



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO
ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus* L.) EN EL PROCESO DE
GERMINACIÓN”.**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.

AUTOR:

Guerrero Tipantuña Carlos Napoleón

TUTOR:

Ing. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

AGOSTO - 2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **GUERRERO TIPANTUÑA CARLOS NAPOLEÓN** portador de la **C.I. 172371267-3**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación; **“VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN”**, siendo el **ING. CEVALLOS CARVAJAL EDWIN RAMIRO MG.** 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.

.....

GUERRERO TIPANTUÑA CARLOS NAPOLEÓN

C.I. 172371267-3

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 Guerrero Tipantuña Carlos Napoleón, identificada/o con C.I. N° 172371267-3, de estado civil Soltero y con domicilio en la Ciudad de Quito a quien en lo sucesivo se denominará **LA/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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado INDUSTRIALIZACIÓN DE GRANOS ANDINOS la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. – MARZO 2013- AGOSTO 2018

Aprobación HCD. – 20 DE ABRIL DEL 2018

Tutor. - **Ing. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Mg.**

Tema: “**VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN**”.

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, **LA/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 **LA/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.
- e) 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 **LA/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 **LA/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 **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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 7 días del mes de agosto del 2018.

.....
Guerrero Tipantuña Carlos Napoleón
C.I: 172371267-3

EL CEDENTE

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

EL CESIONARIO.

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN”, de GUERRERO TIPANTUÑA CARLOS NAPOLEÓN, de la carrera de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 13 de julio del 2018

Tutor

.....

Ing. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Mg.

C.I. 050186485-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: GUERRERO TIPANTUÑA CARLOS NAPOLEÓN con el título de Proyecto de Investigación: **VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

**Quím. Rojas Molina Jaime Orlando Mg.
Sc.**

CC: 050264543-5

Lector 2

Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz M.

CC: 171459274-6

Lector 3

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

CC: 050177393-1

AGRADECIMIENTO

A mi madre (+) Elvia Tipantuña que se encuentra en el cielo por guiarme y haberme encaminado a continuar con mis estudios.

A mi padre Hipólito Guerrero por su apoyo incondicional que ha sido una fuente muy importante para seguir luchando por mis objetivos.

A mis hermanos (+) Oscar y Jacqueline por darme siempre su apoyo moral, motivación y alegría para seguir adelante con mi formación profesional.

A todos los docentes quienes me han ayudado y capacitado día a día y a mis amigos quienes me han apoyado sin condiciones y brindaron una amistad sincera.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y el esfuerzo que he realizado durante estos años a mi padre Hipólito Guerrero y mi hermana Jacqueline Guerrero quienes han sido mi fuerza y mi apoyo para culminar con mi formación profesional por eso y muchas razones más este trabajo los dedico a ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
1 DATOS GENERALES	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1 Directos.....	3
3.2 Indirectos	3
4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5 OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo general.....	5
5.2 Objetivos específicos	5
6 ACTIVIDADES	6
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1 Antecedentes	7
7.2 Marco teórico	8
7.2.1 Amaranto.	8
7.2.2 Origen y distribución.	8
7.2.3 Características del cultivo.....	10
7.2.4 Clasificación sistemática.	11
7.2.5 Características morfológicas.	12
7.2.6 Composición química del grano.	12
7.2.7 Requerimientos de clima y suelo para el cultivo.....	13
7.2.8 Requerimientos generales para el cultivo.....	13
7.2.9 Plagas y enfermedades del amaranto.....	15
7.2.10 Cosecha y trilla.	17
7.2.11 Post cosecha.....	17
7.2.12 Recomendaciones para esta etapa:	17
7.2.13 Valor nutritivo.	18
7.2.14 Rendimiento.	18

7.2.15 Valor nutricional.....	19
7.2.16 Usos del amaranto.	19
7.2.17 Funciones nutricionales del amaranto.	20
7.2.18 Usos medicinales.	20
7.2.19 Aprovechamiento de los nutrientes del grano de amaranto.....	21
7.2.20 Proteína del amaranto.	21
7.2.21 Requerimientos nutricionales en niños.....	23
7.2.22 Requerimientos de proteína en niños.....	23
7.2.23 La germinación.	24
7.2.24 Factores que afectan a la germinación.....	25
7.2.25 Beneficios de los productos germinados.	29
7.3 Marco conceptual.	29
8 HIPÓTESIS	31
9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	31
9.1 Tipo de investigación.	31
9.1.1 Investigación básica.....	31
9.1.2 Investigación experimental.....	31
9.2 Métodos.	32
9.2.1 Método inductivo.....	32
9.2.2 Método estadístico.....	32
9.3 Técnicas.	32
9.3.1 Observación directa.	32
9.3.2 Monitoreo.	32
9.4 Instrumentos.	33
9.5 Metodología para el proceso de germinación.....	34
9.6 Metodología para el análisis microbiológico.....	41
9.7 Diseño experimental.....	46
10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	49
10.1 Análisis físico-químico del mejor tratamiento.	51
10.2 Análisis microbiológico del mejor tratamiento.	52
11 IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO)	54
11.1 Impacto técnico.....	54
11.2 Impacto social.....	54
11.3 Impacto ambiental.	54
11.4 Impacto económico.....	54
12 RECURSOS Y PRESUPUESTO	55
13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56

13.1 CONCLUSIONES.....	56
13.2 RECOMENDACIONES	57
14 BIBLIOGRAFÍA.....	58
15 ANEXOS	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ubicación del proyecto (Barrio Salache).	60
Anexo 2: Curriculum vitae tutor.	61
Anexo 3: Curriculum vitae estudiante.....	62
Anexo 4: Resultado de pruebas microbiológicas.	63
Anexo 5: Recepción de la materia prima.	67
Anexo 6: Pesado.....	68
Anexo 7: Lavado.....	68
Anexo 8: Remojo.	69
Anexo 9: Equipo de germinación.....	69
Anexo 10: Grano germinado.....	70
Anexo 11: Deshidratado.....	70
Anexo 12: Molido.	71
Anexo 13: Harina de amaranto alegría germinada.	71
Anexo 14: Resultado de análisis.	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Características morfológicas de la variedad de amaranto INIAP-alegría. ...	12
Cuadro 2: Requerimiento promedio de proteínas y recomendaciones dietéticas diarias.	24
Cuadro 3: Ingesta dietética de referencia de proteínas para niños de 1 a 13 años de edad.....	24
Cuadro 4: Cuadro de variables.....	47
Cuadro 5: Cuadro de tratamientos.	47

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Materia prima amaranto alegría.	34
Fotografía 2: Peso del grano de amaranto alegría.	35
Fotografía 3: Lavado del grano.	35
Fotografía 4: Remojo del grano.	36
Fotografía 5: Platos para germinar.....	37
Fotografía 6: Cámara de germinado.....	37
Fotografía 7: Grano germinado.....	37
Fotografía 8: Deshidratado del grano germinado.	38
Fotografía 9: Molido del grano de amaranto germinado.	38
Fotografía 10: Harina de amaranto.	39
Fotografía 11: Limpieza y preparación para la esterilización.....	42
Fotografía 12: Esterilización de materiales.....	43
Fotografía 13: Preparación del agua peptonada.....	44
Fotografía 14: Medios preparados.	45
Fotografía 15: Preparación de muestras y agua peptonada.....	46
Fotografía 16: Preparación de muestras.....	63

Fotografía 17: Harina de amaranto en agua peptonada.....	64
Fotografía 18: Muestras de harina de amaranto preparadas.	64
Fotografía 19: Preparación de muestras en cajas Petri 10°, 10-1, 10-2 y 10-3.....	65
Fotografía 20: Adición de medios de cultivo.....	65
Fotografía 21: Muestras para encubar.....	66
Fotografía 22: Incubación de muestras.	66
Fotografía 23: Recuento microbiológico.	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de producción de amaranto.	4
Tabla 2: Actividades y sistemas en relación a los objetivos.	6
Tabla 3: Composición química del grano de amaranto.	13
Tabla 4: Valor nutricional comparativo.	18
Tabla 5: Comparación de la proteína con otros cereales.....	22
Tabla 6: Composición química de la semilla de amaranto (Por 100 g de parte comestible y en base seca).....	22
Tabla 7: Valor nutricional (Por 100 g de producto fresco).	23
Tabla 8: Caracterización de la investigación.....	48
Tabla 9: Esquema de análisis estadístico.	48
Tabla 10: ADEVA de proteína.....	49
Tabla 11: Tukey para métodos de germinación.	50
Tabla 12: Tukey para tiempo.....	50
Tabla 13: Tukey para interacción entre tratamientos vs testigo.	51
Tabla 14: Análisis físico-químico.	51
Tabla 15: Análisis microbiológicos.....	52
Tabla 16: Resultados de análisis proximal de testigo vs dos mejores tratamientos.	53

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES****TÍTULO: VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN.**

Autor:

Guerrero Tipantuña Carlos Napoleón

RESUMEN

Se realizó una investigación encaminada a fomentar la producción de semillas de amaranto alegría (*Amaranthus caudatus L.*) mediante el proceso de germinación, con el fin de evaluar el incremento de proteína para mejorar el aprovechamiento al ser suministrados como fuente de proteína en la alimentación humana.

Durante la germinación de las semillas de amaranto se presentaron diferentes cambios en su composición debido a la utilización de las reservas (carbohidratos, lípidos y proteínas) para el desarrollo de su eje embrionario, además se realizó un seguimiento en las diferentes etapas del proceso germinativo (24, 48 y 72 horas) y métodos de germinación (°T controlada y °T no controlada) para la obtención de muestras de harina de amaranto alegría germinadas, las cuales fueron sometidas a evaluación para la determinación de porcentaje de proteína en los laboratorios del INIAP estación Santa Catalina.

Se determinó estadísticamente los mejores tratamientos usando una diseño experimental de (axb)+1 en donde los factores de estudio fueron: método (20°C germinador; 18-24°C invernadero) y tiempo (24-48-72 horas) de germinación y la variable respuesta: proteína, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para determinar significancia entre tratamientos (harina de amaranto alegría germinada) y testigo (harina de amaranto sin germinar), dando como mejor resultado el tratamiento t3(a1b3), a temperatura de 20°C y un tiempo de 72 horas de germinación presentando un porcentaje de proteína de 14,53%.

La variables de estudio fueron: % proteína (para todos los tratamientos), análisis proximal y microbiológicos (para los mejores tratamientos).

Palabras claves: amaranto, germinación, proteína, valoración.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés de la Carrera de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **GUERRERO TIPANTUÑA CARLOS NAPOLEÓN**, cuyo título versa **“VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN”**, 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 estimaren conveniente.

Latacunga, 06 de Agosto del 2018

Atentamente,

Lic. M.Sc. Sonia Jimena Castro Bumgacho
DOCENTE DE LA CARRERA DE IDIOMAS
C.C. 050197472-9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES****TÍTULO: VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN.**

Autor:

Guerrero Tipantuña Carlos Napoleón

ABSTRACT

A research was conducted in order to promote the production of amaranth seeds joy (*Amaranthus caudatus L.*) through the process of germination in order to evaluate the increase of protein to improve the utilization that be supplied like source of protein in the human feeding.

During the germination of the seeds of amaranth, it occurred different changes in its composition due to the use of reserves (carbohydrates, lipids and proteins) for the development of its embryonic axis, also, it followed up in the different stages of the germinative process (24, 48 and 72 hours) and germination methods (controlled °T and uncontrolled °T) to obtain germinated joy amaranth flour samples, which were evaluated for the determination of protein percentage in the laboratories of the INIAP Santa Catalina station.

The best treatments were statistically determined using an experimental design of (axb) +1 where the study factors were: method (20° C germination, 18-24° C greenhouse) and time (24-48-72 hours) of germination and the response variable : protein, it applied the Tukey test at 5% in order to determine significance between treatments (germinated joy amaranth flour) and witness (amaranth flour without germinated), giving as best result the treatment t3(a1b3), at a temperature of 20°C and a time of 72 hours of germination presenting a protein percentage of 14.53%.

The study variables were: % protein (for all treatments), proximal and microbiological analysis (for the best treatments).

Keywords: amaranth, germination, protein, valuation.

1 DATOS GENERALES

Título del Proyecto:

VALORACIÓN DEL INCREMENTO DE PROTEÍNA DEL AMARANTO ALEGRÍA
(*Amaranthus caudatus L.*) EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN.

Fecha de inicio: Octubre 2017

Fecha de finalización: Agosto 2018

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3 (Anexo 1)

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi (Laboratorios de proyecto de granos andinos y Laboratorio de microbiología).

