto en campo**

*Anexo 22 Especies de amaranto a los 60 días*



*Anexo 23 Especies de amaranto a los 90 días*



*Anexo 24 Especies de amaranto a los 120 días*



*Anexo 25 Amaranthus cruentus*



*Anexo 26 Amaranthus hybridus*



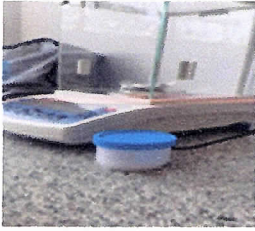
*Anexo 27 Amaranthus s/n Argentina*





## Metodología para extracción de vitamina C

### Anexo 28 Extracción de vitamina C





Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La Traducción del Resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado **DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**, de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, **JORGE SEBASTIÁN JARAMILLO MARTÍNEZ**, cuyo título versa **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN LA ACUMULACIÓN DE VITAMINA C Y EN LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, DE TRES ESPECIES DE AMARANTO DE GRANO BLANCO**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,

Lic. Wilmer Patricio Collaguazo Vega  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 172241757-1



CENTRO  
DE IDIOMAS