



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR GERMINACIÓN Y LAVADO DE
DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*)
Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniera
Agroindustrial

Autora:

Coyago Quishpe Mayra Elizabeth

Tutor:

Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Ing. Mg.

Co-tutora:

Parra Gallardo Giovana Paulina Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Coyago Quishpe Mayra Elizabeth con cédula de ciudadanía: 172522293-7, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“Estudio del desamargado por germinación y lavado de dos Ecotipos, dos variedades de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez”**, siendo el **Ing. Mg. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro**, 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.

Latacunga, 12 de marzo del 2021

Mayra Elizabeth Coyago Quishpe
Estudiante
CC: 1725222937

Ing. Mg. Edwin Cevallos Carvajal
Docente Tutor
CC: 0501864854

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusivo de obra, que celebran de una parte **MAYRA ELIZABETH COYAGO QUISHPE**, identificada con cédula de ciudadanía **172522293-7**, de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado 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 CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Estudio del desamargado por germinación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2016 – Agosto 2016

Fecha de finalización: Noviembre 2020 - Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 26 de Enero del 2021

Tutor. - Ing. Mg. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro

Tema: “Estudio del desamargado por germinación y lavado de dos Ecotipos, dos variedades de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formado 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 hacerlo en formato digital de la presente investigación.

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

CLÁUSULA CUARTA. – OBJETIVO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA 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 contemplando 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 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 incluyente **LA 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 CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. – El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En

consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulte 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 y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de marzo del 2021.

Mayra Elizabeth Coyago Quishpe

LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Chiguano Umajinga.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR GERMINACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”, de Coyago Quishpe Mayra Elizabeth; de la carrera de ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa

Latacunga, 12 de marzo del 2021

Ing. Mg. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro

DOCENTE TUTOR

CC: 0501864854

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos 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, la postulante: Coyago Quishpe Mayra Elizabeth; con el título del Trabajo de Investigación **“ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR GERMINACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 12 de Marzo del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Molina Borja Franklin Antonio Mg.

CC: 050182143-3

Lector 2

Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz Mg.

CC: 030257447-9

Lector 3

Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique Mg.

CC: 050151160-4

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme sabiduría, paciencia y fortaleza durante mi etapa estudiantil.

A mis padres que, con sus consejos, ejemplo y apoyo incondicional me han inculcado valores y principios que me han permitido ser fuerte y enfrentar las adversidades de la vida.

A mis hermanos que han estado apoyándome en las buenas y en las malas, pendientes de mí en todo momento.

A la familia Palate Herrera, quien durante mi etapa Universitaria fueron como mi segunda familia y me acogieron con un miembro más.

A mis amigos y compañeros por apoyarme y permitir compartir gratos momentos durante la carrera.

A los miembros del tribunal por brindarme su conocimiento para culminar el proyecto de investigación.

A todos los docentes de la carrera ingeniería agroindustrial quienes han demostrado ser excelentes docentes.

Coyago Quishpe Mayra Elizabeth

DEDICATORIA

A mis padres Segundo Coyago y Encarnación Quishpe por su confianza y apoyo incondicional necesaria para culminar esta etapa.

A mis hermanos David, Jesseña, Jairo y Sammy por su apoyo incondicional en todo momento.

A mi hijo Kenneth que desde que llego a mi vida ha sido mi fortaleza, y por quien debo seguir adelante.

A mi esposo por su apoyo y comprensión en esta etapa muy importante en mi vida.

A los miembros del tribunal Ing. Franklin Molina, Ing. Gabriela Arias, Ing. Manuel Fernández por sus sugerencias y aportaciones en el proyecto de investigación.

Y a todos los amigos y familiares por su apoyo moral.

Coyago Quishpe Mayra Elizabeth

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR GERMINACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”,

Autora:

Coyago Quishpe Mayra Elizabeth

RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar el proceso de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) por el método de germinación y lavado, el chocho es una leguminosa con altos valores nutritivos, sin embargo, el chocho contiene alcaloides que le da un sabor amargo e incluso puede llegar a ser tóxico, esto evita que el chocho pueda ser consumido directamente, por lo que se debe someter a un proceso de desamargado, para lo cual se recibió la materia prima en dos variedades (INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito) y dos Ecotipos (local Nativo y local Peruano), en estado de madurez tierno y seco, se realizó la limpieza, clasificación, desinfección, escarificación, seguido de las cuatro fases básicas que son la hidratación del grano durante 12 horas en el caso del chocho tierno y 24 horas en el caso del chocho seco, la fase de germinación que consiste en la aparición del tallo insipiente del grano dentro de 5 a 12 días, la cocción, en esta fase se inactiva la capacidad de que el grano siga germinando y elimina los alcaloides, finalmente la fase del lavado que consiste en el cambio de agua diariamente con la finalidad de eliminar los alcaloides restantes de la leguminosa, todas estas fases deben estar bajo condiciones apropiadas de humedad, temperatura y oxigenación. Se realizó un diseño experimental de AxBxC con 24 tratamientos y dos repeticiones para determinar el mejor tratamiento.

Se aplicó un análisis fisicoquímico y microbiológico al mejor tratamiento, correspondientes t_{17} ($a_3b_3c_1$) Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación y el índice de madurez tierno, el cual presento rangos idóneos de acuerdo a los requerimientos del chocho desamargado, con un pH de (6,1), humedad (75,55%), cenizas (2,04%) y alcaloides (0,03%). También se efectuó un análisis microbiológico al mejor tratamiento los resultados son los siguientes: mohos (< 10 UFC/cm³), levaduras ($3,8 \times 10^1$ UFC/cm³), coliformes totales ($3,0 \times 10^1$ nmp/g) y *Escherichia coli* (ausencia).

Palabras claves: desamargado, métodos, germinación, variedades, lavado, Ecotipos, chocho, índices de madurez.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "STUDY OF THE RELEASE BY GERMINATION AND WASHING OF TWO ECOTYPES, TWO VARIETIES OF CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) AND TWO MATURITY INDICES"

Authors:

Coyago Quishpe Mayra Elizabeth

ABSTRACT

This research study was carried out in order to evaluate the lupine debittering process (*Lupinus mutabilis sweet*) by the germination and washing method. Lupine is a legume with high nutritional value. However, lupine contains alkaloids that give it a bitter flavor and it can even become toxic. It prevents the lupine from being consumed directly. Therefore, it must experience a debittering process, for which the raw material was received in two varieties (INIAP 450 Andino and INIAP 451 Guaranguito) and two Ecotypes (local Native and local Peruvian), in a state of maturity; green and dry. Cleaning, classification, disinfection, scarification were carried out, followed by the four basic phases that are the hydration of the grain for 12 hours in the case of green lupine and 24 hours in the case of dry lupine, the germination phase that consists of the appearance of the insipient stalk of the grain within 5 to 12 days; cooking, in this phase the capacity of the grain continues to germinate and eliminates the alkaloids. Finally, the washing phase that consists of changing the water daily in order to eliminate the remaining alkaloids from the legume, all these phases must be under conditions of humidity, temperature and oxygenation. An experimental design of AxBxC with 24 treatments and two replications was carried out to determine the best treatment. A physicochemical and microbiological analysis was applied to the best treatment, corresponding t17 (a3b3c1) Native local ecotype, 12-day germination and the green maturity index, which presented ideal ranges according to the requirements of the debittered lupine, with a pH of (6.1), humidity (75.55%), ash (2.04%) and alkaloids (0.03%). A microbiological analysis was also carried out at the best treatment, the results are the following: molds (<10 CFU / cm³), yeasts (3.8x10¹ CFU / cm³), total coliforms (3.0x10¹ nmp / g) and *Escherichia coli* (absence).

Keywords: debittering, methods, germination, varieties, washing, ecotypes, lupine, maturity indices.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
1. Información general	1
2. Justificación del proyecto.....	3
3. Beneficiarios del proyecto.....	3
3.1. Beneficiarios directos.....	4
3.2. Beneficiarios indirectos.....	4
4. El problema de investigación	4
5. Objetivos.....	5
5.1. Objetivo general	6
5.2. Objetivos específicos.....	6
6. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
8. Fundamentación científico técnica	9
8.1. Antecedentes.....	9
8.2. Fundamentación técnica.....	11

8.2.1.	El chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	11
8.2.2.	Aspectos generales del cultivo de chocho	11
8.2.3.	Características físicas del chocho	13
8.2.5.	Cultivo de chocho (<i>Lupinus mutabilis sweet</i>).....	14
8.2.5.1.	Producción nacional de chocho	14
8.2.5.2.	Consumidores de chochos.....	15
8.2.6.	Ecotipos de chochos.	15
8.2.7.	Principales variedades de chochos.	16
8.2.8.	Índices de cosecha	19
8.2.8.1.	Cosecha en verde	19
8.2.8.2.	Cosecha en seco	19
	20
8.2.9.	Composición química.	20
8.3.	Desamargado del chocho.....	23
8.3.1.	Desamargado del chocho por germinación y lavado	23
8.4.	Análisis físico-químicos	25
8.6.	Glosario de Términos:	26
9.	Validación de las preguntas científicas.....	27
9.2.	Hipótesis	27
9.2.1.	Hipótesis nula.....	27
9.2.2.	Hipótesis alternativa.	28
10.	Metodologías/ diseño experimental	28
10.1.	Tipo de investigación.	28
10.2.	Materiales y equipos.....	30
10.2.1.	Materiales.....	30
10.2.2.	Equipos.....	30
10.3.	Metodologías de elaboración.....	30
10.3.1.	Procesos de desamargado del chocho por método de germinación y lavado para el chocho tierno y seco.....	31

10.3.2.	Procesos de desamargado del chocho por método de germinación y lavado para el chocho seco.	37
10.4.	Diseño Experimental	38
10.4.1.	Características de la unidad experimental.	38
10.4.2.	Factores de estudio.	38
10.4.3.	Esquema ADEVA del chocho desamargado por lavado y germinación.....	39
10.4.4.	Tratamientos de estudio.	40
10.4.5.	Operacionalización de las variables.	42
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
11.2.	Análisis de las variables en estudio.....	43
11.2.1	Variables de las características fisicoquímicas	44
11.2.1.1	Variable pH	44
11.2.2	Variable humedad.....	48
11.2.3	Variable cenizas.....	51
11.2.4	Variable alcaloides	55
11.2.5	Resumen de los mejores tratamientos	58
11.4	Planteamiento del mejor tratamiento del desamargado de chocho por el método de germinación y lavado para la elaboración de buñuelos.	61
11.4.1.	Procesos de elaboración de harina de chocho a partir del mejor tratamiento por el método de desamargado de germinación y lavado.....	62
	En el siguiente procedimiento se detalla el proceso de elaboración de harina de chocho	62
11.4.2.	Procesos de elaboración buñuelos a partir de la harina de chocho desamargado desamargado de germinación y lavado.....	65
	En el siguiente procedimiento se detalla el proceso de elaboración de buñuelos a partir de harina de chocho.	65
12.	Impactos.....	68
12.1.	Técnicos	68
12.2.	Sociales	68
12.3.	Ambientales	68
12.4.	Económico	68

13.	Presupuesto	69
14.	Conclusiones y Recomendaciones	70
15.	Bibliografía	72
16.	Anexos	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Superficie sembrada, cosecha y producción del chocho en el Ecuador.	14
Tabla 2.	Cosecha de chochos por provincias.....	15
Tabla 3.	Características de los ecotipos de chochos (<i>Lupinus mutabilis sweet</i>).....	16
Tabla 4.	Características del chocho INIAP 450 Andino	17
Tabla 5.	Características del chocho INIAP 451 Guaranguito	18
Tabla 6.	Valores bromatológicos del chocho amargo y desamargado	21
Tabla 7.	Factores de estudio.....	38
Tabla 8.	Esquema ADEVA.....	39
Tabla 9.	Tratamientos.....	40
Tabla 10.	Análisis de varianza de la variable pH.....	44
Tabla 11.	Prueba de Tukey para la variable pH del factor Variedades y Ecotipos del chocho	45
Tabla 12.	Prueba de Tukey de la variable pH para la intersección entre variedades y Ecotipos, días de germinación e índice de madurez del chocho	45
Tabla 13.	Análisis de varianza de la variable humedad	48
Tabla 14.	Prueba de Tukey para la variable Humedad del factor índice de madurez del chocho	49
Tabla 15.	Prueba de Tukey de la variable humedad para la intersección entre variedades-Ecotipos, días de germinación e índice de madurez del chocho	49
Tabla 16.	Análisis de varianza de la variable Cenizas	52
Tabla 17.	Prueba de Tukey de la variable Humedad de la intersección entre Variedad-Ecotipos, días de germinación y el índice de madurez.....	53
Tabla 18.	Análisis de varianza de la variable alcaloides	55
Tabla 19.	Prueba de Tukey para la variable alcaloides del factor días de germinación del chocho	56
Tabla 20.	Prueba de Tukey de la variable alcaloides para la intersección entre variedades y Ecotipos, días de germinación y el índice de madurez del chocho	57

Tabla 21. Mejores tratamientos	59
Tabla 22. Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento de chocho desamargado por germinación y lavado.	60
Tabla 23. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de chocho desamargado por germinación y lavado.	60
Tabla 24. Análisis de costo del mejor tratamiento	67
Tabla 25. Presupuesto para la realización del proyecto	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comportamiento de los promedios de la variable pH de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho	47
Gráfico 2. Comportamiento de los promedios de la variable Humedad de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho.....	51
Gráfico 3. Comportamiento de los promedios de la variable Cenizas de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho.....	54
Gráfico 4. Comportamiento de los promedios de la variable alcaloides de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho.....	58

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Diagrama de flujo 1: Diagrama de flujo del desamargado por germinación y lavado para el 36	
Diagrama de flujo 2. Diagrama de flujo del desamargado por germinación y lavado para el chocho seco.	37
Diagrama de flujo 3: Diagrama de flujo de la elaboración de harina con el mejor tratamiento de chocho desamargado por el método de germinación y lavado.	64
Diagrama de flujo 4. Diagrama de flujo para la elaboración de buñuelos.	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lugar de ejecución	78
Anexo 2. Hoja de vida del tutor	79
Anexo 3. Hoja de vida de la co – tutora.....	81
Anexo 4: Hoja de vida de la postulante	83
Anexo 5. NTE INEN 2390: 2004.....	86
Anexo 6: Aval de traducción	93

1. Información general

Título:

“ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR GERMINACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona 3. (Anexo 1)

En los Laboratorios Académicos de Procesos de la Carrera Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Institución, Facultad académica y carrera que auspicia:

Universidad Técnica De Cotopaxi.

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera de Agroindustria.

Nombre de equipos de investigadores:

Tutor de titulación

- Ing. Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal (Anexo 2)

Co – tutora de titulación

- Ing. Mg. Parra Gallardo Giovana Paulina (Anexo 3)

Estudiante:

- Coyago Quishpe Mayra Elizabeth (Anexo 4)

Área de conocimiento:

Área: Ingeniería, Industria y construcción.

Sub área: Industria y producción

Línea de investigación:

Línea: Procesos industriales

Sub línea de Investigación: Biotecnología Agroindustrial y Fermentativa

2. Justificación del proyecto

El chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) es una leguminosa andina que está siendo consumido masivamente por el ser humano ya que es una fuente importante de proteínas, grasa, humedad, fibra, cenizas y carbohidratos, incluso superando en el contenido de valor nutricional a la soya, el chocho es fijador de nitrógeno por lo que ofrece una forma sencilla de fertilizar los suelos y se adapta fácilmente a diferentes altitudes de 2600 hasta 3700 msnm (Gutiérrez A. et al., 2016).

Las variedades de chochos con mayor cosecha, consumo y comercialización en el Ecuador son de las variedades INIAP 450 Andino, INIAP 451 Guaranguito y el Criollo, las variedades del INIAP son variedades mejoradas genéticamente, sin embargo, el chocho criollo es la variedad que más siembran, cosechan y consumen en varios sectores. (INIAP, 2000).

Actualmente la mayoría de comercializadores de chocho desamargado utilizan el método tradicional, por lo que existe un desconocimiento acerca de los nuevos tipos de desamargado de chocho como es el tipo de desamargado por germinación, para los cual se trabajó teniendo como factor A dos variedades (INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito), dos Ecotipos (local nativo y local Peruano), factor B tiempo de germinación (5-8 y 12 días) y el factor C índice de madurez (tierno y seco), mediante este tipo de desamargado se propuso el ahorro del recurso agua, obtener un producto libre de alcaloides y finalmente un producto con un alto contenido nutricional.

Con la presente propuesta de investigación se pretendió buscar una nueva alternativa del desamargado de chocho, para que el mejor tratamiento sea aplicado en la elaboración de bunueños, dándole un valor agregado a esta leguminosa rica en proteínas.

3. Beneficiarios del proyecto

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios del proyecto serán los productores de varias provincias ya que a nivel nacional el chocho se siembra y cultiva en la zona sierra principalmente en las provincias de Cotopaxi (48%), Chimborazo (23%), Pichincha (13%), Bolívar (8%), Imbabura (5%), Tungurahua (2%) y Carchi(1%), a una altitud de 2600 hasta 3700 msnm, según el III censo en total en estas provincias se siembran 4532 hectáreas, con un cultivo de 75960 quintales aproximadamente, siendo que en la provincia de Cotopaxi se siembra y cultiva el 48 % de este grano andino por lo que serán beneficiados varias familias de esta provincia que se dedican a esta actividad agrícola, con el tipo de desamargado por lavado y germinación de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) esta materia prima tendrá mayor demanda (INEC, 2015).

También los beneficiarios serán los centros de desamargado artesanal y agroindustrial de la provincia de Cotopaxi, que actualmente existen dos centros de desamargado así tenemos a “Corporación casa” que trabaja con una producción de 480 quintales mensualmente y la planta procesadora de chocho “Chugchilan” la cual trabaja con una producción de 15 quintales mensualmente, ya que tendrán nuevas alternativas para que esta materia prima esté listo para el consumo en menor tiempo y obtendrán un producto inocuo, de alto valor nutricional y de mejor calidad (Quelal, 2019).

3.2. Beneficiarios indirectos

Dentro de los beneficiarios indirectos de este proyecto estará La Universidad Técnica de Cotopaxi, centro de experimentación Salache que junto a los académicos, investigadores y colaboradores investigan nuevos métodos de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*).