Facultad que auspicia

Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agroindustrial

Proyecto de investigación vinculado:

Investigación desarrollo e innovación del Proyecto “Granos Andinos”.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Mg. (Anexo 2)

Postulante: Guerrero Tipantuña Carlos Napoleón. (Anexo 3)

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación

Investigación, producción, desarrollo de tecnologías y estudios de inversión de proyectos agroindustriales.

Sub línea de investigación

Investigación -innovación y emprendimientos agroindustriales.

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Esta investigación se realiza poniendo énfasis en la producción de granos germinados lo cual brindan un mayor aporte nutricional gracias al incremento de proteína, con el fin de aprovechar el cereal en la elaboración y fortificación de productos agroindustriales asimilables por el organismo con un valor agregado hacia los consumidores en general.

Al conocer los beneficios nutricionales del amaranto se desea generar un producto alimenticio con alto contenido de proteína, vitaminas, minerales y fibra dietética, los cuales al consumir este grano se va a lograr una debida ingesta aprovechando sus bondades nutricionales que aporta este grano.

Mediante la aportación que va a brindar el valor proteico del amaranto alegría se desea ofrecer a los niños y a la población en general alimentos de buen valor nutritivo con materia prima de bajo costo.

De la misma manera se desea brindar a la sociedad, la opción de elaborar un alimento nutritivo, con contenido de proteínas de alto valor nutricional y de gran utilidad al incluirlo dentro de la dieta, pudiendo ser utilizado como complemento alimenticio en lugar de utilizar los productos que existen en el mercado que únicamente aportan gran cantidad de kilocalorías, sin proveer ningún beneficio nutricional.

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El grupo de beneficiarios de este proyecto, lo conforman las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la investigación realizada. Se puede identificar dos tipos de beneficiarios:

3.1 Directos

Los productores del cultivo del amaranto (*Amaranthus sp.*), en la provincia de Cotopaxi en las parroquias de Latacunga, Pujilí, Salcedo y Saquisilí, con la ayuda del proyecto de “Granos Andinos”, el grano de amaranto tiene buenas posibilidades de expansión a mayores áreas de siembra, en especial en los valles abrigados de la Sierra, con alta luminosidad y no mayor pluviosidad, dando así una nueva alternativa de producción y comercialización de esta materia prima.

3.2 Indirectos

Se considera que este producto va a ser beneficioso en especial para niños y adultos mayores con problemas de mal nutrición en la provincia de Cotopaxi, posteriormente se pretende que con la producción e industrialización de este grano la población resulta ser beneficiosa al generar nuevas alternativas para la elaboración de productos con valor agregado.

4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, China es el principal productor de amaranto con 150,000 hectáreas sembradas. Le siguen India y Perú con 1,800 has., México con 900 has. Y Estados Unidos con 500 has. En cuanto a participación de mercado en exportaciones, Argentina representa el 49%, Perú el 45.24% y México solamente tiene el 3.02% seguido de Bolivia con 0.36% y Ecuador con 0.25%.

En el Ecuador podemos obtener diferentes fuentes de aportación del grano de amaranto para los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1: Valores de producción de amaranto.

PROVINCIA	NÚMERO DE COLECTAS	PORCENTAJE
Pichincha	37	26.2
Tungurahua	25	17.7
Cañar	20	14.2
Azuay	14	9.9
Imbabura	11	7.8
Loja	7	5.0
Cotopaxi	6	4.3
Chimborazo	6	4.3
Carchi 5 3.5	5	3.5
Bolívar 1 0.7	1	0.7
Otras provincias	9	6.4
Total	141	100

Fuente: García-Pereyra, J., Valdés-Lozano, C. G. S., Alejandra-Iturbide, G., Villanueva Fierro, I., & Alvarado Gómez, O. G. (2011).

En la provincia de Cotopaxi se ha podido realizar este tipo de siembra gracias a la ejecución del proyecto “Granos Andinos” en los distintos sectores de la provincia de Cotopaxi, el cual tiene un plazo de cuatro años (2015-2018) y un financiamiento de más 129 mil dólares.

Cuatro son los cantones considerados para realizar los primeros sembríos de ensayo de chocho, quinua y amaranto, Latacunga, Pujilí, Salcedo y Saquisilí respectivamente. En cada uno de ellos ha habido aprobación por los pobladores debido la atractiva y solvente propuesta que impulsa la Universidad Técnica de Cotopaxi y la carrera de Ingeniería Agronómica.

Mediante los estudios realizados por investigaciones anteriores al tema podemos relacionar que los valores nutricionales que aporta el amaranto alegría son muy altos por ende se pretende obtener valores de proteína en porcentajes adecuados por medio de la germinación en variables de tiempos, permitiéndonos así evaluar la cantidad de proteína en el proceso final.

El amaranto alegría (*Amaranthus Caudatus. L*) es el producto de origen vegetal más completo, es una de las fuentes más importante de proteínas, minerales y vitaminas naturales: A, B, C, B1, B2, B3; ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. Además, es uno de los alimentos con altísima presencia de aminoácidos como la lisina (Mexicana, 2003).

Considerando el alto potencial nutricional del amaranto alegría (*Amaranthus caudatus L.*) es posible formular y elaborar diferentes productos alternativos fortificándoles con semillas germinadas y brindando una alternativa para complementar la alimentación de los niños, adultos y adultos mayores.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Evaluar el incremento de la proteína de amaranto alegría (*Amaranthus caudatus L.*) en el proceso de germinación.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar el método de germinación óptimo (germinador o invernadero) para valorar el incremento de proteína en el amaranto alegría.
- Determinar el mejor tratamiento sobre el incremento de la proteína mediante un análisis físico-químico en el laboratorio.
- Realizar análisis proximal y microbiológico del mejor tratamiento.

6 ACTIVIDADES

Tabla 2: Actividades y sistemas en relación a los objetivos.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Determinar el método de germinación óptimo (germinador o invernadero) para valorar el incremento de proteína en el amaranto alegría.	Control de tiempo y método de germinación (°T controlada y °T no controlada).	Obtener una germinación aceptable para valorar la cantidad de proteína que se produce en el amaranto.	Harina de amaranto germinada.
Determinar el mejor tratamiento en el incremento de la proteína mediante un análisis físico-químico en el laboratorio.	Análisis en el laboratorio.	Determinar el incremento de la proteína del amaranto germinado.	Informe sobre análisis de proteína del mejor tratamiento en los laboratorios del INIAP estación Santa Catalina.
Realizar análisis microbiológico del mejor tratamiento.	Análisis microbiológicos.	Determinar parámetros microbiológicos del mejor tratamiento.	Informe sobre el análisis microbiológico del mejor tratamiento en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Fuente: Guerrero C, 2018

7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes

1.- Elizabeth Contreras, Judith Jaimez, Juan Soto, Araceli Castañeda, Javier Añorve, (2011) en la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo – México con el tema “AUMENTO DEL CONTENIDO PROTEICO DE UNA BEBIDA A BASE DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*)” Las principales razones del desagrado provocado por esta mezcla fue su sabor a grasa, por lo tanto, fue eliminada para ensayos posteriores. Una vez seleccionadas las proporciones de las mezclas de acuerdo a su preferencia por el consumidor y establecida la preferencia de las mezclas respecto a la fórmula original, se realizó una prueba de ordenamiento para determinar cuál de las mezclas era la de mayor agrado

2.- A. S. C. S. de Ruiz (1989). *Efecto de la germinación sobre la composición química y nutricional de la semilla de amaranto* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,(sl)).

En este trabajo se estudiaron los cambios de composición química y valor nutricional. Se germinó durante 0, 24, 48 Y 72 una variedad de *A. hypochondriacus*, *A. Cruentus* y *A. Caudatus*, los granos germinados se secaron a 40°C por 18 horas y se molieron, al transcurrir el tiempo de germinación la concentración de albuminas aumento significativamente.

3.- Colmenares Samayoa de Ruíz, A. S. (1989). Efecto de la germinación sobre la composición química y nutricional de la semilla de amaranto. *Effects of germination on the chemical and nutritional composition of amaranth seed.*

En este trabajo se estudiaron los cambios en la composición química y valor nutricional. Se germinó durante 0, 24, 48 y 72 horas una variedad de *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*. Los germinados se secaron con aire a 40°C por 18 horas y se molieron. Se realizó en las harinas el análisis proximal, azúcares reductores y totales, almidón dañado, tiamina y riboflavina. Se analizó en *A. cruentus* y *A. caudatus* rafinosa, estaquiosa, ácido ascórbico, ácido fítico, niacina y biotina, se llevó a cabo fraccionamiento proteico en todos los tiempos de germinación estudiados. En estas muestras se evaluó la calidad proteica usando NPR y digestibilidad. No se observaron cambios en proteína, fibra cruda y contenido de ceniza,

mientras que el contenido de grasa y ácido fólico disminuyeron con respecto al tiempo de germinación.

4.- En la investigación realizada por el Ing. Edgar Mario Soteras (2011) en la Universidad Nacional del Litoral con el tema “OBTENCIÓN Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA EN BASE DE GRANOS DE AMARANTO” En función de los resultados de las determinaciones reológicas y de estabilidad de las suspensiones se seleccionaron las siguientes condiciones de proceso: molienda húmeda, al 5% de sólidos totales, con tratamiento térmico y con incorporación de 0,05% de Goma Xántica.

7.2 Marco teórico

7.2.1 Amaranto.

En la enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería mencionan que el amaranto pertenece a la familia de los cereales, es conocido por diversidad de nombres, algunos de los cuales se mencionan a continuación: abanico, *achita*, *alegría*, *bledo*, *borlas*, *brede*, *calalú*, *carurú*, *chaclión*, *chaquillón*, *cola de zorro*, *crista de galo*, *cururú*, *hisquilete*, *moco*, *quelite*, *quihuicha*, *quinchuicha*, *quina de Castilla*, *trigo inca*, se trata de un género de plantas ampliamente distribuido por la mayor parte de las regiones templadas y tropicales. Varias de ellas se cultivan como verduras, granos o plantas ornamentales. El grano de Amaranto, es considerado como un pseudocereal, ya que tiene propiedades similares a las de los cereales pero taxonómicamente no lo es. (Marroquín, 2012)

7.2.2 Origen y distribución.

INIAP Alegría fue obtenida a partir de la selección de la variedad Alan García introducida desde el Cuzco-Perú y seleccionada en la Estación Experimental Santa Catalina en el año de 1987-1988, por lo que en el banco de germoplasma del INIAP está identificado como Ecu-2210.

Por las características morfológicas dicha variedad pertenece a la especie *Amaranthus caudatus* L., por la denominación popular que se le da al grano en México y al igual su nombre ayudaría a la promoción en la producción y consumo.

En Ecuador, el Programa de Cultivos Andinos del INIAP, inicio sus investigaciones a partir de 1983 con la recolección y evaluación de germoplasma nativo. (Mera & Toapanta, 2015)

El amaranto tiene un muy alto valor nutritivo por su alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales. Se siembra en muy baja escala, y por ello los investigadores no han desarrollado un material genético que pueda ser calificado como variedad. Es una hierba anual productora de pequeñas semillas en abundancia. Estas semillas tienen propiedades particulares que, aun no siendo gramíneas, se pueden conservar por tiempo prolongado sin que pierdan sus propiedades. (Marroquín, 2012)

El amaranto es una planta anual, de cerca de 1 metro de altura y hojas alternas. La inflorescencia consiste en una panícula terminal, que agrupa flores femeninas y masculinas. La mejor época de siembra es la primavera. Así se aprovecha el periodo más cálido, que permite que la planta desarrolle todo su potencial. La densidad de siembra y el espaciamiento varían mucho; la planta responde bien a densidades altas, aproximadamente trescientas setenta mil plantas/hectárea. Su profundo sistema de raíces hace de ella una especie muy resistente a la sequía, por lo que puede adaptarse a zonas marginales. En épocas de sequía el amaranto permite que haya rendimientos; en cambio cuando las precipitaciones aumentan, el trigo o el maíz son los que más producen. (Marroquín, 2012)

El género *Amaranthus* tiene varias especies; unas se utilizan para tintura, otras para producir granos, y a algunas se les da usos ornamentales.

Los cultivares empleados para producir grano pertenecen a las especies *Amaranthus hypochondriacus* L., *A. cruentus* L. y *A. caudatus* L. la primera es originaria de México; la segunda, de América Central, y la última de los Andes.

El amaranto en grano una vez limpio y seco puede ser guardado durante muchos años. Este grano, forma parte del grupo de cereales; con características nutricionales muy valiosas, tiene un alto contenido de proteína mayor que el de otros cereales como el maíz y el trigo; es rico

en hidratos de carbono; contiene poca grasa y es rico en fósforo, calcio y magnesio. Por otra parte, menciona que existe una amplia variabilidad en las diferentes especies del género. Solo tres de ellas son cultivadas: *A. cruentus*, originario de Guatemala. Después de varios estudios se ha llegado a la conclusión de que las especies de semilla comestible se reducen a: *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus caudatus* y *Amaranthus cruentus*. De las tres especies anteriores, solo *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* se cultivan en México y Guatemala y *Amaranthus caudatus* en Sudamérica. (Marroquín, 2012)

7.2.3 Características del cultivo

Las características más importantes del amaranto es sin duda su alto valor nutritivo se menciona que el grano de amaranto contiene alrededor del 17 por ciento de proteínas. Su importancia no radica sólo en la cantidad sino en la calidad de la proteína, ya que presenta un excelente balance de aminoácidos. (Marroquín, 2012)

Si su harina se mezcla con la de trigo, se produce un pan de elevado valor nutricional, con los aminoácidos casi perfectamente equilibrados. Se pueden aprovechar de múltiples formas, como grano, como verdura o como forraje. Es también un cultivo altamente eficiente que puede prosperar en condiciones agroclimáticas adversas, tales como sequía, altas temperaturas y suelos salinos. El almidón es el componente principal en la semilla del amaranto, pues representa entre 50 y 60% de su peso seco, esto facilita la digestión y el buen funcionamiento del hígado. (Marroquín, 2012)

El almidón del amaranto posee dos características distintivas que lo hacen muy prometedor en la industria: tiene propiedades aglutinantes inusuales y el tamaño de la molécula es muy pequeño es de aproximadamente un décimo del tamaño del almidón del maíz. Estas características se pueden aprovechar para espesar o pulverizar ciertos alimentos o para imitar la consistencia de la grasa. (Chagaray, 2005)

Contiene entre un 5 y 8% de grasas saludables. Destaca la presencia de Escualeno, un tipo de grasa que hasta ahora se obtenía especialmente de tiburones y ballenas. El aceite de amaranto es de buena calidad y el contenido superior al de maíz, cereal que se emplea comercialmente como fuente de aceite; contiene altos niveles de ácido linoleico, ácido graso esencial

precursor de prostaglandinas cuya función es análoga a la de las hormonas. El aceite no tiene colesterol y las semillas prácticamente no tienen factores anti nutricionales tan frecuentes en leguminosas como soja. (Chagaray, 2005)

El valor nutritivo de las hojas de amaranto ha sido también ampliamente estudiado. Se ha encontrado que la hoja contiene altos valores de calcio, hierro, fósforo y magnesio, así como ácido ascórbico, vitamina A y fibra. El cultivo de amaranto para verdura requiere mayor humedad, ya que se ha observado que bajo condiciones de estrés hídrico las hojas contienen altos niveles de oxalatos y nitratos, que pueden tener efectos adversos para la nutrición humana. (Marroquín, 2012)

No obstante, al hervir las hojas la concentración de estos compuestos disminuye., Torun, et. al, (1996) indican que si se consume alimentos a base de amaranto equivale a una porción de alimentos que proveen de proteína de alto valor biológico como un pedazo de queso blanco fresco, 4 onzas de alas de pollo cocidas, una porción de lengua de res, un chorizo de carne de cerdo. (Marroquín, 2012)

7.2.4 Clasificación sistemática.

Según (MUJICA SÁNCHEZ 1989).la clasificación del Amaranto es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Archyclamideae
Orden	Centrospermas
Familia	Amaranthaceae
Género	Amaranthus
Sección	Amaranthus caudatus

7.2.5 Características morfológicas.

“Las características morfológicas de la variedad Alegría, se observa que esta variedad presenta hojas verdes claras de forma ovalada alargada. La característica más notable es el color y tipo de panoja así esta variedad, presenta panoja rosada, semirrectas (el ápice de la panoja se encorva ligeramente hacia abajo).” (Mera & Toapanta, 2015)

Cuadro 1: Características morfológicas de la variedad de amaranto INIAP-alegría.

Ramificación	Sencillo a ramificado
Tipo de raíz	Axonomorfa
Color de la Planta	Verde claro
Forma del tallo	Verde amarillento
Color del tallo a la floración	Rosado
Color del tallo a la madurez	Amarillo claro
Estrías en el tallo	Ovaladas – alargadas
Forma de hoja	Verde claro
Color de hojas	39,6 cm.
Superficie de la hoja	Entero
Color de panoja juvenil	Verde amarillento
Color de panoja madura	Semirrecta
Flores	Unisexuales

Fuente: (Peralta et al., 2012)

7.2.6 Composición química del grano.

El amaranto es especialmente rico en proteínas, grasas, minerales y fibra. La calidad de proteína del grano de amaranto es única entre varios granos de alimentación humana. (Mera & Toapanta, 2015)

Según la National Academy of Science. Redacta que los estudios realizados a la composición química aproximada del grano de amaranto de tres especies más cultivadas, en porcentajes en 100gr son:

Tabla 3: Composición química del grano de amaranto.

ESPECIES	PROTEÍNA	GRASA	FIBRA	CENIZA
	%	%	%	%
Amaranto Cruentus	17,8	7,9	4,4	3,3
Amaranto Caudatus	15,8	8,1	3,2	3,2
Amaranto Hypochondriacus	15,6	6,1	5,0	3,3

Fuente: (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.7 Requerimientos de clima y suelo para el cultivo.

“La variedad presenta un rango de adaptación (entre 1.500 y 2.800 msnm), es decir que puede ser cultivada en los valles bajos de la Sierra. En localidades exentas de la presencia de heladas se puede sembrar a mayor altitud, pero en ningún caso se recomienda la siembra en sitios con una altitud superior a los 3.000 m, puestos que es fuertemente afectada por las bajas temperaturas. Las localidades más aptas para el cultivo estarían situadas entre los 2.000 y los 2.600 m de altitud” (Mera & Toapanta, 2015)

En suelos para el cultivo de amaranto, se deben preferir los de textura franca, con un buen contenido de materia orgánica y con un pH entre 5,5 a 7. La variedad presenta un mejor comportamiento en suelos con buen drenaje y por lo general es afectado por suelos arcillosos. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.8 Requerimientos generales para el cultivo.

7.2.8.1 Preparación de suelo y siembra.

La siembra puede ser directa o mediante trasplantes de plántulas previamente germinadas en semilleros, esta práctica no es la más común en nuestros medios. En cambio la siembra directa

se debe preparar el suelo hasta que quede completamente mullido es decir libre de terrones, palos, piedras, o restos de cosechas anteriores. (Mera & Toapanta, 2015)

La siembra se puede realizar en surcos de aproximadamente de 10 cm de profundidad y separados a 60 a 70 cm. En este surco adentro se puede sembrar a chorro continuo o en golpes separados a 20 cm: en el cual podemos colocar de 10 a 20 semillas por golpe y luego tapar con 1 a 2 cm de suelo. Se coloca las semillas al costado en épocas de lluvia con el objetivo de evitar el arrastre de estas o prevenir un tapado excesivo por la acción de la lluvia. (Mera & Toapanta, 2015)

Existe también siembras mecánicas en la cual se utiliza sembradoras de hortalizas o de pastos como alfalfa o trébol, la densidad de siembra varía entre 2 y 6 kg/ha, cuando la siembra es mecánica y hasta 10 kg/ha cuando es manual. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.8.2 Semilla.

El uso de la semilla certificada por el INIAP es el único en el país que garantiza la calidad de la cosecha, por lo que al momento no es necesario desinfectar la semilla antes de la siembra. Es necesario usar semillas frescas porque el almacenaje prolongado disminuye el poder germinativo de la misma. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.8.3 Época de siembra.

Las fechas de la siembra deben realizarse entre diciembre y febrero, en donde la cosecha coincide con un periodo seco de junio-agosto, por lo que se debe tomar en cuenta que al sembrar; el suelo debe estar suficientemente húmedo para asegurar la germinación. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.8.4 Fertilización.

“El estiércol es un fertilizante química y orgánica que el *Amaranthus caudatus* responde muy bien aseguran Sumar. El amaranto no es una planta exigente, esta prospera y fructifica con

éxito inclusive en suelos pobres, aunque responde bien a la dosis moderado de NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), por lo que es necesario evitar la competencia de malas hierbas solo al inicio del ciclo vegetativo, debido al follaje y la agresividad, después puede sobrevivir por sí misma”.

Para una adecuada fertilización es recomendado aplicar 100-60-30 kg/ha de N-P₂O₂ – K₂O o un equivalente de 200 kg de 10-30-10 y 170 de urea o 130 kg/ha de 18-46- 0 más 150 de urea y 50 de muriato de potasio. (Mera & Toapanta, 2015)

Una alternativa es el uso de materia orgánica, en la dosis de 2 a 5 t/ha, combinado con la mitad de la recomendación de la fertilización química (5-30-15 Kg/ha NP₂O₅ – K₂O). Para la fertilización se debe hacer un chorro continuo y al fondo del surco. Al momento de la siembra se debe colocar todo el fosforo y potasio, mientras que el nitrógeno se fracciona en dos partes (50% en la siembra y el otro 50% se coloca a los 50 días después de la siembra). (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.9 Plagas y enfermedades del amaranto.

7.2.9.1 Enfermedades.

“Causada por *Aternaria* spp, esta produce lesiones neuróticas con círculos amarillos en las hojas, la consecuencia es la reducción del vigor de la planta, también en algunas consecuencias ataca a la inflorescencias presentándole como manchas negras en las hojas. Cuando comienza esta enfermedad ataca las hojas con clorosis y al tallo le torna de color violáceo en los tallos.” (Mera & Toapanta, 2015)

➤ Esclerotiniosis.

Esta enfermedad es causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, esta ataca a los órganos de las plantas produciendo lesiones en el tallo, hojas e inflorescencia de color marrón, también produce clorosis y en casos muy severos pudrición y a la larga la muerte por la marchites de la planta. (Mera & Toapanta, 2015)

- Mancha negra del tallo.

Esta enfermedad es causada por *Macrophoma* sp, se presenta con manchas negras en la base del tallo, también a la planta le estrangula hasta llegar a la parte superior del tallo, debilitándole hasta que la planta llega a su muerte inevitable. (Mera & Toapanta, 2015)

- *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*.

Esta enfermedad se presenta en los primeros 30 días de cultivo y sobre todo en suelos con muchas materias orgánicas o sobresaturadas. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.9.2 Plagas.

Principales plagas que atacan al cultivo de amaranto.

- *Agrotis* spp, *Feltia* spp, Noctuidae.

Son gusanos cortadores o trozadores que mastican el tallo hasta romper o trozar la planta, estos gusanos consumen follajes y brotes tiernos. (Peralta et al., 2012)

- *Diabrotica* spp, *epitrix* spp, Chrysomelidae.

Se los conoce como vaquita o tortuguita, esta plaga tiende a masticar las hojas y brotes tiernos de la planta, la plaga de pulguitas afecta a las hojas ya que causan perforaciones finas dañando a la hoja. (Peralta et al., 2012)

- *Myzus* spp, Aphidae.

Se los conoce como pulgones esta plaga por lo general succionan la sabia de la planta absorbiendo todos los nutrientes. (Peralta et al., 2012)

➤ *Lygus* spp, Miridae.

Se los conoce como chinches, esta plaga por lo general perfora y se alimentan de los granos tiernos dañando el crecimiento y su desarrollo normal.(Peralta et al., 2012)

7.2.10 Cosecha y trilla.

En la cosecha del amaranto se da cuando la planta presenta un color pardo amarillento, en donde la panoja contiene los granos que se tornan de aspecto harinoso dejando notar su madurez. (Mera & Toapanta, 2015)

La trilla se la realiza con una trilladora estacionaria específicamente para granos pequeños en donde también se lo adecua con tamices finos y se debe regular la entrada de aire en el ventilador para evitar desperdicios de grano y esta etapa solo sirve cuando el grano está bien seco por lo que ayuda al trabajo de obtención del producto. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.11 Post cosecha.