Otros beneficiarios indirectos serán sectores asociados con la producción, transformación y comercialización del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) así como también los consumidores de esta leguminosa ya que recibirán un producto inocuo y de calidad.

4. El problema de investigación

El chocho es un alimento rico en proteína incluso superando a la soya en el contenido de proteína, ya que esta leguminosa contiene del 45 al 50% de proteína por lo que en la actualidad está siendo muy consumido en los países que se cultiva como en Perú, Bolivia y Ecuador. Sin embargo, no existe alimentos procesados de los chochos desamargados por el método de germinación y lavado, que apunta a tener un contenido nutricional mas elevado por lo que con la investigación del tipo de desamargado del chocho por lavado y germinación se busca dar nuevas alternativas para la elaboración de buñuelos a partir del chocho desamargado.

Además existe un problema con esta leguminosa evitando que el grano sea consumido sin previo tratamiento ya que poseen en su estructura alcaloides quinolizidínicos que le confieren un sabor amargo e incluso tiene un cierto grado de toxicidad, por lo que debe existir un proceso de desamargado antes de su consumo, la mayoría de estudios acerca del desamargado del chocho incluyen etapas de hidratación, cocción y lavado para la extracción de alcaloides, lo que conlleva a largos tiempos y utilización de elevadas cantidades de agua.

Con la nueva alternativa de desamargado del chocho por germinación y lavado se busca que el proceso de desamargado sea más eficiente, dando a los centros de desamargado nuevas alternativas de eliminar alcaloides presentes en el chocho y también obtener un producto inocuo, con mejora en el contenido de valor nutricional y tenga una vida útil más prolongada.

También entre los productores existe un desconocimiento en los índices de cultivo de chocho, como sabemos el chocho es anual quiere decir que para su cultivo en seco se requiere de un año, sin embargo, con la nueva alternativa de desamargado de chocho por lavado y germinación se plantea que este grano esté listo para la cosecha en índice de madurez tierno es decir en 5 a 6 meses se estaría cosechando el chocho, lo cual sería una buena alternativa para disminuir los costos de producción debido a que se ahorrara en insicticidas y abonos, también se promoverá nuevos tipos de consumo.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

- Realizar el estudio del desamargado por germinación y lavado de dos Ecotipos, dos variedades de chochos (*Lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez.

5.2. Objetivos específicos

- Aplicar el tipo de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) por el método de germinación y lavado en dos Ecotipos, dos variedades y dos índices madurez.
- Realizar los análisis fisicoquímicos al chocho desamargado por el método de germinación y lavado para identificar al mejor tratamiento.
- Emplear el análisis físico-químico y microbiológico al mejor tratamiento de chocho desamargado por el método de germinación y lavado.
- Plantear el mejor tratamiento del desamargado de chocho por el método de germinación y lavado para la elaboración de buñuelos.
- Efectuar el análisis de costo del mejor tratamiento del chocho desamargado por el método de germinación y lavado.

6. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas de los objetivos.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
-----------	-----------	---------------------------	------------------------

<p>Aplicar el tipo de desamargado del chocho (<i>Lupinus mutabilis sweet</i>) por el método de germinación y lavado en dos Ecotipos, dos variedades y dos índices madurez.</p>	<p>Ejecutar el tipo de desamargado por germinación y lavado del chocho (<i>lupinus mutabilis sweet</i>) de las dos variedades (INIAP 450 y INIAP 451), en dos ecotipos y dos índices de madurez (tierno y seco).</p>	<p>Chochos desamargados de acuerdo a las variedades, Ecotipos e índices de madurez.</p>	<p>Fichas e información del proceso de desamargado del chocho por germinación y lavado.</p>
<p>Realizar los análisis fisicoquímicos al chocho desamargado por el método de germinación y lavado para identificar al mejor tratamiento.</p>	<p>Efectuar los análisis fisicoquímicos a las muestras de chochos de los Ecotipos, variedades e índices de madurez.</p>	<p>Obtención de resultados del mejor Ecotipo, variedad e índice de madurez del desamargado de chocho por germinación y lavado.</p>	<p>Registros de datos de los análisis fisicoquímicos realizados a los diferentes tratamientos del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).</p>
<p>Emplear el análisis físico-químico y microbiológico al mejor tratamiento de chocho desamargado por el método de germinación y lavado.</p>	<p>Selección de la mejor variedad y Ecotipo, los días de germinación y el índice de madurez del chocho.</p>	<p>Interpretación de los resultados del mejor tratamiento físico-químico, microbiológico del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).</p>	<p>Fichas técnicas de muestra de análisis: Físico-químico (pH, alcaloides, humedad, cenizas). Microbiológico (coliformes totales, <i>scherichia coli</i>, mohos y levaduras) del mejor tratamiento</p>

Continuación...

Plantear el mejor tratamiento del desamargado de chocho por el método de germinación y lavado para la elaboración de buñuelos.	Planteamiento del proceso de elaboración de buñuelos.	Propuestas del procedimiento y diagrama de flujo para la elaboración de buñuelos.	Proyecto de investigación.
Efectuar el análisis de costos del mejor tratamiento del chocho desamargado por germinación y lavado.	Recolección de costos de materiales, equipos e insumos utilizados en el mejor tratamiento en el proceso de desamargado por el método de germinación y lavado.	Obtención del costo total del mejor tratamiento.	Análisis de costo.

Fuente: Coyago, M. (2021)

8. Fundamentación científico técnica

8.1. Antecedentes

- Según (Quelal, 2019) de la Universidad Andina Simón Bolívar en el año 2019, con el tema de investigación “ESTUDIO DE LA COMERCIALIZACIÓN DEL CHOCHO DESAMARGADO (*Lupinus mutabilis sweet*) EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO ”; menciona que: los procesadores mantienen un rol fundamental en la agroindustria, debido a la aplicación de procesos de desamargado que permiten obtener un producto de buena calidad acorde a las especificaciones de los principales supermercados del país, emplean procesos de ozonificación y pasteurización para garantizar la calidad higiénica del producto. Estas empresas ofertan el chocho en diversas presentaciones y empaques a través de diferentes canales de distribución.
- Según (Espejo, 2017) de la Universidad Mayor de San Andrés en el año 2017, con el tema de investigación “DESARROLLO DEL PROCESO COMÚN DE DESAMARGADO DE *Lupinus mutabilis* (Tarwi) EN CONDICIONES CONTROLADAS FÍSICAS Y QUÍMICAS”; menciona que: el proceso realizado, al séptimo lavado el tarwi se encuentra ya sin alcaloides lo que significa que en volumen de agua utilizado es de 52 litros de agua. Dando posibilidad de mejorar el desamargado a menor costo. Durante el proceso de desamargado se pierden aparte de alcaloides quinozidinílicos, proteínas solubles en agua (germinación, cocción, N° de lavado 4 y 5), saponinas presentes mayormente en la cascarilla del grano (durante todo el proceso).
- Según (Gutiérrez, et al, 2016) de la Universidad Nacional de Trujillo en el año 2016, con el artículo titulado “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES EN EL DESAMARGADO DE TARWI (*lupinus mutabilis sweet*)”; menciona que: Según los resultados obtenidos, puede decirse que las semillas de *L. mutabilis* presentan características composicionales comparables a materias primas convencionales como la soya. Esto garantiza calidad y alto valor nutricional que

puede ser útil en la alimentación humana y animal con posibilidades de aplicación en diversos renglones de la industria.

- Según (Urbano L. & Rosas M., 2014) de la Universidad Nacional del Centro de Perú en la investigación realizada en el año 2014 con el tema de tesis “EFECTO DEL TIEMPO DE GERMINACIÓN Y TIEMPO DE COCCIÓN, E INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN LA ACTIVIDAD HEMAGLUTINANTE DE LAS LECTINAS EN EL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*)”, menciona que: La germinación óptima en el tarwi fue a 7 días de tratamiento con una temperatura de secado de 50 °C donde la actividad hemaglutinante de las lectinas del tarwi se redujo a 0 Unidades Hemaglutinantes (U.H.) expresado en mL/mg. Obteniendo una harina con alto valor nutricional, pues la germinación contribuye al aumento de nutrientes haciéndolos biodisponibles para el organismo humano.

8.2. Fundamentación técnica

8.2.1. El chocho (*Lupinus mutabilis*)

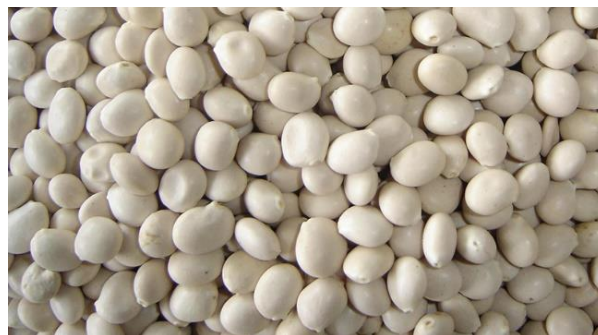
“El chocho es una leguminosa con nombre científico (*Lupinus mutabilis sweet*) o también conocido como Tarwi, el cual es un grano andino que se ha venido cultivando desde hace 1500 años en diversos países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina” (Jacobsen S. & Mujica A., 2006). “El *Lupinus* ha sido tradicionalmente considerado de gran valor nutritivo por su alto contenido de proteínas, grasa, calorías y minerales” (Salazar, 2015).

“El chocho por contener hasta el 50% de proteína se lo considera unos de los alimentos vegetales más ricos en proteínas que ayuda a los niños en su crecimiento y desarrollo cerebral ya que contiene calcio y aminoácidos que previene la anemia” (Lozada, 2012).

“Por otra parte, los aceites del *Lupinus*, son una gran visión en la industria de los alimentos ya que se pretende obtener un producto similar al aceite de soya, obteniendo así el aceite de chocho el cual contendría aceites poliinsaturados (oleico, linoleico y linolénico), los cuales son beneficiosos para la salud, en especial para la prevención de enfermedades cardiovasculares” (Salazar, 2015).

“El chocho contiene alcaloides que son sustancias nitrogenadas que poseen anillos quinolizidicos sintetizados a partir de la lisina, el contenido de alcaloides en los chochos oscila entre 0,02% hasta 3,17% según la variedad, con el proceso de cocción y lavado estos alcaloides se reducen” (Camacho L. & Uribe L., 2016).

Ilustración 1: Chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)



Fuente: (FAO, 2016).

8.2.2. Aspectos generales del cultivo de chocho

8.2.2.1. Clima

El chocho se cultiva en áreas agroecológicas secas, arenosas y frías ubicadas entre los 2600 y 3700 m.s.n.m. con precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, es decir en ambientes relativamente secos. La temperatura debe fluctuar entre 7 y 14 °C, tolera nubosidad, sequía, granizo leve y durante la formación de granos, después de la primera y segunda floración, el chocho es capaz de tolerar las heladas, se adapta muy bien en suelos con pH de 5,5 a 7,6 es decir de ácidos a ligeramente alcalinos.

8.2.2.2. Suelo

El chocho crece adecuadamente en suelos pobres con pocos nutrientes, sin embargo, su rendimiento depende del suelo donde se lo cultive, si se tiene una adecuada humedad en el suelo se desarrolla mejor, no necesita elevados niveles de nitrógeno, pero sí la presencia de fósforo y potasio.

Lo que no resiste el tarwi son los suelos pesados y donde se puede acumular humedad en exceso. En algunos campos se ha notado la presencia de plantas cloróticas (de color verde muy pálido a amarillo). Se ha atribuido esta característica a varias razones: puede ser un daño mecánico en la etapa muy temprana de la planta o una deficiencia de minerales, como magnesio y manganeso.

Las laderas de cerros con suelos delgados pueden producir una cosecha aceptable de tarwi y en muchos casos se siembra con labranza cero que disminuye el peligro de erosión (Fao, 2015).

8.2.3. Características físicas del chocho

Cuadro 1. Características de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)

Características	Descripción
Color	blanco o crema
Tamaño	8mm
Densidad	1. 46g/cm ³
Forma	oval aplanada

Fuente: (INIAP, 2010).

El tamaño del grano de chocho hidratado es de 9.55 mm; 7.96 mm de ancho, y 5.33 mm de espesor, valores que se asemejan a los realizados por Ortega et al (2010), con un tamaño de chocho de 10.1mm de largo; 8.12 mm de ancho y 5.24 de espesor en promedio, según la norma INEN 2 389 (INEN, 2004).

8.2.4. Descripción botánica

El chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), es una especie generalmente anual, de crecimiento erecto y que puede alcanzar desde 0,5 hasta más 2,5 metros en las plantas más altas.

- ✓ **Raíces:** Se caracteriza por ser de bastante grosor y pivotante. El aspecto más resaltante es la presencia en las raíces de un gran número de nódulos, pesando unos 50 g por planta, con bacterias llamadas *Rhizobium sp*, que pueden fijar nitrógeno del aire y que aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno.
- ✓ **Tallo principal y ramas:** La planta de chocho (*Lupinus mutabilis*), presenta una estructura única con distintos niveles de ramificación y de floración. El tallo principal termina en una inflorescencia. Al igual que las ramas que siempre terminan en una inflorescencia. Los niveles de ramificación casi siempre se originan a partir de yemas axilares de hojas (Moreno k., 2008).
- ✓ **Hojas:** Tienen forma de láminas de tipo digitado con un número variable de folíolos de 5 a 12, oblongos.
- ✓ **Inflorescencias:** La inflorescencia es un racimo terminal con flores dispuestas en forma verticilada. Cada flor mide alrededor de 1,2 cm de longitud y tiene la forma típica de las papilionáceas, es decir la corola con cinco pétalos, uno es el estandarte.

- ✓ **Semillas:** Las semillas del chocho (*Lupinus mutabilis*), están incluidas en número variable en una vaina varían de forma: redonda, ovalada a casi cuadrangular, miden entre 0,5 a 1,5 cm. La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad. Los colores del grano incluyen blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores combinados como marmoleado, media luna, ceja y salpicado (Almeida, 2015).

8.2.5. Cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)

8.2.5.1. Producción nacional de chocho

En el Ecuador, el cultivo del chocho está ubicado en una franja altitudinal que va desde los 2 500 m.s.n.m. paralela al área cerealera del centro y norte del callejón interandino hasta los 3 400 m.s.n.m. y de 3 400 m.s.n.m. a 3 600 m.s.n.m., con riesgos de heladas y granizadas (Peralta E., et al., 2017).

Tabla 1. Superficie sembrada, cosecha y producción del chocho en el Ecuador.

Cultivo	Tipo	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Producción
Chocho	Solo	4 217	2 861	7 170
	Asociados	1 757	1 617	330
	TOTAL	5 974	4 532	7 500

Fuente: (INEC,2015).

La producción de chocho en el país de acuerdo a los datos del III Censo Nacional Agropecuario, indica que la mayoría de superficie sembrada se ha constituido como producto solo, lo que muestra que se ha potencializado la producción del chocho, se calcula que la producción anual de chocho es de 75 960 quintales (INEC, 2015).

Tabla 2. Cosecha de chochos por provincias

Provincia	Chocho (Ha)	qq aproxi.
Carchi	45	1 350
Imbabura	192	5 760
Cotopaxi	281	8 430
Chimborazo	975	29 250
Tungurahua	284	8 520
Bolívar	330	9 900
Pichincha	425	12 750
TOTAL	4 532	75 960

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario- datos nacionales.

8.2.5.2. Consumidores de chochos

En el Ecuador se estimó que el consumo de chochos per cápita en la Sierra y Oriente es de 0,4 kg mensuales y en la costa es de 0,2 kg por persona al mes; no obstante, este valor de consumo de chochos va en aumento debido a los altos valores nutricionales que estos contienen la cantidad recomendada de 0,8 kg per cápita al mes (Quelal, 2019).

En Ecuador el chocho lo consume principalmente la población urbana de la sierra en un 80% de la producción y la costa un 19% de la producción. El consumidor nacional prefiere un chocho desamargado, limpio e inocuo, para el consumo, presentado en un envase transparente y limpio (Villacres E. , 2016).

8.2.6. Ecotipos de chochos

Los genotipos adaptados a las condiciones ambientales locales se conocen como Ecotipos (Marlene, 2019). “El Ecotipo es un conjunto de individuos en el ámbito de una especie usualmente reproducidos mediante una semilla que se ha adaptado genéticamente a un territorio específico, regularmente de extensión limitada”.

“Los principales Ecotipos de chocho presentan la variabilidad en el período vegetativo, contenido de alcaloides, tolerancia a enfermedades, rendimiento y valor nutritivo”

(Echavarría L., 2015). “Existen ecotipos con bajo contenido de alcaloides pero que tienen dificultades de adaptación” (Huaisa J., 2018).

Tabla 3. Características de los ecotipos de chochos (*Lupinus mutabilis sweet*)

Ecotipos	Ecotipo local	Ecotipo Peruano
Habitos de crecimiento	Herbacea basal erecto	Herbacea basal erecto
Días de floración	100	160
Días de cosecha	270	270
Color del grano	Blanco	Blanco
Tamaño del grano	Pequeño	Pequeño
Forma del grano	Ovalado aplanado	Ovalado
Altitud óptima msnm	2620 a 3600	2100 a 3400

Fuente: (C. J. Chicaiza, 2020)

8.2.6.1. Diferencia entre Ecotipos y Variedades de chochos

Ecotipo: Conjunto de individuos en el ámbito de una especie (usualmente reproducidos mediante semilla), que se ha adaptado genéticamente a un territorio específico, regularmente de extensión limitada. Los Ecotipos no tienen una identidad genética precisa, estable y definida, y no forman parte de clasificaciones y registros oficiales (Milano, 2016).

Variedades: Es un conjunto de plantas cultivadas, distinguibles claramente por sus características morfológicas, fisiológicas, químicas y cualitativas. La variedad es estable, y por tanto conserva sus propias características distintivas aun cuando se reproduce, las variedades de chochos INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito que han sido genéticamente modificados provienen del Perú y el rendimiento de estas variedades es superior en un 183% al rendimiento promedio de los Ecotipos locales 1350 a 1500 kg/ha.

8.2.7. Principales variedades de chochos

Las principales variedades de chochos (*Lupinus mutabilis sweet*) que se encuentran en Ecuador es la variedad criollito, el cual se cultiva en varios sectores de la sierra, sin embargo, no existe estudios profundos de esta variedad y las variedades mejoradas por el INIAP, así encontramos la variedad INIAP 450 Andino y INIAP 451 Guaranguito.

8.2.7.1. INIAP Andino 450

La variedad INIAP 450 Andino es un germoplasma introducida del Perú, realizando un mejoramiento genético, en 1999 fue entregado mejorado genéticamente, desde el año 2002 fue adoptada en varias provincias como Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, esta variedad se cultiva desde Carchi hasta Loja.

- **Características:** Es una variedad de chocho de hábito de crecimiento herbáceo, de grano grande color blanco-crema. Es una variedad precoz ya que se cosecha entre 6 a 8 meses dependiendo de la altitud y la lluvia. Produce entre 1 y 3 t/ha en ambientes favorables (22 a 66 quintales por hectárea), la variedad no presenta resistencia genética a las principales enfermedades que afectan el cultivo, como la antracnosis y ascoquita, presenta muy buena adaptación en las áreas secas o menos lluviosas.
- **Rendimiento promedio:** Grano seco 1500 kg por hectárea (33 qq por hectárea).

Tabla 4. Características del chocho INIAP 450 Andino

Chocho INIAP 450 Andino	
Característica	Valor
Origen	Perú
Días de floración	76 a 125
Días de la cosecha	170 a 240
Vainas / eje central	10 a 25
Vainas / planta	44 a 56
Granos vaina	6 a 8
Altura de planta	90 a 185 cm
Color de grano	Blanco cremoso
Tamaño de grano	Grande
Rendimiento	1500 kg/ha
Adaptación	2600 a 3400 msnm

Fuente: INIAP, 2013.

8.2.7.2. INIAP 451 Guaranguito

Esta variedad fue creada para la zona de la Provincia de Bolívar con una altura de entre los 2200 a 3600 msnm, precipitaciones entre los 300 a 600 mm, temperatura de 7 a 14° C sus características son que la planta tiene un tipo de crecimiento erecto, muy buen vigor de carga, tolerante al acame de tallo por el viento, su rendimiento es de 1398 kg/ha de grano seco (INIAP, 2016).

- **Características:** Es una variedad de chocho de hábito de crecimiento erecto, herbáceo de grano grande de color blanco, también es una variedad precoz ya que se cosecha entre 6 a 8 meses dependiendo de la altitud y la lluvia.
Produce un promedio de 1,5 t/ha en ambientes favorables (33 quintales por hectárea), presenta muy buena adaptación en áreas de la provincia de Bolívar.
- **Rendimiento promedio:** grano seco 1500 kg por hectárea (33 qq por hectárea).

Tabla 5. Características del chocho INIAP 451 Guaranguito

Chocho INIAP 451 Guaranguito	
Característica	Valor
Origen	Perú
Días de floración	75 a 84
Días cosecha en seco	170 a 186
Vainas / planta	26 a 30
Granos vaina	5 a 6
Altura de planta	100 a 135 cm
Color de grano	Blanco
Tamaño de grano	Grande
Forma del grano	Oval aplanado
Adaptación	2200 a 3600 msnm

Fuente: INIAP 2013

8.2.7.3. Criollo nativo

Es una variedad nativa de los agricultores de las diferentes provincias, de la cual no se tiene mucha información sobre sus características de cultivo y su composición debido a que no han sido analizadas y pueden pertenecer a muchas variedades.

La variedad de chocho criollo la utilizan los agricultores de las zonas rurales en las que no existe conocimiento de las otras variedades, los agricultores siembran esta semilla y dejan una parte para volver a sembrar. La variedad Criollo tiene un ciclo de cosecha más largo, puede demorar más de un año, mientras que las variedades modificadas por el INIAP tienen un ciclo de cosecha entre 6-8 meses.

8.2.8. Índices de cosecha

8.2.8.1. Cosecha en verde

El estado de madurez fisiológica, o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 30% - 40% como promedio, la cosecha de los chochos en estado tierno se da entre los 5 a 6 meses desde el momento de la siembra (ULLCO M.V., 2019). El color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 30% de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica. El grano de chocho en estado tierno se debe cosechar cuando la vaina este compacta y tenga firmeza, también otro indicador importante son los días de siembra hasta la cosecha dependiendo de la variedad.

Ilustración 2. Cosecha de lupino (*Lupinus albus*), verdes inmaduros seepods



8.2.8.2. Cosecha

en seco

Fuente: Nigel Cattlin, 2010

La cosecha de chochos en estado seco se da dentro de 1 año, “puede iniciarse cuando los tallos de **Ilustración 3.** Vainas maduras de chocho están secos y quebradizos y la lupino humedad del grano ha bajado a

14 %”. El estado de cosecha en chocho se determina cuando las hojas se amarillan y la planta se defolia, el tallo se lignifica, las vainas se secan y los granos presentan tal consistencia que resisten la presión de las uñas. En un campo de cultivo se puede realizar hasta dos cosechas: la primera cosecha se realiza cuando los ejes centrales estén secos, cuyos granos deberían ser utilizados como semilla ya que son de mayor tamaño y de mejor calidad, la segunda cosecha se realiza de 20 a 30 días cuando las ramas laterales estén maduras o secas en un estado de 15 a 18 % de humedad. La cosecha se realiza con hoz, cuyo conjunto de vainas son emparvadas para la trilla, que puede realizarse en forma manual o con máquinas (Toaquiza, 2018).



Fuente: Nigel Cattlin, 2013.

8.2.9. Composición química

8.2.9.1. Composición nutricional

El chocho es un grano con un valor nutricional excepcional por su gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales, según su valor nutricional está por encima de la soya. Tiene de 41 a 51% de proteínas, 28.2 % de carbohidratos, 7.1% % de fibra, 15% de calcio 10% de hierro (Campus, 2015).

Las semillas de chochos son excepcionalmente nutritivas ya que es rico en proteínas y grasas constituyendo la mitad de su peso, su contenido proteico es superior al de la soya, la proteína de los diferentes genotipos de chochos varía de 41% - 51% y el aceite de 14% - 24%. Existe una correlación positiva entre proteínas y alcaloides, mientras que

es negativa entre proteína y aceite, significa que cuantas más proteínas tenga, mayor será la cantidad de alcaloide, esto no ocurre con la grasa (Peralta, 2017).

Tabla 6. Valores bromatológicos del chocho amargo y desamargado

Componente %	Chocho amargo	Chocho desamargado
Proteína	47.80	54.05
Grasa	18.90	21.22
Fibra	11.07	10.37
Ceniza	4.42	2.54
Humedad	10.13	77.05
Alcaloides	3.26	0.03
Azucares totales	1.95	0.73
Almidón	4.34	2.88
K	1.22	0.02
Mg	0.24	0.07
Ca	0.12	0.048
P	0.60	0.43
Fe	78.45	74.25
Zn	42.84	63.21
Mn	36.72	18.47

Fuente: Allauca y grupo de investigación 2005

8.2.9.2. Componentes anti-nutricionales

Las semillas de leguminosa contienen sustancias denominadas anti-nutrientes y principalmente en el chocho se encuentra varios de estos anti-nutrientes ya que estos pueden ser tóxicos, sin embargo estas toxinas pueden desaparecer mediante el lavado ya que la mayoría son solubles en agua o termolábiles. Entre las sustancias anti-nutritivas en el chocho podemos encontrar nitratos, taninos, ácido fítico, alcaloides, inhibidores de tripsina (Allauca V., 2005).

- **Nitratos.**

Según (FACSA, 2017) Los nitratos son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, (NO_3^-) que se encuentran de manera natural en pequeñas concentraciones en el suelo, los alimentos y las aguas superficiales y subterráneas.

El nitrato se emplea abundantemente en la industria de los fertilizantes, por lo que se puede encontrar en las leguminosas como el chocho por exceso de fertilizante o aguas industriales contaminadas, sin embargo, no es tóxica, reside en su transformación química en nitrito, hecho que sucede, en parte, durante el metabolismo humano. Este nitrito puede reaccionar en medio ácido del estómago con las aminas, sustancias obtenidas por el metabolismo de los alimentos proteicos (EFSA, 2008).

- **Taninos.**

Según (Guapi, 2014) los taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo, cuando se ingieren en cantidades superiores a 100 mg diarios producen problemas de salud. Los taninos están presentes en hojas, frutos y corteza, vinos entre otros alimentos, estos compuestos complejos son parte de la protección de las plantas contra las infecciones y los herbívoros (Peñarrieta, 2014).

En la industria se utilizan para la fabricación de tintas y el curtido de pieles, gracias a la capacidad de los taninos para transformar las proteínas en productos resistentes a la descomposición. En este proceso se emplean determinados taninos, los más utilizados son los procedentes de la acacia, el castaño, la encina, el pino o la bastarda. En el chocho no existe investigaciones específicas sobre taninos, pero si se ha encontrado en otras leguminosas (Makkar H., 2003).

- **Alcaloides.**

Los alcaloides se encuentran en una proporción de 1-4% cuando el grano es recién cosechado, generan un sabor amargo y pueden ser tóxicos por lo que deben ser eliminados adecuadamente antes del consumo de este grano (Rodríguez, 2009).

A pesar que los alcaloides dan el sabor amargo al chocho, tienen usos en beneficio de la agricultura y la salud; estos se emplean para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales, además el producto líquido del desamargado se lo

ha utilizado por agricultores como laxante y para el control de plagas en plantas (Gavilanes, 2003).

8.3. Desamargado del chocho

A pesar de ser un alimento altamente nutritivo no puede ser usado directamente en la alimentación humana debido a la presencia de sustancias anti-nutricionales como los alcaloides tipo quinolizidínicos, los cuales son amargos y tóxicos siendo su consumo altamente peligroso para el hombre y para los animales. El desamargado de chocho elimina los alcaloides que le confieren el sabor amargo al producto, los alcaloides del chocho se proceden al lavado con agua corriente durante 3 a 4 días, proceso que elimina un 99.99% de los alcaloides (Villacres, 2011).

El chocho desamargado es el producto comestible limpio húmedo, que ha sido sometido a un proceso de desamargamiento (térmico-hídrico), de color predominantemente blanco-crema, sabor y olor característico, libre de olores extraños y del sabor amargo (INEN, 2004).

8.3.1. Desamargado del chocho por germinación y lavado

8.3.1.1. Germinación

Es un proceso bioquímico en el cual el grano comienza a acelerar sus actividades biológicas, cuando se reúnen condiciones apropiadas de: humedad, temperatura y oxigenación, en este proceso tienen lugar varias reacciones químicas que transforman los hidratos y almidones concentrados en el grano, en nutrientes que se digieren mucho mejor que consumiendo los granos enteros o sus derivados. Se sintetizan gran cantidad de enzimas y vitaminas y se liberan los minerales haciéndolos más bio-disponibles y asimilables, es decir nace una nueva planta desde la semilla o grano reuniendo una serie de requisitos (Olmedo, 2012).

A diferencia del desamargado del chocho por el método tradicional el cual consiste en hidratar, cocinar y lavar el grano de chocho durante varios días, en el proceso de desamargado del chocho por el método de germinación y lavado el grano lo sometemos a hidratación, germinación, cocción y finalmente el lavado. Mediante este tipo de desamargado en el grano se acumula mayores componentes nutricionales como la proteína.

8.3.1.1.1. Fases de la germinación

Fase I (hidratación): La absorción de agua es el primer paso de la germinación, durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria. Esta etapa se caracteriza por el almacenamiento de importantes cantidades de energía que se emplearán para desdoblar grandes sustancias como proteínas y carbohidratos que ayudan al crecimiento del embrión (Perez, 2015).

En esta fase se dejó las variedades de chocho INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito y Ecotipo local Nativo y Ecotipo local Peruano en estado de madurez tierno 12 horas en hidratación, mientras que el grano en índice de madurez seco se dejó 24 horas en hidratación, en esta fase el grano se hincha y gana peso.

Fases II (germinación): En esta fase de las semillas de chochos empiezan a brotar el acróspiro, para que esto suceda se debe mantener el grano puesto en las bandejas con una humedad del 45%, no debe sobrepasar de la humedad dicha, ya que el grano tiende a descomponerse.

Fase III (crecimiento): En esta fase las sustancias desdobladas y transportadas son reorganizadas en sustancias complejas, para formar el citoplasma o protoplasma, por lo que la semilla empieza a absorber mas cantidad de agua, en este caso como no se requiere que el grano siga creciendo se somete a cocción dejando al grano en la fase II.

Ilustración 4. Germinación de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet)



8.3.1.2. Factores

✓ Factores

propios de la semilla, como la madurez, longevidad, daño mecánico, almacenamiento, viabilidad de las semillas, es decir, las características genéticas de cada especie.

Fuente: (INIAP, 2015)

que afectan la germinación

internos (intrínsecos):

- ✓ **Factores externos (extrínsecos):** Dependen del ambiente, como el agua, la temperatura y los gases a los que se le expone.

8.4. Análisis físico-químicos

Garantiza la calidad nutricional de los alimentos y cumplir con el marco legal en materia de alimentación el análisis físico-químico se encarga de medir diversas propiedades como temperaturas, conductividad, densidad, viscosidad o dureza con el objetivo de garantizar la calidad alimentaria.

- ✓ **Alcaloides:** Para la determinación cuantitativa de alcaloides, se emplea el Método de Von Baer D. y colaboradores, 1979.
- ✓ **pH:** Es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia. Este análisis permite identificar si la muestra es ácida o alcalina se realiza en sustancias líquidas para lo cual se utiliza un potenciómetro.
- ✓ **Humedad:** El contenido de humedad es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105 – 110 °C, El % de humedad del grano seco varía dependiendo del chocho.
- ✓ **Cenizas:** Es una técnica o proceso que permite estimar la cantidad total de minerales presentes en una muestra normalmente de alimento. Corresponde a uno de los análisis imprescindibles en los estudios de calidad y caracterización de la industria alimenticia (Bolívar, 2020).

8.5. Análisis microbiológicos

- ✓ **Coliformes totales:** Bacterias que, a la temperatura especificada (es decir, 30 °C o 37 °C, (según lo acordado) causa fermentación de lactosa con la producción de gas en las condiciones de ensayo especificadas”.
- ✓ ***Escherichia coli:*** Los tubos que presentan opacidad o producción de gas en el medio líquido de enriquecimiento selectivo y cuyos sub cultivos han producido gas en Caldo EC e indol en agua de peptona a 44 °C, se considera que contienen *Escherichia coli* presuntiva”.
- ✓ **Hongos y Levaduras:** Microorganismos aerobios mesófilos que se desarrollan a 25 °C usando un medio de agar micológico; desarrolla colonias redondas mate o brillante que crecen en la superficie del medio, que usualmente tienen un contorno regular y una

superficie más o menos convexa, al igual que los hongos causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada.

8.6. Glosario de Términos

- **Acrospiro:** Es el pequeño tallo que comienza a crecer del grano.
- **Amargo:** Que tiene el sabor característico de la hiel, de la quinina y otros alcaloides; cuando es especialmente intenso, produce una sensación desagradable y duradera.

- **Germinación:** Es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un proceso que se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe.
- **Tierno:** Que es blando y flexible o que fácilmente se deforma o corta.
- **Taninos:** son sustancias que producen sensación de aspereza, sequedad y amargor.
- **Alcaloides:** Son aquellos metabolitos secundarios de las plantas sintetizados, generalmente, a partir de aminoácidos, que tienen en común su hidrosolubilidad a pH ácido y su solubilidad en solventes orgánicos a pH alcalino.
- **Ecotipos:** Es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.
- **INIAP:** El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, es la entidad oficial del Ecuador que realiza actividades de investigaciones agropecuarias.
- **Leguminosas:** Son las semillas comestibles que crecen en vainas en plantas anuales, arbustos o enredaderas de la familia de las Leguminosae o Fabaceae.
- **Variedad:** Es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie.
- **Toxinas:** Son sustancias creadas por plantas y animales que son venenosas o tóxicas para los seres humanos.
- **Lisina:** Es un aminoácido componente de las proteínas sintetizadas por los seres vivos
- **Germoplasma:** Es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.
- **Bioquímica:** Parte de la química que estudia los elementos que forman parte de la naturaleza de los seres vivos.

9. Validación de las preguntas científicas

9.2. Hipótesis

9.2.1. Hipótesis nula

H₀. Las dos variedades y los dos Ecotipos, los días de germinación y los índices de madurez de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) no influyen significativamente en los análisis fisicoquímicos del chocho desamargado por el método de germinación.

9.2.2. Hipótesis alternativa

H₁. Las dos variedades y los dos Ecotipos, los días de germinación y los índices de madurez de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) influyen significativamente en los análisis fisicoquímicos del chocho desamargado por el método de germinación.

10. Metodologías/ diseño experimental

En la investigación se utilizó el método de Hipotético deductivo método único con el que se puede obtener información científica, aplicada a las ciencias formales (lógica, matemática, filosofía). Este método desarrolla varios pasos primordiales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar el fenómeno en estudio, deducción de las consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. (Cabezas E., et al., 2018).

En la investigación se planteó la hipótesis nula e hipótesis alternativa que fueron verificadas y analizadas en el momento de aplicar el diseño experimental.

10.1. Tipo de investigación

En la investigación se utilizó la investigación Descriptiva, Exploratoria y Experimental, para identificar cual es el mejor tratamiento en el proceso de desamargado, en las dos variedades y los dos Ecotipos, los días de germinación y los índices de madurez del chocho (*Lupinus mutabilis*), es óptima para obtener chochos desamargados con excelentes parámetros físico-químicos.

10.1.1. La investigación descriptiva

La investigación descriptiva es aquella que está elaborada de acuerdo con la realidad de un acontecimiento y su característica fundamental es la de indicar un resultado sea una

interpretación correcta que está bien elaborada de forma clara y precisa para el momento de hacer un análisis sea legible por el lector (Torres J.et al., 2018).

Este tipo de investigación se aplicó al momento de recoger los datos sobre la base de la hipótesis del método de desamargado por germinación y lavado en dos Ecotipos de chocho (*Lupinus mutabilis*).

10.1.2. Investigación exploratoria

Tiene el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior.

Es útil desarrollar este tipo de investigación porque, al contar con sus resultados, se simplifica abrir líneas de investigación y proceder a su consecuente comprobación (Azaya A., Muñoz M., 2016).

Este tipo de investigación se aplicó al momento de buscar respuesta sobre el método de desamargado por germinación y lavado, ya que no existen suficientes estudios sobre dicho método.