Después de la cosecha y trilla, se recomienda algunas prácticas de manejo de post cosecha para evitar pérdidas innecesarias del producto o también el deterioro prematuro de la calidad del grano cosechado. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.12 Recomendaciones para esta etapa:

El grano debe estar seco hasta que obtenga el 14% de humedad o hasta menos. Su almacenaje debe ser en un lugar apropiado con ventilación en donde se evite la fermentación, formación de mohos, ataque de insectos e incluso la pudrición de los granos. La clasificación de los granos también es esencial por lo que se usan tamices de 2 mm de diámetro para separar las impurezas y luego está un tamiz de 1.1 mm de diámetro para separar el grano de primera calidad. En la variedad INIAP Alegría el promedio de extracción de granos de primera calidad es del 87% con un 10% del grano de segunda calidad y un 3% de impurezas, dejando notar

que esto puede variar dependiendo el método de trilla y la cantidad de impurezas presentes por la cosecha. (Mera & Toapanta, 2015)

7.2.13 Valor nutritivo.

El valor nutritivo del amaranto supera a las verduras y hortalizas de uso común (tomate, pepinillos, lechuga y espinaca). En las hojas del amaranto se encuentra oxalato el cual es un compuesto toxico que no supera el 4.6 % y es inofensivo para la salud, pero para que esta sustancia se elimine casi en su totalidad se debe someter a las hojas a cocción.(Mera & Toapanta, 2015)

Tabla 4: Valor nutricional comparativo.

CARACTERÍSTICAS	GRANO	VERDURA
Proteína %	12,0 – 19,0	14,0 – 33,0
Grasa	6,1 – 8,1	1,0 – 4,7
Fibra %	3,5 – 5,0	5,3 – 17,0
Carbohidratos %	71,8	19,4 – 43,0
Ceniza %	3,0 – 3,3	2,1 – 3,0
Calcio*	130,0 – 154,0	1042,0 – 2776,0
Fósforo*	530,0	740,0 – 760,0
Potasio*	800,0	
Hierro*	6,3 – 12,8	7,0 – 52,0
Caroteno*		24,0 – 33,0
Lisina %	0,8 – 1,0	
Vitamina C*	1,5	64,0 – 693,0
Calorías**	391	

Fuente: (INAP 1994)

7.2.14 Rendimiento.

PERALTA, MAZÓN, MURILLO, RIVERA (2012), Después de haber sembrado de 6 a 8 kg por hectárea en la cosecha se obtiene un rendimiento de 2000 kg por hectárea, es decir, 44 quintales por hectárea.

7.2.15 Valor nutricional.

El amaranto es un vegetal con un muy alto valor nutritivo por su alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales. En los últimos años se ha comprobado, por medio de técnicas analíticas modernas, la alta calidad y cantidad de proteínas que contiene el amaranto, lo que llama la atención de los especialistas en alimentos. Sin embargo, aún es escasa la información sobre la composición de las distintas partes de las plantas y sobre las diferentes especies. La cantidad de proteína de la semilla es mayor que la de los cereales. Contiene más del doble de proteínas que el maíz, arroz y del 60 a 80 % más que el trigo. Además, los valores del extracto (lípidos), fibra cruda y cenizas, también superan el contenido de los cereales. (L. García, 2012)

En cuanto su composición de aminoácidos, contiene el doble de lisina que el trigo y el triple que el maíz, característica que hace del amaranto un alimento valioso para complementar las dietas basadas en cereales. El amaranto empezó a llamar la atención de los científicos cuando en 1972 el australiano Jhon Dowton encontró que el grano contenía proteínas de calidad inusual, debido a la alta cantidad del aminoácido llamado «lisina» que de acuerdo a la FAO lo coloca en la clasificación de alimento que se acerca al ideal, ya que contiene entre 16 y 17 % de proteínas, en comparación con el trigo (12 - 14 %), el arroz (7 - 10 %) y maíz (9 - 10 %). (L. García, 2012)

7.2.16 Usos del amaranto.

El amaranto tiene gran variedad de usos los cuales se presentan a continuación.

7.2.16.1 Usos para la alimentación.

El amaranto tiene gran variedad de aplicaciones en la industria de alimentos; como grano entero, expandido o harina. Puede ser usado en productos como cereales para desayuno, recubrimientos para carnes, pescado o vegetales, golosinas, repostería, condimento de ensaladas, productos horneados y alimentos dietéticos; incluso se puede utilizar como un sustituto de grasa. (Marroquín, 2012)

El amaranto también se emplea como forraje para el ganado u otros animales. Su semilla limpia y seca, se tuesta y muele para obtener harina, que puede ser utilizada para preparar atoles, sopas, alborotos. A la vez puede mezclarse en sopas, recados, yogur o granola. De igual manera sirve para elaborar pan, pasteles y galletas. Incluso se puede utilizar en la elaboración de cosméticos, colorantes e incluso plásticos biodegradables. (Marroquín, 2012)

7.2.17 Funciones nutricionales del amaranto.

El amaranto tiene un contenido importante de lisina, aminoácido esencial en la alimentación humana y que comúnmente es más limitante en otros cereales. Este aminoácido interviene en el crecimiento, reparación de tejidos, anticuerpos del sistema inmunológico y síntesis de hormonas. La calidad del contenido proteínico mayoritario puede compararse en varios parámetros a la de la proteína de la leche, la caseína, que se considera nutricionalmente la proteína por excelencia; la principal proteína en el amaranto, descubierta y bautizada como amarantina es superior nutricional y funcionalmente a cualquier otra proteína vegetal conocida hasta ahora. Pero además, lo interesante es su buen equilibrio a nivel de aminoácidos y el hecho de que contenga lisina que es un aminoácido esencial en la alimentación humana y que no suele encontrarse en la mayoría de los cereales. Los niveles de lisina Son superiores a los de todos los cereales. (Lozano, Solórzano, Bernal, Rebolledo, & Jacinto, 2008)

7.2.18 Usos medicinales.

El amaranto ha sido aprovechado desde tiempos prehispánicos: las hojas se utilizaron para infusión contra la diarrea no sólo por su valor nutritivo, sino también por las propiedades médicas que se le atribuyen y se han confirmado con las investigaciones realizadas durante los últimos años. (Marroquín, 2012)

Recientes estudios demostraron que una gelatina con alto contenido de fibra, elaborada con base de amaranto, nopal y harina de brócoli, podría prevenir el cáncer de colon. Por las propiedades nutritivas y los componentes del amaranto como las proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, fibra y grasas, es recomendado para prevenir y ayudar a curar

afecciones como la osteoporosis, diabetes mellitus, obesidad, hipertensión arterial, estreñimiento y diverticulosis, insuficiencia renal crónica, insuficiencia hepática, encefalopatía hepática, así mismo es un alimento apto para celíacos y dieta para personas con autismo. (Marroquín, 2012)

Se recomienda a pacientes con problemas bucodentomaxilares, geriátricos, desnutridos y oncológicos, en dietas hiperenergéticas e hiperproteicas; hipocolesterolemiantes. Por su contenido energético también es beneficioso para pacientes con requerimientos calóricos elevados. (Marroquín, 2012)

7.2.19 Aprovechamiento de los nutrientes del grano de amaranto.

El amaranto se puede digerir y absorber mejor después de transformarlo con calor. Remover la cubierta del grano con calor ha sido reportado como la mejor forma de mejorar la calidad de la proteína disponible en el grano de amaranto. Hay varios métodos para transformarlo entre los que están reventar, tostar, hervir, etc. Utilizar temperaturas muy altas reduce la calidad del grano. El potencial de daño a la calidad nutricional es más obvio cuando se está transformado con calor seco. (Marroquín, 2012)

Las tendencias en cuanto a la utilización del grano, según Peralta et al., (2012) son:

- Uso del grano solo.- esta aplicación se justifica por el alto contenido de nutrientes presentes en el amaranto.
- En mezclas con otros productos.

Los productos con los que normalmente se mezcla son otros cereales, leguminosas y cereales; y en harina con otras harinas e incluso leche. El objetivo de las mezclas, es la obtención de productos de mejor valor nutritivo.

En la actualidad es aprovechada casi toda la planta del amaranto: los tallos tiernos se consumen como verdura y sus hojas se guisan; pero la parte más utilizada es la semilla, ingrediente básico en incontables alimentos mencionados con anterioridad. (Marroquín, 2012)

7.2.20 Proteína del amaranto.

La proteína del amaranto es uno de los componentes abundantes en el grano de amaranto. La proteína de amaranto ha proporcionado propiedades nutritivas más altas que el de otras semillas como trigo, cebada, soja, maíz. Se usan proteínas como ingrediente funcional en comidas formuladas. (Marroquín, 2012)

Contenido de Proteína del Amaranto Comparado con los Principales Cereales (g/100 g pasta comestible).

Tabla 5: Comparación de la proteína con otros cereales.

Amaranto	13,6 – 18,0
Cebada	9,5 – 17,0
Maíz	9,4 – 14,2
Arroz	7,5
Trigo	14,0 – 17,0
Centeno	9,4 – 14,0

Fuente: (Tapia, 2000)

Tabla 6: Composición química de la semilla de amaranto (Por 100 g de parte comestible y en base seca).

Características	Contenido
Proteína (g)	12 – 19
Carbohidratos (g)	71.8
Lípidos (g)	6,1 – 8,1
Fibra (g)	3,5 – 5,0
Cenizas (g)	3,0 – 3,3
Energía (kcal)	391
Calcio (mg)	130 – 164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina C (mg)	1,5

Fuente: (Tapia, 2000)

Según Tapia, 2000; manifiesta que la composición química de la semilla de amaranto por cada 100 gramos de parte comestible y en base seca contiene altos valores nutricionales y esenciales para el consumidor.

Tabla 7: Valor nutricional (Por 100 g de producto fresco).

Energía	377 calorías
Hidratos de carbono	65,4 %
Proteínas	15 %
Grasas	7,2 %
Fibra	6,7 %

Fuente: (Tapia, 2000)

7.2.21 Requerimientos nutricionales en niños.

Los requerimientos nutricionales se definen como las cantidades de energía y nutrientes biodisponibles que un individuo sano debe ingerir para satisfacer sus necesidades biológicas. Se expresan como los valores adecuados para el promedio de un grupo determinado de individuos, por ejemplo: niños y mujeres embarazadas. (Marroquín, 2012)

En los niños se está produciendo el crecimiento y desarrollo de los huesos, dientes, músculos y sangre, necesitan más nutrientes alimentarios en proporción a su tamaño que los adultos. La ingesta de referencia se basa en los conocimientos actuales sobre la ingesta de nutrientes para mantener una salud óptima. (Marroquín, 2012)

La mayoría de los datos existentes sobre niños en edad preescolar y escolar son valores interpolados a partir de lactantes y adultos. Esta ingesta de referencia tiene como objetivo mejorar la salud de la población a largo plazo, al reducir el riesgo de enfermedad crónica y prevenir deficiencias nutricionales.

7.2.22 Requerimientos de proteína en niños.

Los requerimientos de proteína son expresados como gramos de proteína por kilogramo de peso y son constantes para los grupos de edad y sexo. (Marroquín, 2012)

Cada día, los niños necesitan ingerir aproximadamente 0,5 gramos de proteínas por cada libra de peso (0,5 kilogramos), es decir, un gramo por cada dos libras (1 kilogramo) de peso. Sus requerimientos proteicos aumentarán conforme vaya creciendo, pero luego se estancarán cuando alcance su talla de adulto, por ejemplo, los adultos, necesitan aproximadamente 60 gramos de proteínas al día. (Marroquín, 2012)

La necesidad de proteínas por kilo de peso disminuye desde aproximadamente 1.1 g. en la primera infancia, a 0.95 g. al final de la infancia. La ingesta de proteínas varía desde el 5% al 30% de la ingesta diaria recomendada (IDR) en calorías según la edad. (Marroquín, 2012)

Cuadro 2: Requerimiento promedio de proteínas y recomendaciones dietéticas diarias.

Edad	Peso en kilogramos	Requerimientos promedio g/kg/día
2,1 – 3 años	13,5	0,97
3,1 – 5 años	16,5	0,91
5,1 – 7 años	20,5	0,87
7,1 – 10 años	27	0,82
10,1 – 12 años	35	0,79

Fuente: (Hernandez, 2004)

Cuadro 3: Ingesta dietética de referencia de proteínas para niños de 1 a 13 años de edad.

Edad	Gramos/día	Requerimientos promedio g/kg/día
1 – 3 años	13	1,1
4 – 8 años	19	0,95
9 – 13 años	14	0,85

Fuente: L.kathleen, et al. Dietoterapia de Krause (2009).

7.2.23 La germinación.

Durante los procesos industriales de refinamiento de alimentos se pierden y/o se reducen sustancias, muchas veces esenciales que el cuerpo necesita para su correcto metabolismo. La germinación representa la técnica más efectiva para aportar a nuestro cuerpo energía vital concentrada. (Romero, 2014)

El agua es la sustancia fundamental para toda germinación, ya que es la sustancia que activa todo el proceso metabólico en una semilla. Las experimentaciones para la germinación del amaranto se basaron en el uso del remojo de semillas previamente seleccionadas y lavadas, lo que implicaba un aumento de volumen en cada una de ellas contribuyendo a la emergencia de la radícula y a la caída del epispermo. (Rubio, 2016)

La germinación es el proceso de crecimiento embrionario el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una planta, este proceso es importante, porque si no hay germinación no hay planta y sin planta no hay cosecha. Es el inicio de la vida de una planta se ve amenazada por varios inconvenientes, como serían, la falta o exceso de riegos, plagas, demasiada solarización o temperatura inapropiada, por estas y otras razones se extremarán los cuidados para obtener plántulas. Entre los procesos de la germinación la latencia es de vital importancia para la sobrevivencia de la planta. (Doria, J 2010)

7.2.24 Factores que afectan a la germinación.

Los factores que afectan a la germinación se dividen en dos tipos: internos y externos.

7.2.24.1 Factores internos (*Intrínsecos*).

Son aquellos propios de la semilla; los cuales son:

➤ Madurez.

Se dice que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica corresponde con el desarrollo de las distintas estructuras que constituyen la semilla, dándose generalmente por concluida cuando embrión alcanza su máximo desarrollo. En este proceso es un factor interno porque en ella se presenta la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla. La

duración e intensidad periodo de deshidratación de la semilla son variable y depende de la característica de la propia semilla. (Doria, J 2010)

➤ Viabilidad de las semillas.

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento. (Doria, J 2010)

Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, pueden haber semillas que germinan, todavía, después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas. El caso más extremo de retención de viabilidad es el de las semillas de *Nelumbo nucifera* encontradas en Manchuria con una antigüedad de unos 250 a 400 años. (Doria, J 2010).

En el extremo opuesto tenemos las que no sobreviven más que algunos días o meses, como es el caso de las semillas de arce (*Acer*), sauces (*Salix*) y chopos (*Populus*) que pierden su viabilidad en unas semanas; o los olmos (*Ulmus*) que permanecen viables 6 meses.

En general, la vida media de una semilla se sitúa entre 5 y 25 años.

Las semillas pierden su viabilidad por causas muy diversas. Podríamos pensar que mueren porque agotan sus reservas nutritivas, pero no es así, sino que conservan la mayor parte de las mismas cuando ya han perdido su capacidad germinativa. (Doria, J 2010)

Una semilla será más longeva cuanto menos activo sea su metabolismo. Esto, a su vez, origina una serie de productos tóxicos que al acumularse en las semillas produce efectos letales a largo plazo para el embrión. Para evitar la acumulación de esas sustancias bastará disminuir aún más su metabolismo, con lo cual habremos incrementado la longevidad de la semilla. Ralentizar el metabolismo puede conseguirse bajando la temperatura y/o deshidratando la semilla. Las bajas temperaturas dan lugar a un metabolismo mucho más lento, por lo que las semillas conservadas en esas condiciones viven más tiempo que las conservadas a temperatura ambiente. La deshidratación, también alarga la vida de las

semillas, más que si se conservan con su humedad normal. Pero la desecación tiene unos límites; por debajo del 2%-5% en humedad se ve afectada el agua de constitución de la semilla, siendo perjudicial para la misma.(Armero, 2014)

En resumen podemos decir que, para alargar más tiempo la vida de una semilla, ésta debe conservarse en las siguientes condiciones: mantenerla seca, dentro de unos límites; temperaturas bajas y, reducir al mínimo la presencia de oxígeno en el medio de conservación.

7.2.24.2 Factores externos (*Extrínsecos*)

➤ Humedad.

La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos. (Doria, J 2010)

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión. (Doria, J 2010)

➤ Temperatura.

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan

dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables. (Doria, J 2010)

La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso. La temperatura óptima, intermedia entre ambas, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible. (Doria, J 2010)

Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25°C. Las máximas temperaturas están entre 40°C y 50°C (*Cucumis sativus*, pepino, 48°C). Sin embargo, las semillas de las especies de las zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, entre 5°C y 15°C. Ejemplo de ello son *Fagus sylvatica* (haya), *Trifolium repens* (trébol), y las especies alpinas, que pueden germinar a 0°C. En la región mediterránea, las temperaturas más adecuadas para la germinación son entre 15°C y 20°C. (Bonifaz, 2009)

Por otra parte, se sabe que la alternancia de las temperaturas entre el día-noche actúan positivamente sobre las etapas de la germinación. Por lo que el óptimo térmico de la fase de germinación y el de la fase de crecimiento no tienen por qué coincidir. Así, unas temperaturas estimularían la fase de germinación y otras la fase de crecimiento. (Herrera, 2007)

➤ Gases.

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O₂ y CO₂. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. (Doria, J 2010)

La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21% de O₂ y un 0.03% de CO₂. Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O₂ por debajo del 20%. Los casos mejor conocidos son: *Typha latifolia* (espadaña) y *Cynodon dactylon* (grama), que germinan mejor en presencia de un 8% de O₂. Se trata de especies que viven en medios acuáticos o encharcados, donde la concentración de este gas es baja. El efecto del CO₂ es el contrario del O₂, es decir, las semillas no pueden germinar se aumenta la concentración de CO₂. (Doria, J 2010)

Para que la germinación tenga éxito, el O₂ disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. pueden obstaculizar la germinación de la semilla por que reducen la difusión del O₂ desde el exterior hacia el embrión. (Doria, J 2010)

7.2.25 Beneficios de los productos germinados.

Los germinados nos aportan una serie de nutrientes que otro tipo de alimentos no nos dan, además los germinados son un tipo de alimento que contiene en su interior todo el potencial de la vida, con unas propiedades nutricionales excelentes, brindando una cantidad adecuada de vitaminas, enzimas y minerales.

La ingesta de semillas germinadas es una buena opción para las personas que tienen problemas digestivos, ya que al estar germinadas son más fáciles de digerir y asimilar por el organismo. Esto es lo que hace que sea más recomendable el uso de este tipo de alimentos por personas que tienen problemas para digerir las verduras crudas o cocidas, ya que con las germinadas se acelerará mucho más el proceso digestivo evitando la aparición de gases y demás molestias. (Baroody & Palmisano, 2012)

7.3 Marco conceptual.

Amaranto.- es un pseudocereal con un contenido altamente proteico, pertenece a la familia de los Amaranthaceae. No contiene gluten. La harina de esta planta está siendo utilizada para la elaboración de productos sin gluten. (INIAP).

Análisis.- distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

Cereal.- dicese de las plantas gramíneas de semillas farináceas que sirven de alimento al hombre y a algunos animales.

Fortificación.- acción de fortificar o modificar un producto de consumo humano o animal.

Germinación.- proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: luz, agua, oxígeno y sales minerales.

Granos andinos. Son cultivos tradicionales de granos en las alturas de los Andes y crecen en altitudes entre 3.000 y 4.000 m.s.n.m. Fueron la mayor fuente de nutrición de las comunidades aimaras y quechuas, pero durante los últimos siglos el área plantada con estos cultivos disminuyó dramáticamente.

Humedad.- cantidad de vapor acuoso contenida en una sustancia.

Industria.- aplicación del trabajo humano o la transformación de primeras materias hasta hacerlas útiles para la satisfacción de necesidades.

Nutrición.- consiste en el aprovechamiento de las sustancia de las sustancia procedentes del exterior “nutrientes”.

Procesos.- conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Proteínas.- son nutrientes de tipo orgánico que tienen una función plástica. Sirven para reparar el organismo y para crecer (desarrollo de los tejidos, formación de hormonas, enzimas, etc.). Existen proteínas animales y vegetales. El gluten es una proteína vegetal, que sólo se encuentra en los cereales trigo, cebada, centeno y avena.

Radícula.- parte del embrión destinada a ser la raíz de la planta.

Semilla.- parte de la planta que la reproduce cuando germina.

Temperatura.- índice del nivel térmico de un cuerpo a una sustancia medido en grados.

Valoración.- es la práctica de asignar valor de un producto o bien de cualquier índole.

8 HIPÓTESIS

Ho: Los dos métodos (°T controlada y °T no controlada) y los tres tiempos de germinación no influyen significativamente en las características físico-químicas en el incremento de proteína del amaranto alegría.

Hi: Los dos métodos (°T controlada y °T no controlada) y los tres tiempos de germinación influyen significativamente en las características físico-químicas en el incremento de proteína del amaranto alegría.

9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipo de investigación.

9.1.1 Investigación básica.

Entendida como aquella que se desarrolla, con la finalidad de buscar nuevos conocimientos en una esfera determinada, y se obtendrá como resultados el descubrimiento de nuevos principios, teorías, leyes y métodos. Serán trabajos teóricos con apoyo experimental que se realizan para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos y hechos observables sin que éstos necesariamente sean utilizados para aplicaciones determinadas.

9.1.2 Investigación experimental.

La investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver, se presenta mediante la manipulación de una variable

experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Se aplicaron experimentos "puros", entendiendo por tales los que reúnen tres requisitos fundamentales:

- Manipulación de una o más variables independientes.
- Medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente.
- Validación interna de la situación experimental.

9.2 Métodos.

9.2.1 Método inductivo.

Con este método se obtendrán conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, cuya aplicación sea de carácter general.

9.2.2 Método estadístico.

Se presentará un análisis del tamaño de la radícula de los granos germinados, luego de someterlos a las temperaturas y tiempos dados y comparando esta información con la bibliografía.

9.3 Técnicas.

9.3.1 Observación directa.

Para la investigación permitirá realizar un acercamiento al problema de estudio, aproximándose a la realidad donde se llevará a cabo el monitoreo del proceso de germinación ayudándonos en la recopilación de información, es decir, la obtención de datos generales como: tiempo, temperatura, etc. A la vez se utilizó una libreta de campo y cámara fotográfica para llevar el registro de evolución de la semilla en el proceso de germinación.

9.3.2 Monitoreo.

Permitirá conocer el diagnóstico preliminar de la investigación durante el proceso de germinación (tiempo-temperatura).

9.4 Instrumentos.

- Registros
- Fotografías
- Fichas

Descripción de la metodología

Lugar de trabajo: Universidad Técnica de Cotopaxi, proyecto de “Granos Andinos”.
Salache – Eloy Alfaro – Latacunga – Cotopaxi.

Materiales para el proceso de germinación.

- Recipientes de plástico
- Vasos de vidrio
- Platos desechables
- Mortero y pistilo
- Pipetas de plástico

Insumos

- Amaranto
- Agua

Equipos

- Germinador
- Balanza
- Termómetro digital
- Termómetro de mercurio

Materiales de proceso

- Mandil
- Cofia
- Mascarilla

- Fundas plásticas de polietileno

Equipos y materiales de oficina

- Computadora
- Flash USB
- Esferos
- Marcadores
- Lápiz
- Hojas
- Cuaderno
- Carpeta
- Celular
- Calculadora

9.5 Metodología para el proceso de germinación.

Recepción de la materia prima.- La materia prima fue obtenida de las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi del proyecto de “Granos Andinos” fue seleccionada y clasificada con una cantidad de 8 libras.

Fotografía 1: Materia prima amaranto alegría.



Fuente: Guerrero C, 2018

Pesado.- Con la ayuda de una balanza analítica se pesó la cantidad de materia prima que se utilizó para realizar el proceso de germinación.

Fotografía 2: Peso del grano de amaranto alegría.



Fuente: Guerrero C, 2018

Lavado.- Los granos se lavaron con agua potable para realizar la limpieza y eliminar algunas impurezas presentes en el grano de amaranto.

Fotografía 3: Lavado del grano.



Fuente: Guerrero C, 2018

Remojado.- Los granos de amaranto deben alcanzar una humedad óptima del 8 % para comenzar el proceso de germinado, los granos se colocaron en vasos de vidrio con agua a una temperatura ambiente entre 18 - 24° C para el amaranto alegría, teniendo cuidado de que el agua exceda la superficie de los granos, por un tiempo de 24 horas.

Fotografía 4: Remojo del grano.