10.1.3. Investigación experimental

Es aquella que consiste en la manipulación de una o varias variables, la variable experimental no comprobada que se encuentra en condiciones que están controladas rigurosamente, con el objetivo de determinar de qué modo o cual fue la causa que se produce en esta situación o algún acontecimiento en particular. El experimento que es provocado por el investigador el mismo que le permite introducirse en determinadas variables de estudio que están manipuladas por el mismo, con el fin de controlar el aumento o su vez la reducción de las variables y por lo tanto en las conductas que se encuentran observadas (Andrade D., et al., 2018).

Esta investigación experimental se aplicó mediante un diseño experimental en la cual se planteó factores de estudio como las variedades (INIAP 450 andino y INIAP 451 Guaranguito) y los Ecotipos de chochos (local Nativo y local Peruano), los días de germinación (5-8 y 12 días) y el mejor índice de madurez (tierno y seco) sobre el método de desamargado por germinación y lavado del chocho (*Lupinus mutabilis*), teniendo como factor de estudio el chocho desamargado.

10.2. Materiales y equipos

10.2.1. Materiales

- 8 ollas
- 8 bandejas
- Litreiros
- 1 termómetro
- 3 bidones
- Tanque de gas
- Mesas
- Cucharas
- Tamiz
- Fundas

10.2.2. Equipos

- 1 balanza analítica
- 1 cocina
- 1 envasadora

10.3. Metodologías de elaboración

10.3.1. Procesos de desamargado del chocho por método de germinación y lavado para el chocho tierno y seco

En el siguiente procedimiento se detalla el desamargado de chocho por método de germinación y lavado para el chocho tierno y seco:

- 1) **Recepción de materia prima:** Mediante esta etapa se recibe la materia prima almacenándolo en condiciones óptimas, se recibe las variedades de chochos INIAP 450 Andino, INIAP 451 Guaranguito, el Ecotipo local nativo y Ecotipo local peruano en estado tierno y seco, provenientes Pillaro.

Ilustración 5. Recepción de materia prima



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 2) **Limpieza:** La limpieza de los chochos se da con la finalidad de eliminar tierra, piedras, trozos de las hojas, tallos y cascaras, también se elimina granos defectuosos por medio de la observación, y el tacto.

Ilustración 6. Limpieza del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 3) **Selección-clasificación:** Selecciona los granos por tamaños y verificando que la limpieza de los granos haya sido adecuada.

Ilustración 7. Selección del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 4) **Desinfección:** La desinfección de los chochos se realiza con Hipoclorito de sodio al 1% de concentración, durante 30 s.
- 5) **Escarificación:** Es una técnica que se realiza a los granos con el fin de acortar el tiempo de germinación, a los chochos se da una escarificación a 92 °C por 1s.

Ilustración 8. Escarificación del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 6) **Hidratación:** Esta etapa tiene como finalidad elevar el contenido de humedad para facilitar la eliminación de los alcaloides por cada kilogramo de chochos se utiliza 3 litros de agua, durante 12 horas para chocho tierno y 24 horas para chocho seco.

Ilustración 9. Hidratación del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 7) **Escurrido:** Se extrae el exceso de agua y el grano debe contener 45 % de humedad para una adecuada germinación.

Ilustración 10. Escurrido del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 8) **Germinación:** El proceso germinativo se da entre 5 a 12 días a 20 °C, la germinación representa una forma efectiva para aportar a nuestros organismos nutrientes más digeribles. Una buena modificación del grano se logra cuando el acróspiro se desarrolla unas $\frac{3}{4}$ partes y las raicillas crecen 1,5 veces el tamaño del grano.

Ilustración 11. Germinación de las muestras de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 9) **Cocción:** Se realizó la cocción en una cocina industrial o industrialmente en marmitas, elevando la temperatura del agua a 90°C – 92°C que es la temperatura de ebullición en la Región Sierra, este proceso se realiza en un lapso de tiempo de 30-45 minutos para chochos tiernos y 1 hora para chocho seco. La cocción anula toda actividad enzimática y la secuencia de cambios metabólicos inherentes.

Ilustración 12. Cocción de las muestras de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

- 10) **Lavado:** Este proceso se da durante 11 días para chocho tierno y 10 días para chocho seco con un cambio de agua cada 24 horas, se utiliza 3 litros de agua por cada kg de chocho para la eliminación total de alcaloides, mediante agua potable.
- 11) **Escurredo:** Este proceso se da durante 30 minutos para eliminar el exceso de agua de los chochos.

Ilustración 13. Escurrido de las muestras de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

12) Envasado: Este producto se envasa en fundas de polietileno o tarrinas de plástico con CO₂.

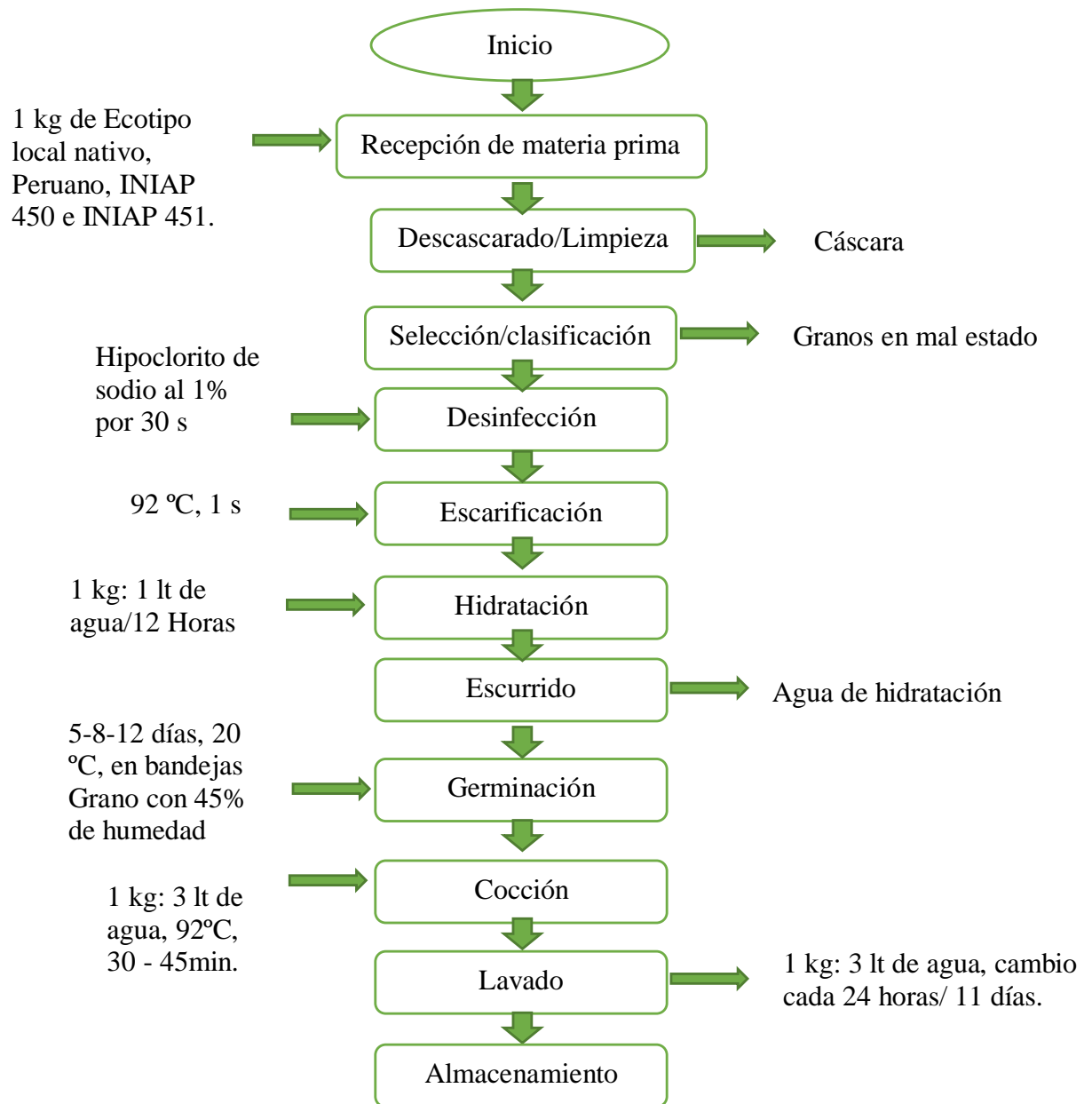
Ilustración 14. Envasado al vacío



Fuente: Coyago, M. (2021)

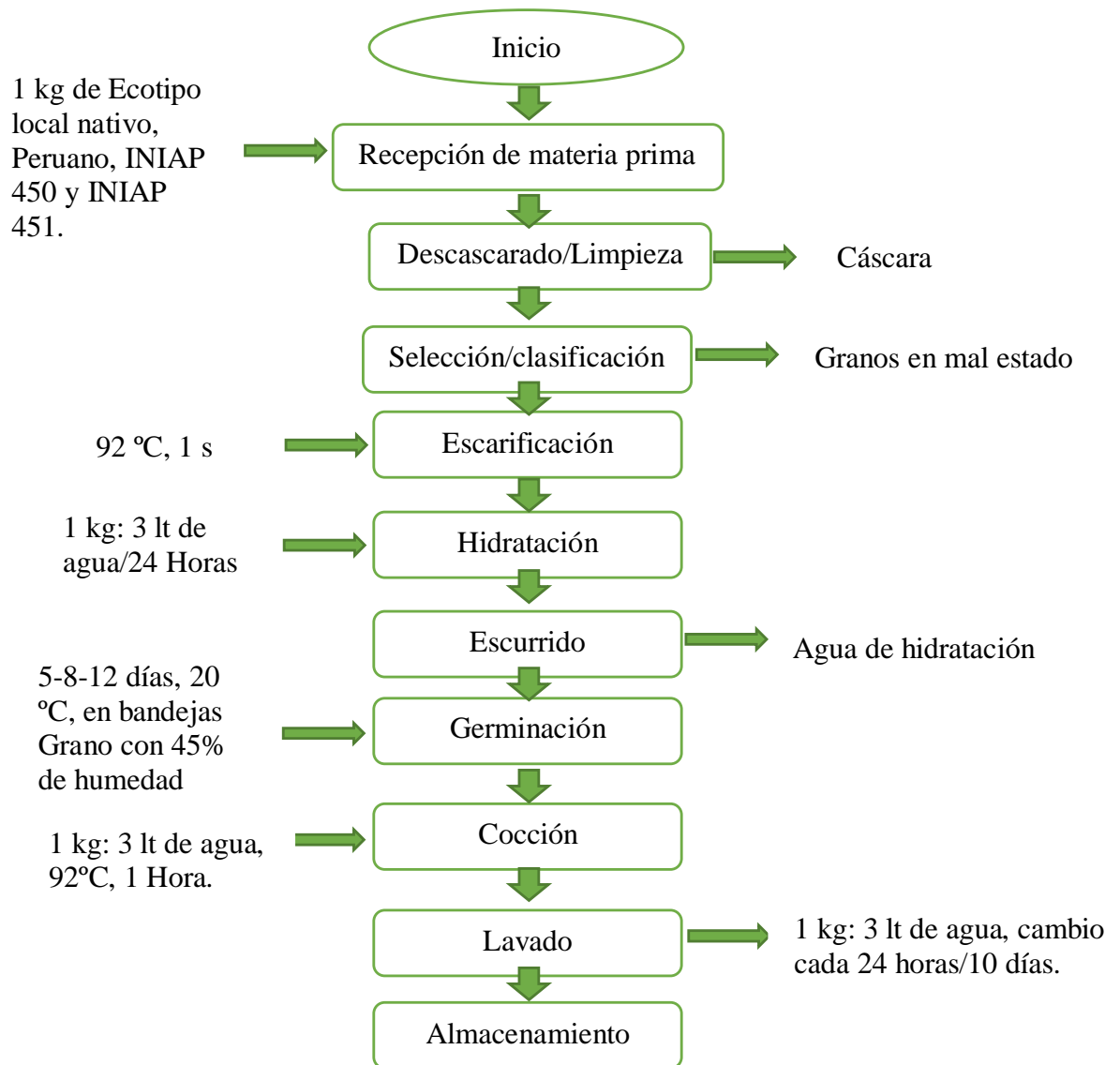
13) Almacenamiento: Se almacena en refrigeración, a un adecuado almacenamiento la vida útil del producto es de 6 días.

Diagrama de flujo 1: Diagrama de flujo del desamargado por germinación y lavado para el chocho tierno.



10.3.2. Procesos de desamargado del chocho por método de germinación y lavado para el chocho seco

Diagrama de flujo 2. Diagrama de flujo del desamargado por germinación y lavado para el chocho seco.



10.4. Diseño Experimental

10.4.1. Características de la unidad experimental

El diseño experimental que se aplicó en la Investigación bajo un arreglo factorial A x B x C siendo un DBCA (Diseño de bloques completamente al Azar). Teniendo como factor A, Variedades y Ecotipos de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), como factor B, días de germinación y para el factor C el índice de cosecha.

10.4.2. Factores de estudio

Tabla 7. Factores de estudio

Factores	Código
FACTOR A Variedades y Ecotipos de chocho	a ₁ = INIAP 450 Andino
	a ₂ = INIAP 451 Guaranguito
	a ₃ = Ecotipo local Nativo
	a ₄ = Ecotipo local Peruano
FACTOR B Días de germinación	b ₁ = 5 días
	b ₂ = 8 días
	b ₃ = 12 días
FACTOR C Índice de madurez	c ₁ = Tierno
	c ₂ = Seco

Fuente: Coyago, M. (2021)

10.4.3. Esquema ADEVA del chocho desamargado por lavado y germinación

Tabla 8. Esquema ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Repeticiones	1	$r - 1$
Factor A	3	$A - 1$
Factor B	2	$B - 1$
Factor C	1	$C - 1$
A x B	5	$(A - 1) (B - 1)$
A x C	3	$(A - 1) (C - 1)$
B x C	2	$(B - 1) (C - 1)$
A x B x C	5	$(A - 1) (B - 1) (C - 1)$
Error Experimental	1	Diferencia (total- grados de libertad)
Total	23	$(A \times B \times C) - 1$

Fuente: Coyago, M. (2021)

10.4.4. Tratamientos de estudio

Los tratamientos resultantes de la combinación de los factores de las variedades y los Ecotipos de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), los días de germinación y el índice de madurez. Se muestran a continuación en el Tabla 9.

Tabla 9. Tratamientos.

Réplicas	Código	Tratamiento	Descripción
I	t_1	(a ₁ b ₁ c ₁)	INIAP 450 Andino + 5 días de germinación + tierno.
	t_2	(a ₁ b ₁ c ₂)	INIAP 450 Andino + 5 días de germinación + seco.
	t_3	(a ₁ b ₂ c ₁)	INIAP 450 Andino + 8 días de germinación + tierno.
	t_4	(a ₁ b ₂ c ₂)	INIAP 450 Andino + 8 días de germinación + seco.
	t_5	(a ₁ b ₃ c ₁)	INIAP 450 Andino + 12 días de germinación + tierno.
	t_6	(a ₁ b ₃ c ₂)	INIAP 450 Andino + 12 días de germinación + seco.
	t_7	(a ₂ b ₁ c ₁)	INIAP 451 Guaranguito + 5 días de germinación + tierno.
	t_8	(a ₂ b ₁ c ₂)	INIAP 451 Guaranguito + 5 días de germinación + seco.
	t_9	(a ₂ b ₂ c ₁)	INIAP 451 Guaranguito + 8 días de germinación + tierno.
	t_{10}	(a ₂ b ₂ c ₂)	INIAP 451 Guaranguito + 8 días de germinación + seco.
	t_{11}	(a ₂ b ₃ c ₁)	INIAP 451 Guaranguito + 12 días de germinación + tierno.
	t_{12}	(a ₂ b ₃ c ₂)	INIAP 451 Guaranguito + 12 días de germinación + seco.
	t_{13}	(a ₃ b ₁ c ₁)	Ecotipo local nativo + 5 días de germinación + tierno.
	t_{14}	(a ₃ b ₁ c ₂)	Ecotipo local nativo + 5 días de germinación + seco.
	t_{15}	(a ₃ b ₂ c ₁)	Ecotipo local nativo + 8 días de germinación + tierno.
	t_{16}	(a ₃ b ₂ c ₂)	Ecotipo local nativo + 8 días de germinación + seco.
	t_{17}	(a ₃ b ₃ c ₁)	Ecotipo local nativo + 12 días de germinación + tierno.
	t_{18}	(a ₃ b ₃ c ₂)	Ecotipo local nativo + 12 días de germinación + seco.
	t_{19}	(a ₄ b ₁ c ₁)	Ecotipo local peruano + 5 días de germinación + tierno.

Continuación...

	t_{20}	(a ₄ b ₁ c ₂)	Ecotipo local peruano + 5 días de germinación + seco.
	t_{21}	(a ₄ b ₂ c ₁)	Ecotipo local peruano + 8 días de germinación + tierno.
	t_{22}	(a ₄ b ₂ c ₂)	Ecotipo local peruano + 8 días de germinación + seco.
	t_{23}	(a ₄ b ₃ c ₁)	Ecotipo local peruano + 12 días de germinación + tierno.
	t_{24}	(a ₄ b ₃ c ₂)	Ecotipo local peruano + 12 días de germinación + seco.
II	t_1	(a ₁ b ₁ c ₁)	INIAP 450 Andino + 5 días de germinación + tierno.
	t_2	(a ₁ b ₁ c ₂)	INIAP 450 Andino + 5 días de germinación + seco.
	t_3	(a ₁ b ₂ c ₁)	INIAP 450 Andino + 8 días de germinación + tierno.
	t_4	(a ₁ b ₂ c ₂)	INIAP 450 Andino + 8 días de germinación + seco.
	t_5	(a ₁ b ₃ c ₁)	INIAP 450 Andino + 12 días de germinación + tierno.
	t_6	(a ₁ b ₃ c ₂)	INIAP 450 Andino + 12 días de germinación + seco.
	t_7	(a ₂ b ₁ c ₁)	INIAP 451 Guaranguito + 5 días de germinación + tierno.
	t_8	(a ₂ b ₁ c ₂)	INIAP 451 Guaranguito + 5 días de germinación + seco.
	t_9	(a ₂ b ₂ c ₁)	INIAP 451 Guaranguito + 8 días de germinación + tierno.
	t_{10}	(a ₂ b ₂ c ₂)	INIAP 451 Guaranguito + 8 días de germinación + seco.
	t_{11}	(a ₂ b ₃ c ₁)	INIAP 451 Guaranguito + 12 días de germinación + tierno.
	t_{12}	(a ₂ b ₃ c ₂)	INIAP 451 Guaranguito + 12 días de germinación + seco.
	t_{13}	(a ₃ b ₁ c ₁)	Ecotipo local nativo + 5 días de germinación + tierno.
	t_{14}	(a ₃ b ₁ c ₂)	Ecotipo local nativo + 5 días de germinación + seco.
	t_{15}	(a ₃ b ₂ c ₁)	Ecotipo local nativo + 8 días de germinación + tierno.
	t_{16}	(a ₃ b ₂ c ₂)	Ecotipo local nativo + 8 días de germinación + seco.
	t_{17}	(a ₃ b ₃ c ₁)	Ecotipo local nativo + 12 días de germinación + tierno.
	t_{18}	(a ₃ b ₃ c ₂)	Ecotipo local nativo + 12 días de germinación + seco.
	t_{19}	(a ₄ b ₁ c ₁)	Ecotipo local peruano + 5 días de germinación + tierno.