Fuente: Guerrero C, 2018

Germinación.- Después de remojar las muestras de amaranto se colocó en platos desechables para empezar con el proceso de germinación.

Fotografía 5: Platos para germinar.



Fuente: Guerrero C, 2018

Equipo de germinación.- Posteriormente se colocó dentro de la cámara de germinado con una temperatura controlada de 20° C y en el invernadero a temperatura ambiente no controlada entre 18-24° C, donde verificamos el crecimiento de la radícula.

Fotografía 6: Cámara de germinado.



Fuente: Guerrero C, 2018

Amaranto germinado.- Una vez obtenido los granos de amaranto germinados bajo el control de tiempo (24, 48 y 72 horas) y temperatura (°T 20° C controlada en el germinador y °T 18-24° C no controlada en el invernadero) se procedió al siguiente paso que es la deshidratación.

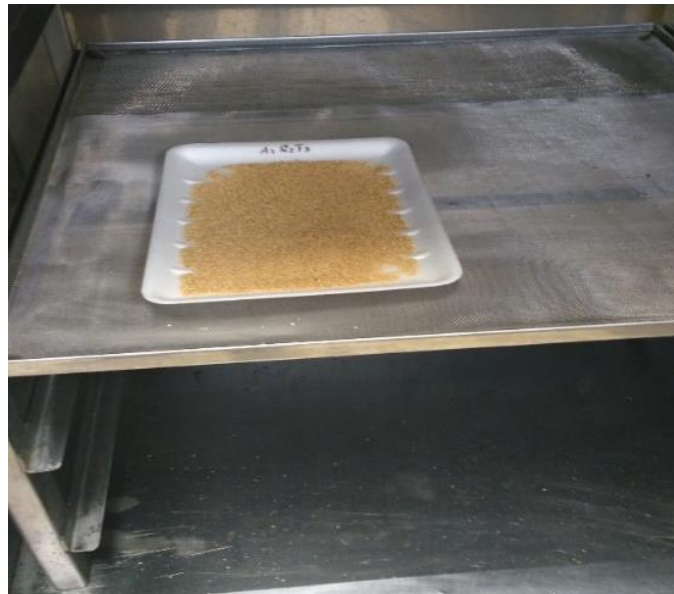
Fotografía 7: Grano germinado.



Fuente: Guerrero C, 2018

Deshidratado.- La deshidratación de los granos de amaranto alegría germinados se realizó en un deshidratador industrial al cual permitió controlar la temperatura (60° C) y el tiempo de deshidratación (2 horas).

Fotografía 8: Deshidratado del grano germinado.



Fuente: Guerrero C, 2018

Molido.- El molido se realizó mediante la trituration del grano germinado y deshidratado lo cual se hizo con la ayuda de un mortero y un pistilo hasta alcanzar el punto óptimo de una harina.

Fotografía 9: Molido del grano de amaranto germinado.



Fuente: Guerrero C, 2018

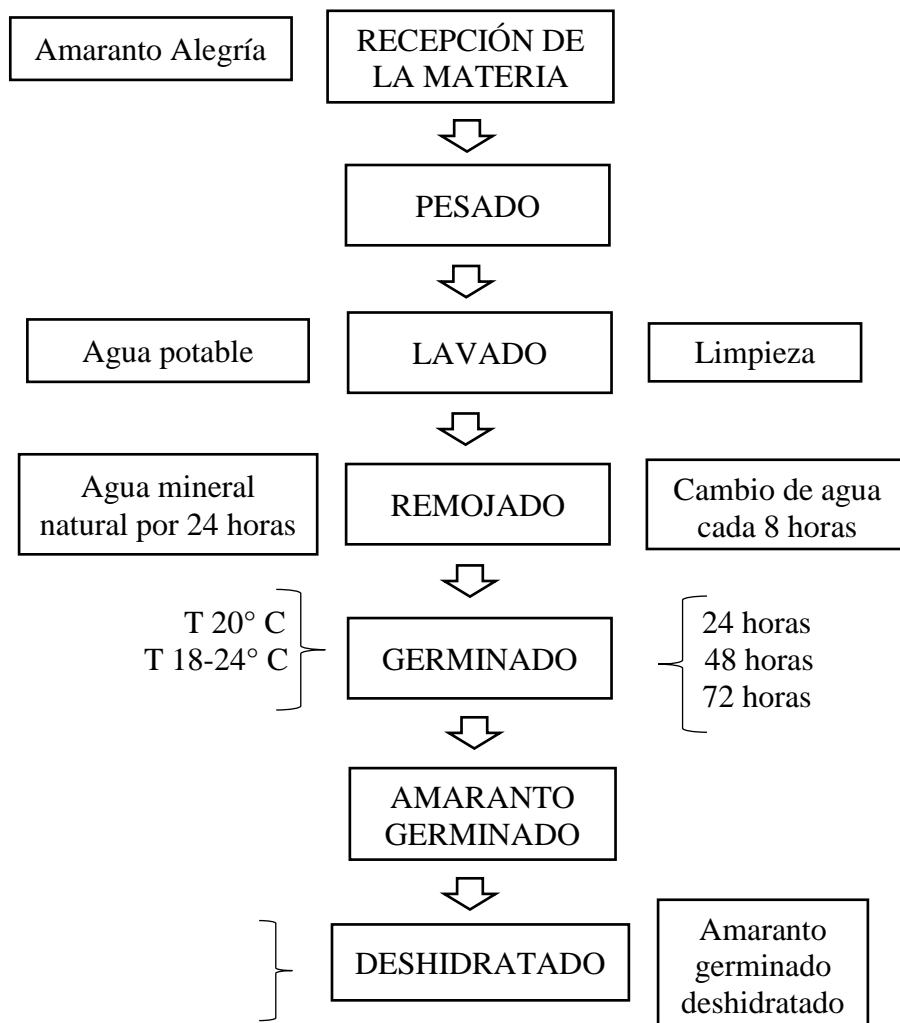
Fotografía 10: Harina de amaranto.



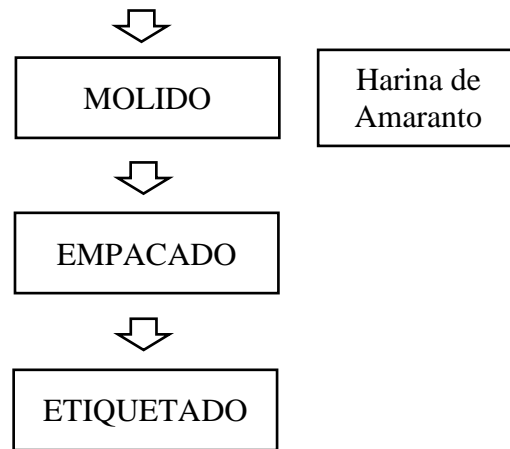
Fuente: Guerrero C, 2018

Valoración.- Se realizó mediante un análisis físico-químico, en los laboratorios de INIAP estación Santa Catalina para determinar la cantidad de proteína en el amaranto germinado (Anexo 14).

Diagrama 1: Proceso de germinación del amaranto.



2-3 horas
60° C



Fuente: Guerrero C, 2018

9.6 Metodología para el análisis microbiológico.

Materiales para el análisis microbiológico.

- 3 matraces
- 6 tubos de ensayo
- 3 probetas
- 3 pipetas
- 1 gradilla metálica
- 10 frascos microbiológicos
- 4 vasos de precipitación
- 15 cajas Petri

Insumos:

- Papel aluminio
- Papel absorbente
- Fundas desechables

Equipos:

- Incubadora
- Balanza analítica
- Autoclave
- Contador de colonias

Aditivos:

- Alcohol antiséptico
- Agua destilada
- Peptona
- Medio Sabouraud dextrosa (mohos y levaduras)
- MacConkey (*E.coli*)
- Medio Bair Parcker (*Staphylococcus aureus*)

Procedimiento**Materiales**

- Se procede a lavar los materiales con agua potable y jabón líquido.
- Una vez lavado los materiales se debe cubrir en su totalidad con papel aluminio para esterilizar.
- Se prepara todo lo necesario que se va a utilizar para realizar el análisis y se ingresa al autoclave.
- Se enciende la máquina de autoclave y se procede a esterilizar los materiales por un tiempo de 30-45 minutos, con el fin de eliminar microorganismos patógenos y no patógenos presentes en los materiales a utilizarse.
- Una vez esterilizados los materiales se deja enfriar la máquina de autoclave y se retira los materiales los cuales están listos para utilizarse.

Fotografía 11: Limpieza y preparación para la esterilización.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 12: Esterilización de materiales.



Fuente: Guerrero C, 2018

Preparación de muestras de harinas.

- Las muestras de harina de amaranto germinado previamente empacadas y etiquetadas se procede a identificar para pesar.
- Con la ayuda de una balanza analítica se procede a pesar 10 gramos de cada muestra de harina: testigo (amaranto alegría sin germinar), dos mejores tratamientos (a1t3 y a2t3).

Preparación de agua peptonada.

- En un vaso de precipitación de 500 ml se coloca 400 ml de agua destilada.
- Con la ayuda de una balanza analítica se procede a pesar 6.4 gramos de Nutrient Broth (peptona).
- En un frasco microbiológico de 500 ml se procede a colocar primero Nutrient Broth (peptona), seguido el agua destilada este procedimiento se realiza con el fin de evitar que se formen grumos al momento de agitar.

- Con la ayuda de una varilla de agitación se mezcla hasta disolver por completo el Nutrient Broth (peptona), hasta obtener la solución de agua peptonada.
- La solución de agua peptonada preparada se debe tapar bien que no tenga fugas y se procede a colocar en la máquina de autoclave por un tiempo de 30-45 minutos para su posterior esterilización.

Fotografía 13: Preparación del agua peptonada.



Fuente: Guerrero C, 2018

Preparación de medios.

Medio Sabouraud dextrosa para (mohos y levaduras), MacConkey (*E.coli*) y Medio Bair Parcker (*Staphylococcus aureus*):

- En un una probeta 500 ml se procede a aforar 200 ml de agua destilada.
- Con la ayuda de una balanza analítica se procede a pesar 12.4 gramos de Sabouraud dextrosa, MacConkey y Medio Bair Parcker.
- En frascos microbiológicos se procede a colocar primero los medios Sabouraud dextrosa, MacConkey y Medio Bair Parcker un frasco por cada medio, seguido el agua destilada este procedimiento se realiza con el fin de evitar que se formen grumos al momento de agitar.
- Con la ayuda de una varilla de agitación se mezcla hasta disolver por completo los medios Sabouraud dextrosa, MacConkey y Medio Bair Parcker, hasta obtener los medios previamente preparados.

- Los medios preparados se deben tapar bien que estos no tenga fugas y se procede a colocar en la máquina de autoclave por un tiempo de 30-45 minutos para su posterior esterilización.
- Se debe evitar que los medios se enfríen ya que estos se coagulan al permanecer a temperatura ambiente.

Fotografía 14: Medios preparados.



Fuente: Guerrero C, 2018

Procedimiento del análisis en las muestras de harina.

- Una vez pesadas las muestras de harina de amaranto germinada, la solución de agua peptonada y los medios de agar.
- Esterilizamos el área de trabajo con alcohol antiséptico.
- En los matraces procedemos a colocar 90 ml de agua peptonada y en los tubos de ensayo 9 ml.
- Colocamos los 10 gr de harina de amaranto germinada pesada por cada tratamiento en 90 ml de agua peptonada.
- Procedemos a colocar 1 ml de los matraces en los tubos de ensayo que contienen 9 ml de agua peptonada este procedimiento nos permite determinar las diferentes diluciones: (10⁰, 10⁻¹ y 10⁻²).

- Seguido de este paso procedemos a colocar 1 ml de cada dilución (10^0 , 10^{-1} y 10^{-2}), en las cajas Petri previamente esterilizadas.
- Procedemos a colocar el agar específico para cada muestra cubriendo en su totalidad la dilución de las cajas Petri.
- Se procede a encubar las cajas Petri con las muestras en los equipos de incubación a las temperaturas previamente especificadas para cada análisis por un tiempo de 48 horas, para mohos y levaduras: temperatura ambiente $18-24^{\circ}\text{C}$; *Staphilococcus aureus*: 38°C y E. Coli: 40°C .
- Una vez transcurrido el tiempo de incubación a las temperaturas previamente especificadas se procede a realizar el conteo de colonias a cargo del docente analista.

Fotografía 15: Preparación de muestras y agua peptonada.



Fuente: Guerrero C, 2018

9.7 Diseño experimental

En la presente investigación se realizó un diseño de arreglo factorial ($A \times B$) + 1 con 2 repeticiones.