Continuación...

	t_{20}	(a ₄ b ₁ c ₂)	Ecotipo local peruano + 5 días de germinación + seco.
	t_{21}	(a ₄ b ₂ c ₁)	Ecotipo local peruano + 8 días de germinación + tierno.
	t_{22}	(a ₄ b ₂ c ₂)	Ecotipo local peruano + 8 días de germinación + seco.
	t_{23}	(a ₄ b ₃ c ₁)	Ecotipo local peruano + 12 días de germinación + tierno.
	t_{24}	(a ₄ b ₃ c ₂)	Ecotipo local peruano + 12 días de germinación + seco.

Fuente: Coyago, M. (2021)

10.4.5. Operacionalización de las variables

Cuadro 2. Operacionalización de las variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores
Chocho desamargado germinado y lavado	Ecotipos de chocho: <ul style="list-style-type: none"> • Local nativo • Local peruano. Variiedad de chocho: <ul style="list-style-type: none"> • INIAP 450 Andino • INIAP 451 Guaranguito. 	Físico- químicos <ul style="list-style-type: none"> • pH • alcaloides • humedad • cenizas
	Tiempo de germinación: <ul style="list-style-type: none"> • 5 días • 8 días • 12 días 	Microbiológicos <ul style="list-style-type: none"> • Hongos y levaduras • Aerobios totales • <i>Escherichia coli</i>
	Índice de madurez <ul style="list-style-type: none"> • Tierno • Seco 	Sensoriales <ul style="list-style-type: none"> • Color • Textura • Sabor • Olor

Fuente: Coyago, M. (2021)

11. Análisis y discusión de resultados

En este punto se analizó y discutió los resultados obtenidos durante la investigación: “Estudio del desamargado por germinación y lavado de dos Ecotipos, dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez.”, los cuales fueron obtenidos mediante la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que determinaron el mejor tratamiento. Los datos obtenidos en los análisis físicos – químicos se los interpretó mediante el programa estadístico InfoStat/L aplicando un diseño factorial A*B*C con dos repeticiones el mismo que nos ayudó a determinar el mejor tratamiento.

11.1. Aplicación del tipo de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) por el método de germinación y lavado en dos Ecotipos, dos variedades y dos índices madurez

Según el INIAP en la investigación del desamargado por el método de germinación y lavado manifiesta que el proceso germinativo representa una forma efectiva para aportar nutrientes más digeribles a nuestro organismo.

Las semillas del chocho contienen un gran porcentaje de alcaloides por lo que se debe someter a un tratamiento de desamargado para lo cual primero se da el proceso de remojo, luego se deja que el grano del chocho germine de 5 a 6 días en el caso de los chochos verdes y de 8 a 12 días en el caso de los chochos en índice de madurez seco, también se da el proceso de la cocción durante 40 a 60 minutos y finalmente se da el lavado durante 8 días o más para eliminar los alcaloides presentes en el grano.

En este proceso de desamargado la germinación del grano de chocho depende de varios factores como la temperatura, humedad, la germinación del grano comienza cuando el chocho ha alcanzado una humedad del 60 %.

11.2. Análisis de las variables en estudio

11.2.1 Variables de las características fisicoquímicas

11.2.1.1 Variable pH

Análisis de varianza en la evaluación físico – química del desamargado de chocho por germinación y lavado con dos variedades y dos Ecotipos, tiempo de germinación y dos índices de madurez de chocho sobre el pH del producto.

Tabla 10. Análisis de varianza de la variable pH

F. V	S.C	Gl	CM	F calculado	F crítico	P-Valor
V y E	0,24	3	0,08	3,16	2,84	0,0438 *
DG	0,02	2	0,01	0,37	3,27	0,6917 ns
IM	0,07	1	0,07	2,61	4,08	0,1199 ns
Repeticiones	0,03	1	0,03	1,00	4,08	0,3285 ns
V y E * DG	0,36	6	0,06	2,36	2,34	0,0634 ns
V y E * IM	0,02	3	0,01	0,28	2,84	0,8409 ns
DG*IM	0,19	2	0,10	3,81	2,27	0,0373*
V y E*DG*IM	0,25	6	0,04	1,68	2,34	0,1723 ns
Error	0,58	23	0,03			
Total	1,76	47				
C.V(%)	2,48					

Fuente: Coyago, M. (2021)

**= Alta significativo

DG= Días de germinación

*= significativo

IM= Índice de Madurez

ns= no es significativo

C.V(%) = Coeficiente de variación

V y E= Variedades y Ecotipos

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 10, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, donde se analiza que el factor A de variedades y Ecotipos presenta un valor significativo, el resto de los factores y las interacciones no son significativos, por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 con respecto a los variedades y Ecotipos, días de germinación e índices de madurez de chocho desamargado, permitiendo observar diferencia significativa en el factor de variedades y Ecotipos para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%

con relación al pH. Las repeticiones no son significativas; es decir se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus repeticiones. También se puede observar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 2,48 % van a salir diferentes y el 97,52 % de las observaciones serán confiables, esto demuestra la precisión con la cual fue realizado el ensayo.

En conclusión, el factor variedades y Ecotipos presenta un valor significativo, mientras que los días de germinación e índices de madurez no influyen en el proceso de desamargado ya que no presenta diferencias entre los tratamientos.

Tabla 11. Prueba de Tukey para la variable pH del factor Variedades y Ecotipos del chocho

Variedades y Ecotipos	Medias	N	EE	Grupo homogéneo	Grupo homogéneo
a ₄	6,31	12	0,05	A	
a ₃	6,42	12	0,05	A	B
a ₁	6,46	12	0,05	A	B
a ₂	6,5	12	0,05		B

Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 11 para el factor A variedades y Ecotipos de chochos tenemos que el factor a₄ (Ecotipo local peruano) tuvo un pH de 6,31 y se ubica en el grupo homogéneo A, y el factor a₃ (Ecotipo local nativo) con un pH de 6,42 compartiendo el grupo homogéneo A y B esto nos indica que existe diferencia significativa.

En conclusión, el chocho Ecotipo local Peruano es el más óptimo en el proceso de desamargado por germinación y lavado, de acuerdo al factor de pH, en relación al Ecotipo local Nativo y las variedades INIAP.

Tabla 12. Prueba de Tukey de la variable pH para la intersección entre variedades y Ecotipos, días de germinación e índice de madurez del chocho

Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo	Grupo Homogéneo
---------------------	---------------	------------------------	------------------------

t ₁₉ (a ₄ b ₁ c ₁)	6,1	A	
t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	6,24	A	B
t ₁₈ (a ₃ b ₃ c ₂)	6,25	A	B
t ₁₁ (a ₂ b ₃ c ₁)	6,26	A	B
t ₁₀ (a ₂ b ₂ c ₂)	6,28	A	B
t ₂₃ (a ₄ b ₃ c ₁)	6,29	A	B
t ₂₂ (a ₄ b ₂ c ₂)	6,33	A	B
t ₂₀ (a ₄ b ₁ c ₂)	6,35	A	B
t ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	6,37	A	B
t ₂₁ (a ₄ b ₂ c ₁)	6,38	A	B
t ₁₆ (a ₃ b ₂ c ₂)	6,4	A	B
t ₂₄ (a ₄ b ₃ c ₂)	6,42	A	B
t ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	6,44	A	B
t ₁₃ (a ₃ b ₁ c ₁)	6,45	A	B
t ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	6,46	A	B
t ₁₅ (a ₃ b ₂ c ₁)	6,47	A	B
t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	6,5	A	B
t ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	6,5	A	B
t ₅ (a ₁ b ₃ c ₁)	6,5	A	B
t ₉ (a ₂ b ₂ c ₁)	6,52	A	B
t ₇ (a ₂ b ₁ c ₁)	6,57	A	B
t ₈ (a ₂ b ₁ c ₂)	6,58	A	B
t ₁₄ (a ₃ b ₁ c ₂)	6,75	A	B
t ₁₂ (a ₂ b ₃ c ₂)	6,8		B

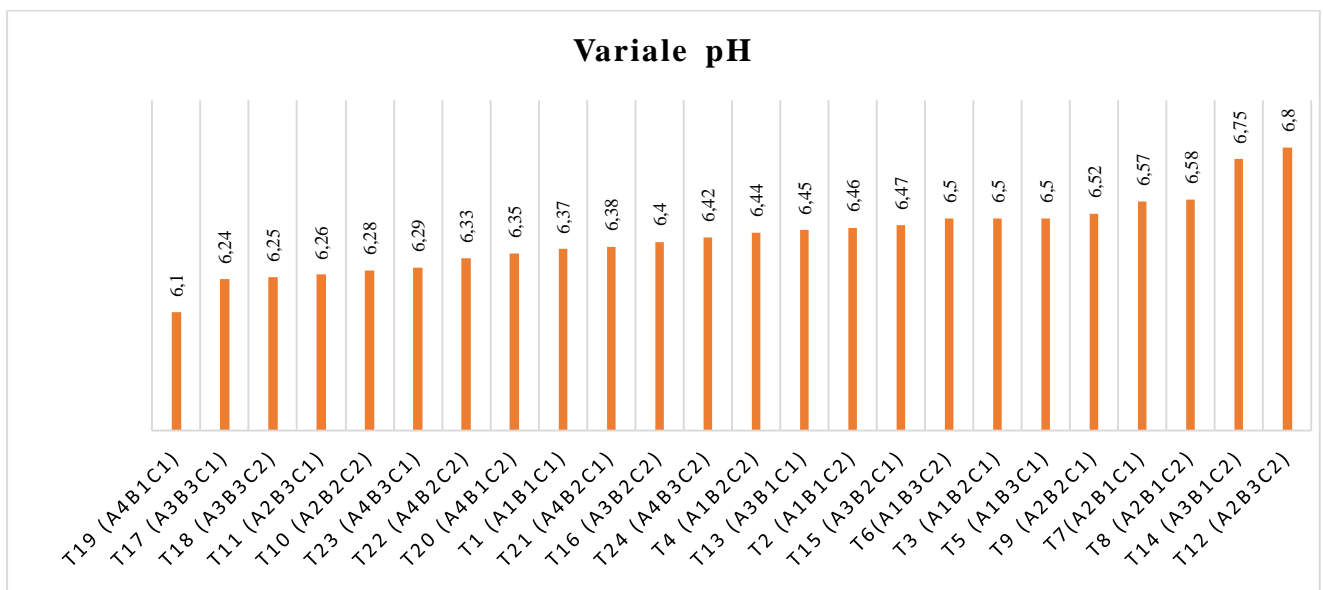
Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 12 para la intersección entre variedades y Ecotipos de chocho el tratamiento 19, a₄ (Ecotipo local peruano), días de germinación b₁ (5

días) e índice de madurez c_1 (tierno) presenta un pH de 6,1 y se ubica en el grupo homogéneo A; por otro lado, para la intersección del tratamiento 17, a_3 (Ecotipo Local Nativo), días de germinación b_3 (12 días) e índice de madurez c_1 (tierno) presenta un pH de 6,24 también comparte el grupo homogéneo A.

En conclusión, el Ecotipo local peruano, los 5 días de germinación y el índice de madurez tierno, correspondientes al tratamiento 19 y el Ecotipo local Nativo, los 12 días de germinación y el índice de madurez tierno correspondientes al tratamiento 17, finalmente el tratamiento Ecotipo local nativo, los 12 días de germinación y el índice de madurez tierno correspondiente al tratamiento 18 se encuentran entre los mejores para el desamargado del chocho por germinación y lavado de acuerdo a la variable pH.

Gráfico 1. Comportamiento de los promedios de la variable pH de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

En el gráfico 1, podemos mencionar que el tratamiento que presenta mejor pH es el t_{19} ($a_4b_1c_1$) que corresponde al Ecotipo local Peruano, los 5 días de germinación y el índice de madurez tierno con un valor de 6,1 y del t_{17} ($a_3b_3c_1$) del Ecotipo local Nativo, los 12 días de germinación y el índice de madurez tierno, son los 2 mejores tratamientos, ya que muestran las mejores características para el desamargado por el método de germinación y lavado.

11.2.2 Variable humedad

Análisis de varianza en la evaluación físico – química del desamargado de chocho por germinación y lavado con dos variedades y dos Ecotipos, tres tiempos de germinación y dos índices de madurez de chocho sobre la Humedad del producto.

Tabla 13. Análisis de varianza de la variable humedad

F. V	S.C	gl	CM	F calculado	F crítico	P-Valor
V y E	0,99	3	0,33	0,25	2,84	0,8622 ns
DG	0,53	2	0,26	0,20	3,27	0,8229 ns
IM	47,42	1	47,42	35,48	4,08	< 0,0001 **
Repeticiones	0,92	1	0,92	0,69	4,08	0,4149 ns
V y E * DG	4,12	6	0,69	0,51	2,34	0,7914 ns
V y E * IM	0,16	3	0,05	0,04	2,84	0,9891 ns
DG*IM	0,22	2	0,11	0,08	2,27	0,9197 ns
V y E*DG*IM	8,42	6	1,40	1,05	2,34	0,4198 ns
Error	30,74	23	1,34			
Total	93,53	47				
C.V(%)	1,56					

Fuente: Coyago, M. (2021)

**= Alta significativo

DG= Días de germinación

*= significativo

IM= Índice de Madurez

ns= no es significativo

C.V(%) = Coeficiente de variación

V y E= Variedades y Ecotipos

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 13, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, donde se analiza que el índice de madurez es altamente significativo, mientras que el resto de los factores y las interacciones no son significativos, por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 con respecto a las variedades y Ecotipos, días de germinación y los índices de madurez de chocho desamargado, permitiendo observar diferencia altamente significativa en los índices de madurez con relación humedad, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, en las repeticiones no es significativo, por lo

tanto se acepta hipótesis H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. También se puede observar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 1,56% van a salir diferentes y el 98,44% de las observaciones serán confiables, esto demuestra la precisión con la cual fue realizado el ensayo.

En conclusión, el índice de madurez si influyen en el proceso de desamargado presentando diferencias entre los tratamientos, ya que existe significancia en las variables de estudio.

Tabla 14. Prueba de Tukey para la variable Humedad del factor índice de madurez del chocho

Índice de madurez	Medias	n	E.E	Grupo homogéneo	Grupo homogéneo
c_2	73,21	24	0,24	A	
c_1	75,2	24	0,24		B

Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 14 para el factor índices de madurez del chocho el factor c_2 (seco) tuvo una humedad de 73,21% ubicándolo en el grupo homogéneo A y el c_1 (tierno) con una humedad de 75,2% ubicándolo en el grupo homogéneo B, muestra que tiene variación en las muestras.

En conclusión, se manifiesta que el índice de madurez seco es el más óptimo para el proceso de desamargado por germinación y lavado de acuerdo a la humedad en relación al índice de madurez tierno.

Tabla 15. Prueba de Tukey de la variable humedad para la intersección entre variedades-Ecotipos, días de germinación e índice de madurez del chocho

Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo	Grupo Homogéneo
$t_{18} (a_3b_3c_2)$	72,75	A	

t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	72,81	A	
t ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	73,03	A	
t ₂₂ (a ₄ b ₂ c ₂)	73,05	A	
t ₁₆ (a ₃ b ₂ c ₂)	73,11	A	
t ₈ (a ₂ b ₁ c ₂)	73,18	A	
t ₂₀ (a ₄ b ₁ c ₂)	73,19	A	
t ₁₂ (a ₂ b ₃ c ₂)	73,24	A	
t ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	73,27	A	
t ₁₄ (a ₃ b ₁ c ₂)	73,31	A	
t ₂₄ (a ₄ b ₃ c ₂)	73,75	A	
t ₁₀ (a ₂ b ₂ c ₂)	73,88	A	
t ₉ (a ₂ b ₂ c ₁)	74,15	A	B
t ₅ (a ₁ b ₃ c ₁)	74,3	A	B
t ₁₃ (a ₃ b ₁ c ₁)	74,6	A	B
t ₁₅ (a ₃ b ₂ c ₁)	74,83	A	B
t ₁₁ (a ₂ b ₃ c ₁)	74,9	A	B
t ₁₉ (a ₄ b ₁ c ₁)	75,05	A	B
t ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	75,25	A	B
t ₂₃ (a ₄ b ₃ c ₁)	75,25	A	B
t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	75,55	A	B
t ₂₁ (a ₄ b ₂ c ₁)	75,78	A	B
t ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	76	A	B
t ₇ (a ₂ b ₁ c ₁)	76,75	A	B

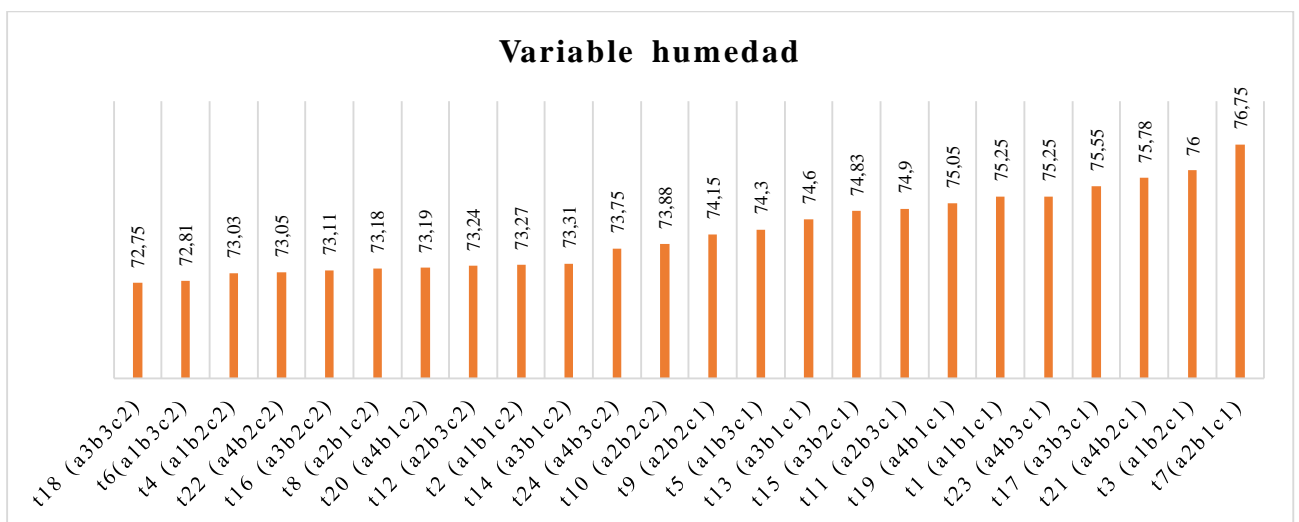
Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 15 para la intersección variedades y Ecotipos, el tratamiento a₃ (Ecotipo local Nativo), días de germinación b₃ (12 días) e índice

de madurez c_2 (seco) presenta una humedad de 72,75% ubicándolo en el grupo homogéneo A, por otro lado, para la intersección variedad a_1 (INIAP 450 Andino), días de germinación b_3 (12 días) e índice de madurez de chocho c_2 (seco) presenta una humedad de 72,81% también comparte el grupo homogéneo A.