FACTOR A. método de germinación

a1 20°C °T controlada (germinador)

a2 $18 - 24^{\circ}\text{C}$ °T no controlada (invernadero)

FACTOR B. Tiempo de germinación

b1 24 horas

b2 48 horas

b3 72 horas

Cuadro 4: Cuadro de variables.

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	MEDICION
Incremento de la proteína de amaranto alegría.	Método de germinación y tiempo de germinado.	Análisis químico.	% Proteína
		Análisis microbiológico.	Mohos Levaduras <i>Staphilococcus aureus</i> <i>E.coli</i>
		Análisis proximal	Humedad Cenizas Extracto etéreo Proteína Fibra Elementos libres de nitrógeno

Fuente: Guerrero C, 2018

Cuadro 5: Cuadro de tratamientos.

NUMERO DE TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	Testigo			
1	t1	I	a1b1	20 °C + 24 h
2	t2		a1b2	20 °C + 48 h
3	t3		a1b3	20 °C + 72 h
4	t4		a2b1	18 – 24 °C + 24 h
5	t5		a2b2	18 – 24 °C + 48 h
6	t6		a2b3	18 – 24 °C + 72 h
	Testigo			
7	t1		a1b3	20 °C + 24 h
8	t2		a1b1	20 °C + 48 h

9	t3	II	a2b2	20 °C + 72 h
10	t4		a1b2	18 – 24 °C + 24 h
11	t5		a2b3	18 – 24 °C + 48 h
12	t6		a2b1	18 – 24 °C + 72 h

Fuente: Guerrero C, 2018

Tabla 8: Caracterización de la investigación.

Tratamientos	6
Repeticiones	2
Testigo	2
Unidad experimental	14

Autor: Guerrero C, 2018

Tabla 9: Esquema de análisis estadístico.

FV	GL
MÉTODOS	1
TIEMPO	2
MÉTODOS*TIEMPO	2
FACTORES VS TRATAMIENTOS	1
ERROR	7
TOTAL	13

Autor: Guerrero C, 2018

ANÁLISIS FUNCIONAL.

En la presente investigación se utilizó el programa de infostat para evaluar la significancia del ensayo, este programa estadístico permitió procesar los datos de los factores, obteniendo datos

de probabilidad de aceptación o rechazo de la hipótesis. Para los tratamientos de significancia se verificó con la aplicación pruebas de Tukey.

10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 10: ADEVA de proteína.

FV	SC	GL	CM	F	P.VALOR	F.CRÍTICO
MÉTODOS	0,33668	1	0,33668	10,39923	0,018	5.591 **
TIEMPO	1,37472	2	0,68736	21,23115	0,0019	4.737 **
MÉTODOS*TIEMPO	0,04625	2	0,02312	0,71429	0,5269	4.737 *
FACTORES VS TRATAMIENTOS	0,48003	1	0,48003	17,29837	0,0042	5.591 **
ERROR	0,19425	7				
TOTAL	2,43192	13				
CV (%)	1,19986					

Autor: Guerrero C, 2018

*: NO SIGNIFICATIVO

**: SIGNIFICATIVO

Análisis e interpretación de la tabla 10

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 10 en el análisis de varianza del incremento de la proteína se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere a los tratamientos por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%.

Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que los tratamientos y las variables reflejan la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que los diferentes métodos utilizados en el proceso de germinación si influyen sobre la variable métodos vs tiempo presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 11: Tukey para métodos de germinación.

MÉTODOS	MEDIAS	GRUPO HOMOGÉNEO
a1	14,13	A
a2	13,79	B

Autor: Guerrero C, 2018

Análisis e interpretación de la tabla 11

Con los datos obtenidos en la tabla 11 se observa que el método a1 (germinador) es el mejor para realizar una germinación con respecto al método a2 (invernadero). En conclusión, se menciona que a 20 °C con una temperatura controlada la germinación del amaranto genera una mejor influencia en cada uno de ellos.

Tabla 12: Tukey para tiempo.

TIEMPO	MEDIAS	GRUPO HOMOGENEO
b3	14,29	A
b2	14,09	A
b1	13,50	B

Autor: Guerrero C, 2018

Análisis e interpretación de la tabla 12

Con los datos obtenidos en la tabla 12 se observa que b3 y b2 son los mejores tiempos para desarrollar la germinación más adecuada perteneciente al grupo homogéneo A. En conclusión,

se menciona que a 72 y 48 horas es un tiempo óptimo para la germinación del amaranto es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

Tabla 13: Tukey para interacción entre tratamientos vs testigo.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPO HOMOGÉNEO.
Testigo	13,43	B
T3	14,51	A
T2	14,30	A
T6	14,08	AB
T5	13,89	AB
T1	13,58	B
T4	13,42	B

Autor: Guerrero C, 2018

Análisis e interpretación de la tabla 13

Con los datos obtenidos en la tabla 13 se observa que el tratamiento T3 y el T2 vs el testigo son los mejores en cuanto a una germinación más adecuada perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se menciona que el T3 y T2 en interacción con el testigo el incremento de proteína mediante la germinación es significativamente positivo.

10.1 Análisis físico-químico del mejor tratamiento.

Tabla 14: Análisis físico-químico.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Humedad	%	10,75	U.FLORIDA 1970
Cenizas	%	3,02	U.FLORIDA 1970
Grasa	%	6,82	U.FLORIDA 1970
Proteína	%	14,53	U.FLORIDA 1970
Fibra	%	6,69	U.FLORIDA 1970
Elementos libres de nitrógeno	%	68,94	U.FLORIDA 1970

Fuente: INIAP, 2018

Análisis e interpretación de resultados de la tabla 14

En el análisis realizado al mejor tratamiento se obtuvo los siguientes resultados en un porcentaje de 10,75% de humedad, 3,02% de cenizas, 6,82% grasa, 14.53% proteína, 6,69% fibra, 68,94% Elementos libres de nitrógeno /100 gr.

En conclusión, de acuerdo a los análisis físico-químico otorgado por el laboratorio del INIAP el mejor tratamiento es t3 (a1b3) que corresponde a la primera repetición a una temperatura controlada de 20 °C con un tiempo de 72 horas.

10.2 Análisis microbiológico del mejor tratamiento.

Tabla 15: Análisis microbiológicos.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	Norma INEN 1529-10
MOHOS	UFC/g	0	NTE INEN 1529-10
LEVADURAS	UFC/g	120UFC/g	NTE INEN 1529-10
E.COLI	UFC/g	0	NTE INEN 1529-10
STAPHILOCOCCUS AUREUS	UFC/g	0	NTE INEN 1529-10

Fuente: Guerrero C, 2018

Análisis en interpretación de resultados de la tabla 15

Al realizar el análisis microbiológico el mejor tratamiento va como resultado que las levaduras se encuentran en un parámetro de 120 UFC/gr, considerando que estos valores están sobre los parámetros establecidos por las normas INEN 1529-10.

El análisis microbiológico de mohos, levaduras, coliformes y staphilococcus aureus fueron realizados en el Laboratorio de las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi que cumple con los parámetros establecidos en la norma INEN 1529-10, lo cual garantiza que el

germinado del amaranto consta con las normas de higiene y calidad para la obtención de un producto inocuo.

Tabla 16: Resultados de análisis proximal de testigo vs dos mejores tratamientos.

ANÁLISIS	MÉTODO	MÉTODO DE REFERENCIA	UNIDAD %	IDENTIFICACIÓN
HUMEDAD	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970	10.19	TESTIGO
			10.75	t3(a1b3)
			10.13	t5(a2b3)
CENIZAS	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970	2.96	TESTIGO
			3.02	t3(a1b3)
			3.18	t5(a2b3)
ESTRATO ETÉREO O GRASA	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970	6.20	TESTIGO
			6,82	t3(a1b3)
			6.24	t5(a2b3)
PROTEÍNA	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970	13.43	TESTIGO
			14.53	t3(a1b3)
			14.35	t5(a2b3)
FIBRA	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970	5.74	TESTIGO
			6.69	t3(a1b3)
			6.53	t5(a2b3)
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO	MO-LSAIA-01.01	U.FLORIDA 1970	71.67	TESTIGO
			68.94	t3(a1b3)
			69.70	t5(a2b3)

Fuente: INIAP, 2018

Conclusión

En base a los resultados obtenidos por los laboratorios del INIAP estación Santa Catalina se puede concluir que el tratamiento t3(a1b3) es el mejor detallando los siguientes resultados en relación al testigo: 10,75% de humedad, 3,02% de cenizas, 6,82 de extracto etéreo o grasa, 14,53% de proteína, 6,69% de fibra y 68,94 de elementos libres de nitrógeno, permitiendo así recalcar que el mejor método para la germinación es en el germinador a una temperatura controlada de 20 °C en un tiempo de 72 horas.

11 IMPACTOS (TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO)

11.1 Impacto técnico.

El impacto que resulta tener el proyecto es vital para implementar una tecnología en la elaboración de nuevos productos emprendedores con valor agregado hacia el consumidor lo que esto ayuda a aportar elementos necesarios para comprender los daños causados por el mal uso de los equipos y así incentivar a adquirir maquinarias tecnológicas para la implementación de nuevos proyectos agroindustriales.

11.2 Impacto social.

Dentro de este proyecto de investigación realizado se preverá que iniciara a medio y largo plazo, con el fin de crear nuevos hábitos de consumo alimenticio derivados del amaranto por medio de productos procesados con valor agregado, orgánicos para así lograr que sea benéfico hacia los consumidores quienes realizan ejercicios, dando así un aporte extra de proteína el cual es vital para mejorar y conservar la salud de los consumidores.

11.3 Impacto ambiental.

Con la implementación del proyecto de investigación germinación de granos andinos, se pretende incentivar a cultivar esta materia prima el cual consta con excelentes propiedades nutricionales, con el fin de evitar el consumo excesivo de productos que requieran sustancias químicas, enfocándonos en elaborar y comercializar productos naturales, inclusive reduciendo así la contaminación de nuestros campos y medios que nos rodean.

11.4 Impacto económico.

El proyecto resultará beneficioso para las personas quienes son productoras de esta materia prima, se podrá implementar personal calificado y no calificado para poder brindar capacitaciones durante todo el proceso de implementación, así como también se podrá obtener utilidades de este proyecto ya que estará destinada a los productores el cual sería una reinversión para una implementación de una microempresa para la elaboración de distintos productos con valor agregado.

12 RECURSOS Y PRESUPUESTO

PRESUPUESTO				
RECURSOS	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
EQUIPOS				
Germinador	1	u	\$ 1500	\$ 75
Invernadero	1	u	\$ 4500	\$ 150
Balanza analítica	1	u	\$ 300	\$ 10
Termómetro laser	1	u	\$ 30	\$ 30
Termómetro de mercurio	1	u	\$ 10	\$ 10
Deshidratador industrial	1	u	\$ 2000	\$ 85
Incubadora	1	u	\$ 1800	\$ 30
Autoclave	1	u	\$ 1600	\$ 27
Contador de colonias	1	u	\$ 500	\$ 10
MATERIALES				
Matraz	3	u	\$ 8	\$ 24
Tubo de ensayo	6	u	\$ 1.50	\$ 9
Probeta	3	u	\$ 7	\$ 21
Gradilla metálica	1	u	\$ 5	\$ 5
Frasco microbiológico	5	u	\$ 8	\$ 40
Vaso de precipitación	5	u	\$ 7	\$ 35
Caja Petri	15	u	\$ 2	\$ 30
INSUMOS				
Recipientes plásticos	6	u	\$ 3	\$ 18
Tinas plásticas	6	u	\$ 2	\$ 12
Bandejas para germinar	12	u	\$ 0.25	\$ 3
Recipientes de vidrio	6	u	\$ 1	\$ 6
Fundas PET	100	u		\$ 3
Papel aluminio	7	m	\$ 1	\$ 7
Papel absorbente	50	u	\$ 2	\$ 2
Fundas desechables	10	u	\$ 0.25	\$ 2.50

GASTOS				
Análisis de resultados	13	Análisis	\$ 30	\$ 390
Viáticos	120	Pasajes	\$ 3	\$ 360
Alimentación	120	Almuerzos	\$ 2.50	\$ 300
Internet	40	Horas	\$ 0.70	\$ 28
Impresiones	900	Hojas	\$ 0.10	\$ 90
Copias	100	Hojas	\$ 0.05	\$ 5
Gastos varios	-	-	-	\$ 150
MATERIAS PRIMAS				
Amaranto	10	lb	\$0.40	\$ 4
Agua tesalia	8	gl	\$1.50	\$ 12
ADITIVOS				
Alcohol antiséptico	1	l	\$ 3	\$ 3
Agua destilada	2	gl	\$ 6	\$ 12
Medio sabouraud dextrosa.	100	g	\$ 20	\$ 20
Medio MacConkey	100	g	\$ 30	\$ 30
Medio Bair parcker	100	g	\$ 30	\$ 30
SUBTOTAL				\$ 2,098.50
Imprevistos (10%)				\$ 209.85
TOTAL				\$ 2,308.35

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación se cumplieron los objetivos planteados durante el desarrollo del proyecto concluyendo lo siguiente:

- En base al objetivo general se evaluó el incremento de la proteína de amaranto alegría (*Amaranthus caudatus L.*) en el proceso de germinación obteniendo así un resultado satisfactorio en base a los análisis realizados en los laboratorios del INIAP estación Santa Catalina.

- Se ha podido determinar el mejor método germinación el cual nos permite describir que se realizó en el germinador a una temperatura controlada de 20 °C con un tiempo de 72 horas permitiendo así incrementar significativamente la cantidad de proteína de 13.43% a 14.53% en base al amaranto sin germinar.
- Se realizó un análisis proximal y microbiológico del mejor tratamiento sobre el incremento de proteína el cual corresponde al a1b3 los resultados se obtuvieron en los laboratorios del INIAP y en los Laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi dando como valores altos de 10,75% de humedad, 3,02% de cenizas, 6,82% de grasa, 14.53% proteína, 6,69% fibra, 68,94% Elementos libres de nitrógeno /100g, levaduras 120 UFC/g, estos porcentajes están establecidos dentro de los parámetros requeridos por las normas INEN 1529-10.

13.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la germinación del amaranto utilizando el método de germinación a temperatura controlada ya que de esta manera la germinación puede cumplir con los requerimientos necesarios para el desarrollo y crecimiento óptimo de la radícula obteniendo así una materia prima de mejor calidad nutricional.
- Es necesario considerar la importancia que se le debe dar a cada uno de los pasos en el proceso de germinación, ya que en cada uno de ellos se detallan parámetros específicos para lograr un resultado positivo.
- Investigar sobre la utilización del amaranto germinado en la producción de alimentos, debido a sus beneficios nutricionales y funcionales en el organismo, para que los resultados obtenidos sean aplicados en productos innovadores que generen un valor agregado a la materia prima utilizada.

14 BIBLIOGRAFÍA

- Armero, M. (2014). *Efecto de la luz, temperatura y salinidad en la Germinación de HYPERICUM ERICOIDES. ... de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de ... Universidad Politecnica de Cartagena*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Departamento+de+Producción+Vegetal#4>
- Baroody, T., & Palmisano, R. (2012). *Alcalinizarse y ionizarse: para vivir sanos y más tiempo. SAPIO* (Primera, Vol. 01). Italia. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=WQisCQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Bonifaz, V. (2009). *Reinventario y determinación de la calidad Físico Química y Biológica*

del germoplasma forrajero del Banco Activo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

- Chagaray, A. (2005). Estudio de factibilidad del cultivo del amaranto. *Dirección Provincial de Programación Del Desarrollo Ministerio de Producción y Desarrollo Gobierno de La Provincia de Catamarca.*
- Chaparro, D., Pismag, R., & Elizalde, A. (2011). Efecto de la germinación sobre el contenido de hierro y calcio en amaranto, quinua, guandul y soya. *Biotechnologia En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 51–59.
- Contreras, E., Jaimez, J., Soto, C., Castañeda, A., & Añorve, J. (2011). Aumento del contenido proteico de una bebida a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). *Revista Chilena de Nutrición*, 38(5), 322–330. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182011000300008>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción , conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74–85. [https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(98\)00035-X](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(98)00035-X)
- García, J., Valdés, C., Alejandre, G., Villanueva, I., & Alvarado, O. (2011). Interacción genotipo x ambiente y análisis de estabilidad en genotipos de amaranto (*Amaranthus* spp.). *Phyton*, 80, 167–173. <https://doi.org/10.12691/wjar-2-5-5>
- García, L. (2012). *Varietades de amaranto y fechas de siembra para rendimiento de grano y forraje en San Luis Potosí*. Universidad Autonoma de San Luis Potosí.
- Hernandez, T. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano. *Instituto de Nutrición e Higiene de Los Alimentos*, 23(4), 1. Retrieved from http://bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol23_4_04/ibi11404.htm
- Herrera, T. (2007). *Germinacion de semilla de calabacita (Cucurbita pepo L. Cv. Zuchini Grey) desarrollada en acolchados plasticos fotoselectivos*. Universidad Autonoma Agraria “Antonio Navarro.”
- Lozano, O., Solórzano, E., Bernal, I., Rebolledo, H., & Jacinto, C. (2008). “Pinole” de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. *Ra Ximhai*, 4(2), 283–294. Retrieved from file:///J:/arboles/Usos arboles de Mexico/Referencias/Zacatecas/Pinole obtenido cereales leguminosas.pdf
- Marroquín, C. (2012). *Formulación y aceptabilidad de barras de amaranto para la población escolar*. Universidad Rafael Landívar. Retrieved from <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/09/15/Marroquin-Cecilia.pdf>

- Mera, L., & Toapanta, F. (2015). *Elaboración de una bebida fortificada a partir de la variedad de amaranto Iniap Alegria (Amaranthus caudatus L.) y la variedad de quinua Iniap Tunkahuan (Chenopodium quinoa Willd.) con tres concentraciones y tres tipos de endulzantes (Estevia, panela y mi*. Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, Á., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., & Monar, C. (2012). Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. *Iniap*, (69), 78. Retrieved from <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/833>
- Romero, J. (2014). Procedimiento, Recepción, Almacenamiento y Despacho. Retrieved from <http://www.cecra.com.ar/pages/viewfull.asp?CodArt=216>
- Rubio, N. (2016). *Facultad de ingeniería y ciencias agropecuarias efecto del empaque y temperatura en la vida útil de brotes de amaranto (. UDLA.*
- Sánchez, I. (2014). “*Evaluacion del redimiento de4 dos líneas de amaranto (Amaranthus caudatus) con tres métodos de siembra, bajo manejo orgánico.*” Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Tapia, M. (2000). *Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago de Chile: FAO. Retrieved from http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/home10.htm

15 ANEXOS

Anexo 1: Ubicación del proyecto (Barrio Salache).

Mapa físico.



Fuente: Google Maps

Universidad Técnica de Cotopaxi- (barrio Salache)

Mapa satelital.



Fuente: Google Maps

Anexo 2: Curriculum vitae tutor.

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES NOMBRES

Edwin Ramiro Cevallos Carvajal



DOCUMENTO DE IDENTIDAD 0501864854

FECHA DE NACIMIENTO 19 de Julio de 1971

LUGAR DE NACIMIENTO La Matriz- Latacunga-Cotopaxi

ESTADO CIVIL Casado.

DIRECCIÓN Los girasoles y Av. Yolanda Medina (Rumipamba de la Rosas -Salcedo)

TELÉFONOS 0995073500

E-MAIL edwin.cevallos@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS SOCIO PRODUCTIVOS.	21 – 12 - 2015
TERCERO	INGENIERO AGROINDUSTRIAL.	27 – 08 - 2002
TERCERO	TECNÓLOGO EN SISTEMAS DE CALIDAD	10 – 10 - 2005

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORAL: CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES.

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 05 DE OCTUBRE 2010

.....
FIRMA

Anexo 3: Curriculum vitae estudiante.

CURRICULUM VITAE

Datos personales



- **Nombres:** Carlos Napoleón
- **Apellidos:** Guerrero Tipantuña
- **Cedula de Identidad:** 172371267-3
- **Estado civil:** Soltero
- **Nacionalidad:** Ecuatoriana
- **Lugar de nacimiento:** Pichincha –Quito
- **Fecha de nacimiento:** 31 de mayo de 1990
- **Dirección:** Calle Chilibulo y Fabián Alarcón lote N° 163 sector “CHILIBULO”
- **Teléfono:** 0994047473
- **Correo electrónico:** carlos.guerrero3@utc.edu.ec

Educación

EDUCACIÓN PRIMARIA

1995 – 2001 ESCUELA FISCAL MIXTA “MANUEL CABEZA DE VACA”

EDUCACIÓN SECUNDARIA

2002 – 2009 INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “BENITO JUÁREZ”

BACHILLER EN CIENCIAS ESPECIALIZACIÓN QUÍMICO BIOLÓGICAS

UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI “cursando los estudios académicos” previo a la obtención de INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

.....
FIRMA

Anexo 4: Resultado de pruebas microbiológicas.

Fotografía 16: Preparación de muestras.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 17: Harina de amaranto en agua peptonada.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 18: Muestras de harina de amaranto preparadas.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 19: Preparación de muestras en cajas Petri 10°, 10-1, 10-2 y 10-3.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 20: Adición de medios de cultivo.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 21: Muestras para encubar.



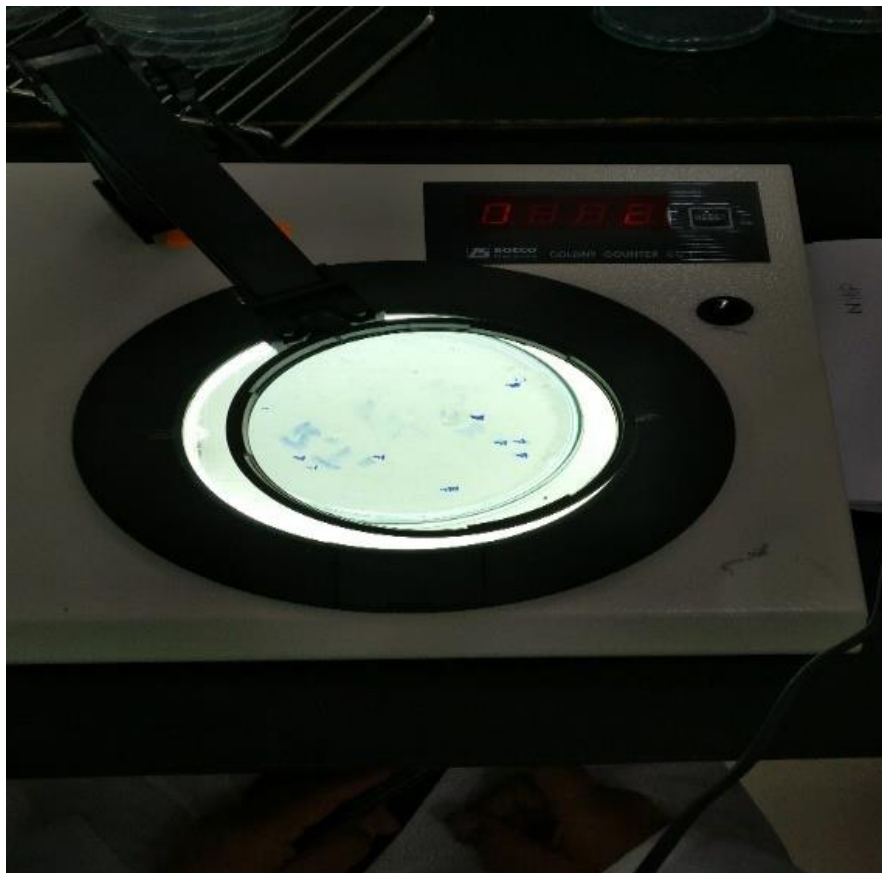
Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 22: Incubación de muestras.



Fuente: Guerrero C, 2018

Fotografía 23: Recuento microbiológico.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 5: Recepción de la materia prima.

Fotografía 1: Materia prima grano de amaranto.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 6: Pesado.

Fotografía 2: Peso del grano.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 7: Lavado.

Fotografía 3: Lavado del grano.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 8: Remojo.

Fotografía 4: Remojo del grano.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 9: Equipo de germinación.

Fotografía 5: Cámara de germinado.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 10: Grano germinado.

Fotografía 7: Amaranto germinado



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 11: Deshidratado.

Fotografía 8: Deshidratado del grano germinado.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 12: Molido.

Fotografía 9: Molido del grano.



Fuente: Guerrero C, 2018

Anexo 13: Harina de amaranto alegría germinada.

Fotografía 10: Harina de amaranto.



Fuente: Guerrero, C 2018

Anexo 14: Resultado de análisis.