En conclusión, se dice que el Ecotipo local Nativo, los días 12 de germinación y el índice de madurez tierno, correspondientes al tratamiento 18 y la variedad INIAP 450 Andino, los 12 días de germinación y el índice de madurez seco correspondientes al tratamiento 6, son los mejores tratamientos en la variable humedad para el desamargado del chocho por germinación y lavado.

Gráfico 2. Comportamiento de los promedios de la variable Humedad de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

En el gráfico 2, podemos mencionar que el tratamiento que presenta mejor humedad es el t_{18} ($a_3b_3c_2$) que corresponde al Ecotipo local Nativo, los 12 días de germinación y el índice de madurez tierno con un valor de 72,75% y del t_6 ($a_1b_3c_2$) de la variedad INIAP 450 Andino, los 12 días de germinación y el índice de madurez seco, siendo los dos mejores tratamientos, ya que muestran las mejores características para el desamargado por el método de germinación y lavado.

11.2.3 Variable cenizas

Análisis de varianza en la evaluación físico – química del desamargado de chocho por germinación y lavado con dos variedades y dos Ecotipos, tres tiempos de germinación y dos índices de madurez de chocho sobre las cenizas del producto.

Tabla 16. Análisis de varianza de la variable Cenizas

F. V	S.C	gl	CM	F calculado	F crítico	P-Valor
V y E	0,29	3	0,10	1,08	2,84	0,3764 ns
DG	0,07	2	0,04	0,40	3,27	0,6730 ns
IM	0,06	1	0,06	0,67	4,08	0,4219 ns
Repeticiones	0,04	1	0,04	0,43	4,08	0,5195 ns
V y E * DG	0,78	6	0,13	1,44	2,34	0,2420 ns
V y E * IM	0,07	3	0,02	0,27	2,84	0,8432 ns
DG*IM	0,14	2	0,07	0,75	2,27	0,4830 ns
V y E*DG*IM	0,45	6	0,07	0,83	2,34	0,5600 ns
Error	2,07	23	0,09			
Total	3,97	47				
C.V(%)	12,83					

Fuente: Coyago, M. (2021)

**= Alta significativo

DG= Días de germinación

*= significativo

IM= Índice de Madurez

ns= no es significativo

C.V(%) = Coeficiente de variación

V y E= Variedades y Ecotipos

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, donde se analiza que los factores y las interacciones no son significativos, por lo tanto se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 con respecto a las variedades y Ecotipos, días de germinación y el índices de madurez de chocho desamargado, permitiendo observar que no existe diferencias significativas entre los tratamientos con relación a las cenizas, en las réplicas no es significativo, por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. También se puede observar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el

12,83% van a salir diferentes y el 87,17% de las observaciones serán confiables, esto demuestra la precisión con la cual fue realizado el ensayo.

En conclusión, las variedades y Ecotipos, los días de germinación y los índices de madurez no influyen en el proceso de desamargado debido a que no presentan diferencias entre los tratamientos.

Tabla 17. Prueba de Tukey de la variable Humedad de la intersección entre Variedad y Ecotipos, días de germinación y el índice de madurez.

Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo
t ₁₆ (a ₃ b ₂ c ₂)	2	A
t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	2,04	A
t ₈ (a ₂ b ₁ c ₂)	2,1	A
t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	2,15	A
t ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	2,17	A
t ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	2,17	A
t ₁₈ (a ₃ b ₃ c ₂)	2,19	A
t ₂₀ (a ₄ b ₁ c ₂)	2,24	A
t ₂₄ (a ₄ b ₃ c ₂)	2,25	A
t ₂₃ (a ₄ b ₃ c ₁)	2,27	A
t ₁₅ (a ₃ b ₂ c ₁)	2,28	A
t ₉ (a ₂ b ₂ c ₁)	2,3	A
t ₅ (a ₁ b ₃ c ₁)	2,32	A
t ₇ (a ₂ b ₁ c ₁)	2,4	A
t ₁₃ (a ₃ b ₁ c ₁)	2,42	A
t ₂₁ (a ₄ b ₂ c ₁)	2,43	A
t ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	2,44	A
t ₁₄ (a ₃ b ₁ c ₂)	2,5	A
t ₂₂ (a ₄ b ₂ c ₂)	2,5	A

Continuación...

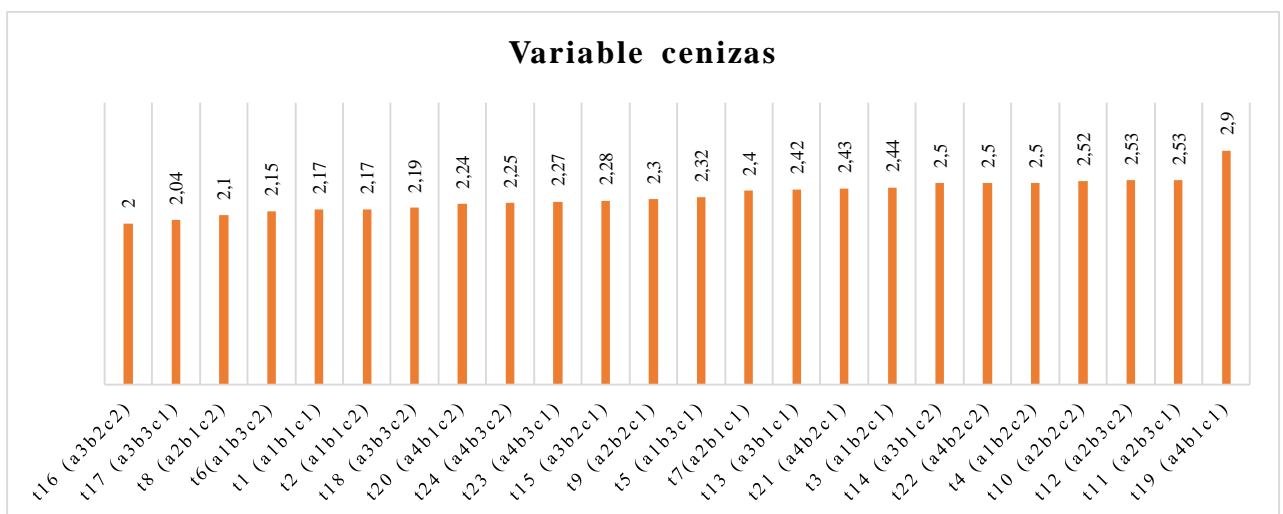
t ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	2,5	A
t ₁₀ (a ₂ b ₂ c ₂)	2,52	A
t ₁₂ (a ₂ b ₃ c ₂)	2,53	A
t ₁₁ (a ₂ b ₃ c ₁)	2,53	A
t ₁₉ (a ₄ b ₁ c ₁)	2,9	A

Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, entre la intersección variedades y Ecotipos el tratamiento a₃ (Ecotipo local Nativo), días de germinación b₂ (8 días) y el índice de madurez c₂ (seco) con un valor de 2 % y Ecotipo a₁ (local Nativo), días de germinación b₃ (12 días) y el índice de madurez c₁ (tierno) con un valor de 2,04%, influyen en el porcentaje de cenizas, ubicándolos en el grupo homogéneo A.

En conclusión, la intersección entre el Ecotipo local Nativo, 8 días de germinación y el índice de madurez seco del tratamiento 16 y el Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación y el índice de madurez tierno correspondientes al tratamiento 17 son los dos mejores tratamientos para el proceso de desamargado por germinación y lavado de acuerdo a los resultados el porcentaje de cenizas obtenidos.

Gráfico 3. Comportamiento de los promedios de la variable Cenizas de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

En el gráfico 3, podemos mencionar que el tratamiento que presenta el mejor porcentaje de cenizas es el t_{16} ($a_3b_2c_2$) que corresponde al Ecotipo local Nativo, 8 días de germinación y el índice de madurez seco con un valor de 2% y del t_{17} ($a_3b_3c_1$) del Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación y el índice de madurez tierno, siendo los mejores tratamientos, ya que muestran las mejores características para el desamargado por el método de germinación y lavado.

11.2.4 Variable alcaloides

Análisis de varianza en la evaluación físico – química de alcaloides del desamargado de chocho por germinación y lavado con dos variedades y dos Ecotipos, 3 tiempos de desamargado y dos índices de madurez de chocho.

Tabla 18. Análisis de varianza de la variable alcaloides

F. V	S.C	Gl	CM	F calculado	F crítico	P-Valor
V y E	0,09	3	0,00015	0,67	2,84	0,5770 ns
DG	0,0013	2	0,021	2,98	3,27	0,0705 *
IM	0,051	1	0,051	2,41	4,08	0,1345 ns
Repeticiones	0,000003	1	0,000003	0,10	4,08	0,7592 ns
V y E * DG	1	6	0,07	0,19	2,34	0,9758 ns
V y E * IM	0,05	3	0,00006	0,80	2,84	0,5055 ns
DG*IM	0,00007	2	0,0025	0,38	2,27	0,6848 ns
V y E*DG*IM	0,001	6	0,000021	0,99	2,34	0,4224 ns
Error	0,12	23	0,000020			
Total	1,31	47				
C.V(%)	26,91					

Fuente: Coyago, M. (2021)

**= Alta significativo

*= significativo

ns= no es significativo

V y E= Variedades y Ecotipos

DG= Días de germinación

IM= Índice de Madurez

C.V(%) = Coeficiente de variación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 18, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, donde se analiza que el factor B días de germinación presenta un valor significativo, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, el resto de los factores y las interacciones no son significativos, por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 con respecto a las variedades y Ecotipos, los días de germinación y los índices de madurez de chocho desamargado, permitiendo observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con relación a los alcaloides. También se puede observar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 26,91 % van a salir diferentes y el 73,09 % de las observaciones serán confiables, esto demuestra la precisión con la cual fue realizado el ensayo.

Tabla 19. Prueba de Tukey para la variable alcaloides del factor días de germinación del chocho

Días de Germinación	Medias	N	EE	Grupo homogéneo	Grupo homogéneo
b ₃	0,03	16	0,14	A	
b ₂	0,04	16	0,14		B
b ₁	0,04	16	0,14		B

Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 19 para el factor días de germinación de los chochos el b₃ (12 días) con un porcentaje de alcaloides del 0,03%, ubicándolo en el grupo homogéneo A y b₂ (8 días) se con un porcentaje de alcaloides de 0,04, ubicándolo en el grupo homogéneo B, lo que quiere decir que hay variación entre estos tratamientos.

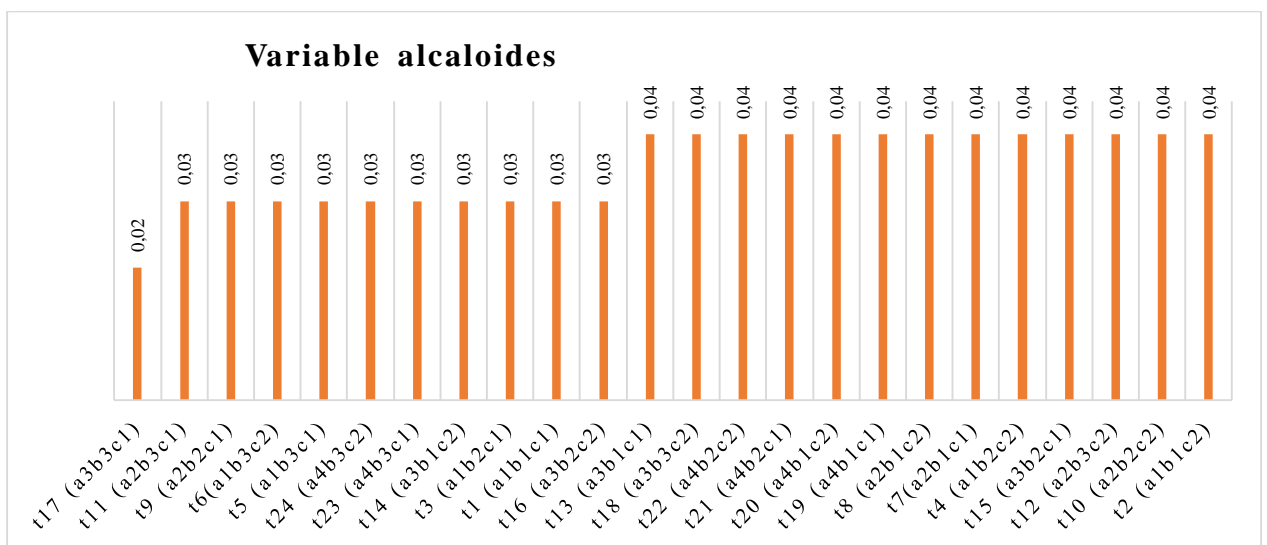
Tabla 20. Prueba de Tukey de la variable alcaloides para la intersección entre variedades y Ecotipos, días de germinación y el índice de madurez del chocho

Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo
t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	0,02	A
t ₁₁ (a ₂ b ₃ c ₁)	0,03	A
t ₉ (a ₂ b ₂ c ₁)	0,03	A
t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	0,03	A
t ₅ (a ₁ b ₃ c ₁)	0,03	A
t ₂₄ (a ₄ b ₃ c ₂)	0,03	A
t ₂₃ (a ₄ b ₃ c ₁)	0,03	A
t ₁₄ (a ₃ b ₁ c ₂)	0,03	A
t ₃ (a ₁ b ₂ c ₁)	0,03	A
t ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)	0,03	A
t ₁₆ (a ₃ b ₂ c ₂)	0,03	A
t ₁₃ (a ₃ b ₁ c ₁)	0,04	A
t ₁₈ (a ₃ b ₃ c ₂)	0,04	A
t ₂₂ (a ₄ b ₂ c ₂)	0,04	A
t ₂₁ (a ₄ b ₂ c ₁)	0,04	A
t ₂₀ (a ₄ b ₁ c ₂)	0,04	A
t ₁₉ (a ₄ b ₁ c ₁)	0,04	A
t ₈ (a ₂ b ₁ c ₂)	0,04	A
t ₇ (a ₂ b ₁ c ₁)	0,04	A
t ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	0,04	A
t ₁₅ (a ₃ b ₂ c ₁)	0,04	A
t ₁₂ (a ₂ b ₃ c ₂)	0,04	A
t ₁₀ (a ₂ b ₂ c ₂)	0,04	A
t ₂ (a ₁ b ₁ c ₂)	0,04	A

Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 20 para la intersección del a₃ (Ecotipo local Nativo), días de germinación b₃ (12 días) y el índice de madurez c₁ (tierno) correspondiente al tratamiento 17 y la intersección de la variedad a₂ (INIAP 451 Guaranguito), días de germinación b₃ (12 días) e índice de madurez c₁ (tierno) perteneciente al tratamiento 11 son los mejores tratamientos de acuerdo a la variable del porcentaje del contenido de alcaloides, para el desamargado del chocho por germinación y lavado.

Gráfico 4. Comportamiento de los promedios de la variable alcaloides de los diferentes tratamientos del desamargado de chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

De acuerdo a los resultados del gráfico 4, se puede observar que el mejor tratamiento para el desamargado por germinación y lavado de acuerdo a la variable alcaloides es el t17 correspondientes al a₃ (Ecotipo local Nativo), b₃ (12 días de germinación) y c₁ (índice de madurez tierno), con un 0,02% de alcaloides.

11.2.5 Resumen de los mejores tratamientos

Tabla 21. Mejores tratamientos

Variables	Tratamientos				
pH	t ₁₉ (a ₄ b ₁ c ₁)	t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	t ₁₈ (a ₃ b ₃ c ₂)	t ₁₁ (a ₂ b ₃ c ₁)	t ₁₀ (a ₂ b ₂ c ₂)
	6,1	6,24	6,25	6,26	6,28
Humedad	t ₁₈ (a ₃ b ₃ c ₂)	t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	t ₄ (a ₁ b ₂ c ₂)	t ₂₂ (a ₄ b ₂ c ₂)	t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)
	72,75%	72,81%	73,03%	73,05%	75,55%
Cenizas	t ₁₆ (a ₃ b ₂ c ₂)	t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	t ₈ (a ₂ b ₁ c ₂)	t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	t ₁ (a ₁ b ₁ c ₁)
	2%	2,04%	2,1%	2,15%	2,17%
Alcaloides	t ₁₇ (a ₃ b ₃ c ₁)	t ₁₁ (a ₂ b ₃ c ₁)	t ₉ (a ₂ b ₂ c ₁)	t ₆ (a ₁ b ₃ c ₂)	t ₅ (a ₁ b ₃ c ₁)
	0,02%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%

Fuente: Coyago, M. (2021)

Se detalló los 5 mejores tratamientos en relación a cada una de las variables con sus respectivos rangos, el mejor tratamiento se estableció de acuerdo a la Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 390:2004 de LEGUMINASAS. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO el cual especifica requisitos máximos y mínimos de los análisis fisicoquímicos del chocho desamargado, obteniendo como mejor tratamiento al t₁₇ (a₃b₃c₁) correspondiente al Ecotipo local Nativo, con los 12 días de germinación y en índice de madurez tierno.

11.3 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del mejor tratamiento del chocho desamargado por germinación y lavados.

Tabla 22. Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento de chocho desamargado por germinación y lavado.

Parámetros	Unidad	Resultados	Método
pH	-	6,1	-
Humedad	%	75,55	Método de Rutina
Cenizas	%	2,04	AOAC 942.05
Alcaloides	%	0,02	Von Baer D. y colaboradores, 1979.

Fuente: Laboratorios de Análisis de Alimentos (UTC), 2021

Mediante los datos presentados en la tabla 22 el tratamiento que presenta mejores características según el factores pH (6,1), humedad (75,55%), cenizas (2,04%) y alcaloides (0,02%); es el tratamiento t₁₇ (a₃b₃c₁) Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación y el índice de madurez tierno; dichos datos fueron obtenidos mediante análisis estadístico, cumpliendo con los requisitos de la NTE: INEN 2 390:2004, la cual manifiesta que el mínimo contenido de humedad es de 72% y un máximo de 75%; el contenido de cenizas un mínimo de 1,9% y un máximo de 3.0% y el porcentaje de alcaloides que debe tener un chocho desamargado es el mínimo de 0,02 y el máximo de 0,07; estando así el tratamiento 17 dentro del rango los análisis fisicoquímicos requeridos.

Tabla 23. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de chocho desamargado por germinación y lavado.

Parámetros	Unidad	Resultados	Método
Hongos	UFC/cm ³	< 10	NTE INEN 1 529-10
Levaduras	UFC/cm ³	3,8 x 10 ¹	NTE INEN 1 529-10
Coliformes totales	NMP/g	3,0 x 10 ¹	NTE INEN 1 529-7
<i>Escherichia coli</i>	-	Ausencia	NTE INEN 1 529-8

Fuente: Laboratorios de Análisis de Alimentos (UTC), 2021

De acuerdo a la tabla 23 del análisis microbiológico del mejor tratamiento 17 correspondiente al Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación e el índice de madurez

tierno nos reporta que están dentro de los parámetros que exige la NTE INEN 2390:2004, la cual manifiesta que el recuento de hongos y levaduras debe tener un valor de $0-5 \times 10^2$ UFC/cm³, mientras que el recuento de coliformes totales debe tener un valor de $10-10^2$ NMP/g y *Escherichia coli* en los alimentos de consumo humano debe ser ausente, es decir el tratamiento 17 cumple con todos los requisitos.

11.4 Planteamiento del mejor tratamiento del desamargado de chocho por el método de germinación y lavado para la elaboración de buñuelos.

La elaboración de buñuelos a partir del chocho desamargado por germinación y lavado con el mejor tratamiento es una propuesta generada por la Ing. Mg. Parra Giovana (Calupiña X., Tipan F., 2020).

Para la elaboración de buñuelos se plantea que se utilice el mejor tratamiento, el cual fue el t₁₇ (a_{3b3c1}) Ecotipo local Nativo, con 12 días de germinación y el índice de madurez tierno, para lo cual a dicho tratamiento se debe realizar una harina de chocho desamargado por el método de germinación y lavado. Al realizar los buñuelos se debe realizar los análisis sensoriales (color, olor, textura, sabor), análisis físico-químico y microbiológico.

Se tendrá mayor demanda de consumo a base de chochos desamargado por el método de germinación y lavado ya que mediante este método se obtendrá harina de chochos con un contenido de nutrientes más elevado.

La harina de chocho puede ser utilizada con la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico. El uso de la harina de chocho en la panificación da excelentes resultados por el contenido en grasas. Así mismo, permite una conservación más prolongada del pan, debido a la retrogradación del almidón, obteniéndose un mayor volumen por las propiedades emulgentes que tiene la lecitina del chocho (Quilca, 2020).

La sustitución de la harina de trigo por harinas de cultivos autóctonos permite mejorar el valor nutritivo del pan, ahorro de divisas por menor importación de trigo e impulsara la agricultura local por la generación de una demanda cada vez mayor de productos nativos. Los granos andinos como el chocho tienen un alto contenido de proteínas y calorías

convirtiéndose en una excelente fuente nutritiva, por lo que el consumo de éstas leguminosas fomentará el cultivo y la conservación de la biodiversidad andina. Las proteínas (41 a 51%) y el aceite (24 a 14%); constituyen más de la mitad del peso del chocho (similar a la carne y a la leche vegetal). Quitando la cáscara de la semilla y moliendo el grano, se obtiene una harina constituida de proteínas en un 50% (Apunte G., & Leon G., 2012).

11.4.1. Procesos de elaboración de harina de chocho a partir del mejor tratamiento por el método de desamargado de germinación y lavado

En el siguiente procedimiento se detalla el proceso de elaboración de harina de chocho

Recepción de materia prima: Se recibe los chochos desamargados por el método de germinación y lavado, de acuerdo a la cantidad que se vaya a elaborar de harina.

Limpieza: En el caso de haber impurezas, se retira mediante el lavado esto se lo realiza de forma manual, con agua limpia.

Inmersión: Se procede a la inmersión en solución de hipoclorito de sodio al 0,1%, por 5 min, para disminuir la carga microbiana.

Lavado: En este proceso se elimina los residuos de agua clorada puesto que afecta al sabor del producto.

Ecurrido y oreado: Este proceso permite disminuir el tiempo de secado.

Pelado: Para el caso de la harina de chocho sin cáscara, este proceso se lo realiza de forma manual, sin embargo, se recomienda realizar la harina con toda cáscara ya que ahí también encontramos nutrientes.

Deshidratación: Se disminuye el contenido de humedad del chocho, se debe trabajar a una temperatura de 40°C, por un tiempo de 48h aproximadamente.

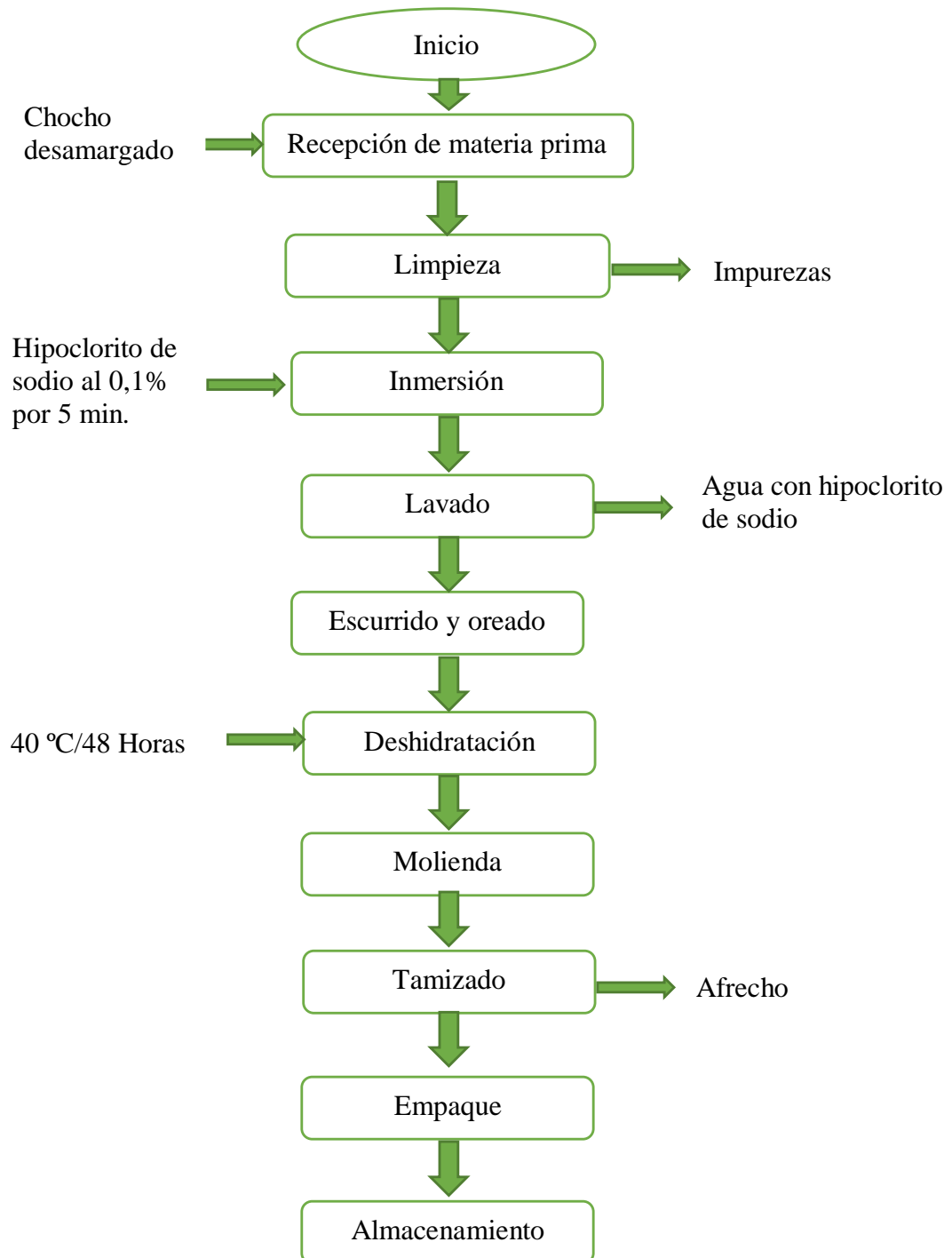
Molienda: Se realiza en un molino manual.

Tamizado y clasificación: La clasificación de la harina se realiza pasándola por un tamiz de 80mesh, obtenido harina de grano fino. El tamizado genera un porcentaje de afrecho del 10% para el caso de la harina de chocho con cáscara.

Empaque: Se realiza en bolsas que protejan al producto de la humedad, como es el caso de fundas de polietileno de alta densidad.

Almacenamiento: En lugares frescos, a temperatura ambiente, para mantener la humedad del producto y evitar la presencia de microorganismos

Diagrama de flujo 3: Diagrama de flujo de la elaboración de harina con el mejor tratamiento de chocho desamargado por el método de germinación y lavado.



11.4.2. Procesos de elaboración buñuelos a partir de la harina de chocho desamargado desamargado de germinación y lavado

En el siguiente procedimiento se detalla el proceso de elaboración de buñuelos a partir de harina de chocho.

Materiales, equipos e insumos

- 210 g de harina de trigo
- 250 ml de leche
- 125 g de harina de chocho
- 100 g de azúcar
- 1 cucharadita de polvo de hornear
- 1 cucharadita de esencia de vainilla
- ½ cucharadita de sal
- 1 huevo
- Aceite para la fritura

Metodología

Recepción: El chocho desamargado por el método de germinación y lavado del mejor tratamiento, el t₁₇ (a₃b₃c₁) Ecotipo local Nativo, con 12 días de germinación y el índice de madurez tierno deberá estar en óptimas condiciones para la elaboración de harina.

Tamizado: Se debe tamizar la harina de trigo y la harina de chocho, para luego mezclar las harinas en distintos porcentajes.

Licuada: Realizar una mezcla homogénea del chocho con 250 ml de leche.

Mezclado: En esta etapa mezclamos la harina de trigo, la harina de chocho desamargado del t₁₇, se añade la sal, el polvo de hornear, huevo, leche y el azúcar, se añade esencia de vainilla para darle un toque de aroma y sabor.

Amasado: Amasar hasta obtener una masa suave y homogénea.

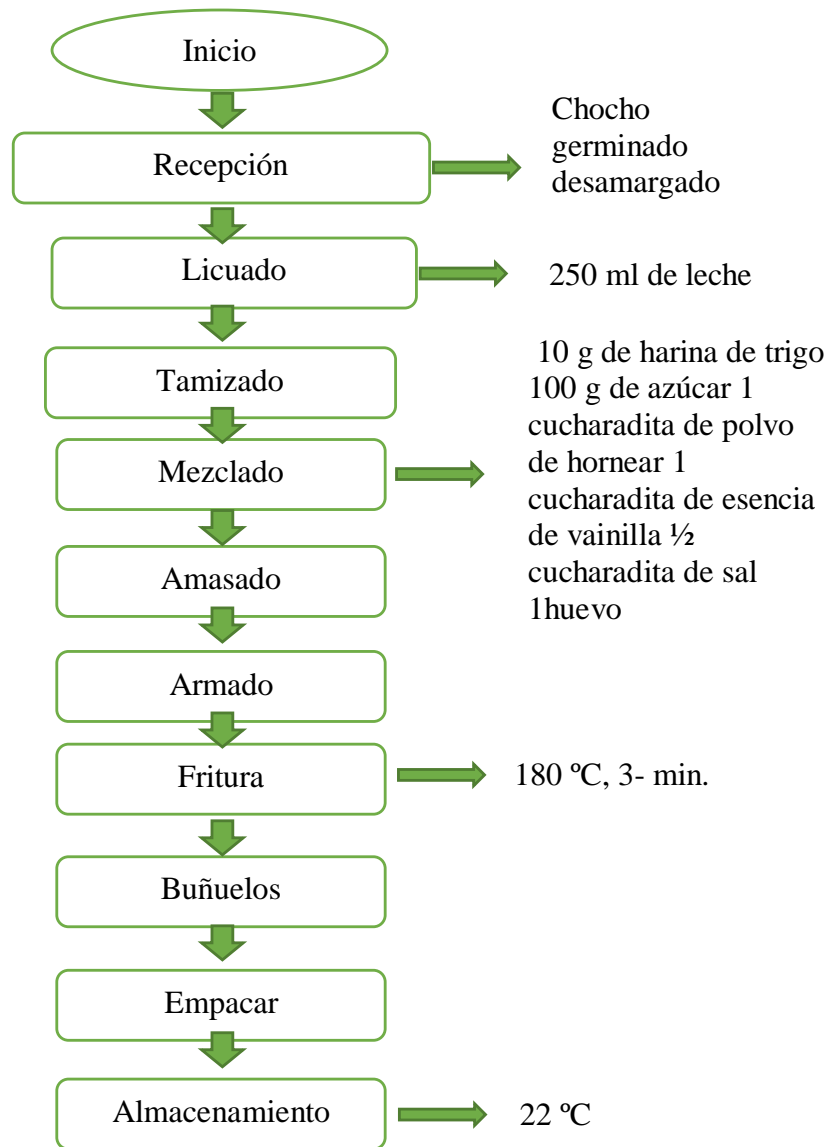
Armado: Dividir la masa y realizar pequeñas bolitas.

Fritura: Hasta que se doren por un lado y por otro, durante unos 2-3 minutos máximo.

Enfriar: Dejar reposar sobre toallas absorbentes para retirar el exceso de aceite.

Empacado: Colocar en fundas de celofán para las distintas presentaciones.

Almacenamiento: Se procede a almacenar en una temperatura de 22 °C.

Diagrama de flujo 4. Diagrama de flujo para la elaboración de buñuelos.

11.5 Análisis del costo del mejor tratamiento del chocho desamargado por lavado y germinación

Tabla 24. Análisis de costo del mejor tratamiento

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Mano de obra directa (MOD)				
Operario	1	5 horas	10.00	10,00
			Total	10,00
Costo indirecto de fabricación (CIF)				
Fundas de empaque al vacío	2	U	0.30	0.60
Agua	33	lt	0.22	8,14
Petrifilms (análisis microbiológico)	3	U	3.00	9.00
chochos	1	kg	0,90	1,80
			Total	19,54

Fuente: Coyago, M. (2021)

<p>MOD + CIF +CA</p> <p>10.00+19,54= 29,64\$</p>
--

En la investigación realizada para el desamargado de chocho por germinación y lavado del mejor tratamiento 17 correspondientes al Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación y el índice de madurez tierno, se tomó en cuenta la mano de obra directa y costo indirecto de fabricación generando un costo total de 29,64\$ para el desamargado de 1 kg de chochos del mejor tratamiento, por lo tanto, el proyecto es viable.

12. Impactos

12.1. Técnicos

En la presente investigación se realizó la aplicación de nuevas tecnologías al emplear en los tipos de desamargado, así tenemos el desamargado por lavado y germinación, y se realizó los análisis físicos – químicos y microbiológicos del chocho con el único objetivo de obtener el mejor Ecotipo, la mejor variedad de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) en su mejor índice de madurez que conllevo en si en la obtención de un producto libre de alcaloides y un alimento inocuo y de calidad.

12.2. Sociales

La presente investigación tendrá un impacto positivo para los centros de desamargado, ya que aplicarán nuevos métodos de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), y trabajarán con el mejor Ecotipo, la mejor variedad y el mejor índice de madurez, también se obtendrán un producto inocuo y de calidad que se brindará al consumidor un alimento rico en grasas, proteínas, minerales, vitaminas y de compuestos funcionales, siendo el calcio uno de los minerales presente en el chocho (*Lupinus mutabilis sweet*), ya que este mineral ayuda a mantener los hueso y los dientes fuertes por ello es recomendable comérselos con toda la cáscara ya que ahí se encuentra concentrado el calcio, por lo cual se incentivará al consumo local y nacional de este grano andino.

12.3. Ambientales

El desamargado del chocho por el método de germinación y lavado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) tuvo impactos negativos debido a que se utiliza abundante agua y el agua del proceso de desamargado tiene un elevado contenido de alcaloides y este es desechado a las alcantarillas, que luego llegan a los ríos por ende se contaminara el recurso hídrico. Sin embargo, se está realizando estudios para dar uso al agua de chochos desamargados que contienen alcaloides, se puede utilizar por ejemplo como insecticida en los cultivos.

12.4.Económico

Los grandes y pequeños productores de esta leguminosa tendrán un estudio de cuál es el mejor Ecotipo, la mejor variedad y el mejor índice de cosecha del chocho, por lo tanto, se incentivará para que siembren a mayor escala esta leguminosa, así se ahorrara en divisas por la importación de chochos y se tendría un mejor ingreso económico del que siembre y cultive este grano andino. También existirá una mayor demanda del chocho desamargado por el método de germinación y lavado debido a su alto contenido nutricional por lo tanto existirá una mayor demanda de ventas y consumos al por mayor y menor, elevando en si a la economía local y Nacional.

13. Presupuesto

Tabla 25. Presupuesto para la realización del proyecto

Recursos	Presupuesto para la elaboración de proyecto			
Materias primas	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Ecotipos y variedades de Chocho.	40	Kg	0,90	36,00
SUBTOTAL				36,00
Materiales				
Ollas	8	U	10.00	80.00
Bidón	3	U	12.00	36.00
Tanque de gas	3	U	3.00	9.00
Bandejas	8	U	2.50	20,00
Fundas para empaque al vacío	100	U	0,30	30.00
Cucharas	3	U	1.50	4.50
SUBTOTAL				Continuación...
Material bibliográfico y documental				
Carpetas	2	U	0.75	1,50

Esferos	3	U	0.40	1,20
Copias	250	U	0.02	5,00
Impresiones	300	U	0.10	10,00
Empastados	2	U	40.00	80.00
Internet	4	Mes	20.00	80.00
Laptop	1	U	300.00	300,00
SUBTOTAL				477,7
Subtotal				693,2,45
Gastos Varios				100,00
TOTAL				793,20 \$

Fuente: Coyago, M. (2021)

Para la elaboración del proyecto de investigación del desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) con dos variedades y dos Ecotipos, 3 tiempos de germinación y el índice de madurez, para lo cual se tomó en cuenta los gastos de materia prima, materiales y materiales bibliográficos y documental se tiene un gasto total de 793,20\$, tomando en cuenta el precio del chocho.

14. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se realizó el proceso de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) por el método de germinación y lavado, utilizando dos variedades de chocho (INIAP 450 Andino y el INIAP 451 Guaranguito) y dos Ecotipos (local Nativo y local Peruano) con tres tiempos de germinación (5-8-12 días) y dos índices de madurez (en estado tierno y seco), este método de desamargado requiere más tiempo ya que el germinado del chocho conlleva de 5 a 12 días adicionales para que el grano germine y continuar con el proceso de lavado, sin embargo, varios autores mencionan que el grano germinado tiene mas contenido de valor nutricional.
- Se realizó los análisis fisicoquímicos de pH, humedad, cenizas y alcaloides a los tratamientos de los chochos desamargado por el método de germinación y lavado para identificar al mejor tratamiento, obteniendo que el mejor tratamiento corresponde al t₁₇ correspondientes al a₃ (Ecotipo local Nativo), b₃ (12 días de germinación) y c₁ (índice de madurez tierno).
- Se efectuó el análisis físicoquímico y microbiológico al mejor tratamiento de chocho desamargado por el método de germinación y lavado, correspondiente al tratamiento t₁₇ (a₃b₃c₁) con valores de pH de 6,1, humedad 75,55%, cenizas 2,04 % y un porcentaje de alcaloides del 0,02%, los análisis microbiológicos con valores de hongos < 10 UFC/cm³, levaduras con valor de 3,8 x 10¹ UFC/cm³, coliformes totales con un valor de 3,8 x 10¹ NMP/g y ausencia de *Escherichia coli* cumpliendo con los parámetros que requiere la NORMA INEN 2390: 2004 del grano desamargado de chocho.
- Se deja planteado que el mejor tratamiento corresponde al t₁₇ (a₃b₃c₁) del desamargado de chocho por el método de germinación y lavado el cual tiene una vida útil de 6 días resultará óptimo para que se realice la harina y luego proceder con la elaboración de buñuelos.
- Se debe crear centros de desamargado de chocho debido al alta demanda de consumo, también desamargar el chocho por el método de germinación y lavado ya que varias fuentes mencionan que el grano germinado contiene un mayor porcentaje de nutrientes, por lo tanto, al momento de elaborar productos de la harina de chochos se obtendrá productos con un alto contenido nutricional.

- El costo para el desamargado del chocho por el método de germinación y lavado del mejor tratamiento correspondiente al t_{17} (Ecotipo local Nativo, 12 días de germinación e índice de madurez tierno) es de 29,64\$ por lo tanto el proyecto es viable.

Recomendaciones

- Para el desamargado del chocho utilizar agua potable ya que con el mejor tratamiento se puede elaborar alimentos para el consumo humano, también para la obtención de los resultados requeridos en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
- En el proceso de germinación del chocho que dura un lapso de 5 a 12 días mantener la humedad para que las muestras no tiendan a descomponerse o secar en el proceso de germinación.
- Realizar los análisis nutricionales de proteínas, fibra, carbohidratos del mejor tratamiento ya que varios autores mencionan que el grano de chocho germinado contiene mayor cantidad de nutrientes debido a que la humedad, temperatura y oxigenación, en este proceso tienen lugar varias reacciones químicas que transforman los hidratos y almidones concentrados en el grano, en nutrientes.

15. Bibliografía

- Allauca V. (2005). *Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) germinado fresco para aumentar el valor nutritivo del grano (Disertación de pregrado)*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Almeida, J. (2015). “*Evaluación del rendimiento de cuatro ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis), en el Centro Experimental San Francisco, en Huaca – Carchi*”. Tulcan Carchi: UPEC.
- Apunte G., & Leon G. (2012). “*Utilización de Harina de Chocho (Lupinus Mutabilis) como Ingrediente en la Elaboración de Pan*”. Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Azaya A., Muñoz M. (21 de Junio de 2016). Metodologías de la investigación social. *Tipos de Investigacion*. WINDOWS XP TITAN ULTIMATE EDITION.
- Bolivar, G. (15 de Diciembre de 2020). *Determinación de cenizas*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/determinacion-de-cenizas/>.
- Calupíña X., Tipan F. (2020). “*ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE DE TRES TIPOS DE DESAMARGADO (TRADICIONAL, FERMENTACIÓN Y GERMINACIÓN), DE DOS ECOTIPOS DE CHOCHO (Lupinus mutabilis sweet) Y DE DOS ÍNDICES DE MADUREZ, PARA DETERMINAR SU FACTIBILIDAD*”. Latacunga: UTC.
- Camacho L. & Uribe L. (2016). Intoxicacion por aga de lupinus mutabilis("chocho"). *bvrevistas* , 35-37.
- Campus. (2015). 2015. *ingenieria agraria: El TARWI: nutritivo y medicinal-El proyecto Ticapampa*, 1-5.
- Echavarria L. (2015). Evaluación de parámetros de rendimiento de 13 accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis L.) en la comunidad de Manantial Pampa - Rosario - Acobamba - Huancavelica [Universidad Nacional de Huancavelica]. http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/213/TP_0090.pdf?sequence=1&isAllowed=y -UNH AGRON.
- Edison Damián Cabezas Mejía; Diego Andrade Naranjo y Johana Torres. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. (D. A. Aguirre, Ed.)

Sangolquí, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Cpnv. Hugo Pérez, Presidente.

- EFSA. (2008). Nitrate in vegetables Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *EFSA Journal.*, 689, pp. 1-79.
- Espejo, L. (2017). *Desarrollo del proceso comun de desamargado de lupinus mutabilis (tarwi) en condiciones controladas fisicas y químicas"*. Universidad Mayor de San Andres.
- FACSA. (2017). Los nitratos. 1-3.
- Fao. (2015). *Chocho-tarwi (lupinus mutabilis sweet) requerimientos del suelo*. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm
- Griffith D. (1991). Condensed tannins. In: Toxic substances in crop plants. *The Royal Society of Chemistry*.
- Guapi, J. (2014). *CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y FOTOQUÍMICA DE LOS GRANOS Y HOJAS DEL CHOCHO (LupinusmutabilisSweet), QUINUA (ChenopodiumquinoaWilld), AMARANTO (AmaranthuscaudatusL.)Y SANGORACHE (AmaranthushybridusL.)*. Riobamba - Ecuador: UNACH.
- Gutiérrez A., Infantes M., Pascual G., Zamora J. (10 de Junio de 2016). Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (Lupinus mutabilisSweet). *Agroindustrial Science*, 1-5.
- Huaisa J. (2018). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CATORCE ACCESIONES DEL ENSAYO NACIONAL DE TARWI (Lupinus mutabilis Sweet.) EN EL CIP CAMACANI PUNO – PERU COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CATORCE ACCESIONES DEL ENSAYO NACIONAL DE TARWI. [Universidad Nacional del Altiplano].*, http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11381/Huisa_Huarca.
- INEC. (2015). *produccion de chocho*. QUITO: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSO.
- INEC. (2015). *Produccion de chochos* . INEC.

- INEC. (2015). Produccion nacional del chocho- Superficie cosechada de chocho. QUITO.
- INEN. (2004). LEGUMINOSAS. GRANO AMARGO DE CHOCHO. REQUISITOS. *NTE INEN 2389*, 7-12.
- INEN. (2004). LEGUMINOSAS. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO. REQUISITOS. *NTE INEN 2390*, 1-9.
- INIAP. (2000). *INIAP-450 ANDINO Variedad de chocho para la zona centro/norte de la sierra ecuatoriana*. QUITO-ECUADOR: Instituto Nacional Autonomo De Investigaciones Agropecuarias.
- INIAP. (2006). Usos alternativos del chocho- Chocho germinado. *INIAP - FUNDACYT*, 10-12.
- INIAP. (18 de Noviembre de 2014). Propiedades nutritivas del chocho, alternativa para una mejor alimentación. *Ministerio de agricultura y ganaderia* , págs. 1-5.
- INIAP. (2016). En *Usos alternativos del chocho; Chocho (lupinus mutabilis sweet) alimento andino redescubierto* (pág. 10). Quito.
- INIAP. (2016). Variedad de chochos-Variedad 451 GUARANGUITO. *INIAP*, 1.
- Jacobsen S. & Mujica A. (2006). El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres. *Academia.edu-Botánica Económica de los andes centrales*, 28(1), 458-482.
- Lopez J., Cubillos V., Molina I. (2016). estudio enzimático y anatomopatológico de ponedoras alimentadas con semilla de Lupinus albus (dulce y amarga) durante 22 semanas. *SciELO*, 7-15.
- Lozada, F. (2012). OBTENCIÓN DE LECHE DE CHOCHO (Lupinus mutabilis sweet). Santo Domingo- Ecuador : UTE.
- Makkar H. (2003). Effects and fate of tanninsin ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49 (3). pp. 241-256.
- Marlene. (2019). *Biología- La guia* . Obtenido de Ecotipos y plantas a grandes altitudes: <https://biologia.laguia2000.com/general/ecotipos-y-plantas-a-grandes-altitudes>

- Milano, S. (2016). Biodiversidad Qué es, qué tiene que ver con nuestra alimentación cotidiana, qué podemos hacer para preservarla. *Sloen Food*, 8-9.
- Moreno k. (2008). *Estudio sobre las características nutricionales del chocho y propuesta gastronómica*. Quito-Ecuador.
- Munguia, R., Reyes, M., Espinosa, A., Navarro, A., & Melgoza, N. (2016). Estudio sobre la fermentacion de soya (*Glycene max*) con *Rhizopus oryzae*. 15-25.
- Olmedo, M. (2012). *ESTUDIO DEL CHOCHO Y PROPUESTA GASTRONÓMICA*. Quito: UIE.
- Peñarrieta, M. (2014). CLASIFICACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS PRESENTES EN ALIMENTOS. *Revista Boliviana de Química*, vol. 31, pg. 77-79.
- Peralta E., Mazon N. & Murillo A. (2017). Manual agricola de granos andinos, chochos, quinua, amaranto y ataco. *INIAP*.
- Peralta, E. (2017). *EL CULTIVO DE CHOCHO: Lupinus mutabilis Sweet: FITONUTRICIÓN, ENFERMEDADES Y PLAGAS, EN EL ECUADOR*. . Quito.
- Perez, F. (2015). Germinaciòn y Dormiciòn de semillas. Andalucia.
- Quelal, M. (2019). *Estudio de la comercialización del chocho desamargado (Lupinus mutabilis Sweet) en el Distrito Metropolitano de Quito-Universidad Andina Simón Bolívar*. Quito: UASB.
- Quilca, P. (2020). *Elaboración de harina de chocho para enriquecer harina de trigo*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Ramírez, C. (29 de Setiembre de 2017). Efecto del proceso de desamargado y fermentado en el contenido de fibra dietética y. 1- 82. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Salazar, A. (2015). Propiedades Nutricional y Medicinales del Tarwi o Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*). *Centro de Investigación de Medicina Tradicional y Farmacología*, 1-9.
- Scribd. (s.f.). *Determinación del contenido de humedad*. Recuperado el 21 de Enero de 2020, de <https://es.scribd.com/doc/141685109/Definicion-de-contenido-de-humedad#download>

- Toaquiza, J. (2018). “*EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE COSECHA (GRANO TIERNO Y GRANO SECO) DEL CHOCHO (Lupinus mutabilis), EN EL SECTOR SALACHE BAJO, LATACUNGA, COTOPAXI, 2017*”. Latacunga- Cotopaxi: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- ULLCO M.V. (2019). *EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS POSCOSECHA (TEMPERATURA Y DESINFECCIÓN) EN CHOCHO VERDE A DOS ÍNDICES DE COSECHA, EN CAMPUS EXPERIMENTAL SALACHE, EN EL PERÍODO 2018-2019* . Cotopaxi: (Vol. 23, Número 3). Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (2016). *Evaluación del efecto insecticida de las aguas residuales de tarwi (Lupinus mutabilis) sobre larvas de Spodoptera eridania (Lep.: Noctuidae) bajo condiciones de laboratorio*. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEfectoInsecticidaDeLasAguasResiduales-6583399.pdf
- Urbano L. & Rosas M. (2014). “*EFECTO DEL TIEMPO DE GERMINACIÓN Y TIEMPO DE COCCIÓN, E INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN LA ACTIVIDAD HEMAGLUTINANTE DE LAS LECTINAS EN EL CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet)*”,. Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Villacres E. . (2016). Diagnóstico del procesamiento artesanal, comercialización y consumo de chocho. *Zonificación Potencial, Sistemas de producción y Procesamiento Artesanal del Chocho*.
- Villacres, N. (2011). *EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO ARTESANAL DEL CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS SWEET) SOBRE EL CONSUMO DE AGUA, TIEMPO EMPLEADO Y LA CALIDAD NUTRICIONAL Y MICROBIOLÓGICA*. Quito: USFQ.
- Wachter, C. (1 de Agosto de 2014). UNAM. 15(8). Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num8/art64/>

16. Anexos

Anexo 1. Lugar de ejecución



Fuente: google maps

Anexo 2. Hoja de vida del tutor

DATOS PERSONALES



APELLIDOS: Cevallos Carvajal

NOMBRES: Edwin Ramiro

ESTADO CIVIL: Casado

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501864854

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 19 de Julio de 1973

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Salcedo, Rumipamba de Las Rosas, Los Girasoles y Av. Yolanda Medina.

TELÉFONO CONVENCIONAL: TELÉFONO CELULAR: 0995073500

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

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: SILVIA YOLANDA
VILLAVICENCIO FIGUEROA

TELÉFONO: 0987807366

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS SOCIO PRODUCTIVOS	21/12/2015	1045-15-86073542
TERCER	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	27/08/2002	1020-02-179936
TERCER	TECNÓLOGO EN ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD	10/10/2005	2249-05-65252

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Ingeniería Agroindustrial

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: Octubre, 05 del 2010

Ing. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

Anexo 3. Hoja de vida de la co – tutora

DATOS PERSONALES**APELLIDOS:** PARRA GALLARDO**NOMBRES:** GIOVANA PAULINA**ESTADO CIVIL:** DIVORCIADA**CEDULA DE CIUDADANIA:** 180226703-7**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** 28 – 07 -1969**DIRECCION DOMICILIARIA:** AMBATO: PASAJE TORO S.N. Y JORGE CARRERA**TELEFONO CONVENCIONAL:** 032588381 **TELEFONO CELULAR:** 09878394949,
0998435238**CORREO ELECTRONICO:** giovana.parra@utc.edu.ec; gioppg@gmail.com;**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** PABLO FRANCISCO LÓPEZ
PARRA - 0995638722**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERA AGRÓNOMA	19/05/2003	1010-03-392713
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS Y MANEJO DE POSCOSECHA	03/12/2008	1010-08-684405
	DIPLOMADO EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE	06/10/201	010-08-684405
	MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE (EGRESADA)		
	DOCTORADO EN AGRICULTURA PROTEGIDA (CANDIDATA)		

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: C.A.R.E.N.

CARRERA A LA QUE PERTENECE: INGENIERÍA AGRONÓMICA

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: EJE PROFESIONAL

PERIODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA UTC: ABRIL 1998

FIRMA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Coyago Quishpe

NOMBRES: Mayra Elizabeth

ESTADO CIVIL: Casada

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1725222937



LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Cangahua, 14 de abril de 1996

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Cayambe, Porotog junto a la Escuela Alberto Enríquez Gallo

TELÉFONO CONVENCIONAL: TELÉFONO CELULAR: 0992220464

E-MAIL INSTITUCIONAL: Mayra.coyago2937@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: María Encarnación Quishpe Villalba

TELÉFONO: 0988371195

FORMACIÓN ACADÉMICA

- | | |
|----------------------|--|
| 2008 -2014 | Bachiller en Ciencias Generales
“Unidad Educativa Natalia Jarrin de Epinosa”. |
| 2015 – 2016 | Auxiliar de enfermería
“Universidad Central Del Ecuador” |
| 2016-Presente | 10 mo nivel de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.
“Universidad Técnica de Cotopaxi” Latacunga. |

CONOCIMIENTO DE IDIOMAS**Inglés: Nivel B1**

Lectura: Nivel Medio.

Hablado: Nivel Medio.

Español

Lectura: Nativo.

Hablado: Nativo

CAPACITACIÓN RECIBIDA

<ul style="list-style-type: none"> • CONGRESO 	Congreso internacional
(40 Horas)	I Congreso Internacional de Agroindustrias “Calidad Innovación y Nueva Tecnología de Alimentos” Chimborazo-Riobamba
<ul style="list-style-type: none"> • CURSO 	Curso de higiene de alimentos
(20 horas)	Curso sobre “Higiene y Manipulación de Alimentos” UTC Cotopaxi – Latacunga
<ul style="list-style-type: none"> • SEMINARIO 	Seminario Internacional
(40 horas)	Seminario Internacional de “Ingeniería, Ciencia y Tecnología” UTC Cotopaxi - Latacunga
<ul style="list-style-type: none"> • SEMINARIO 	Seminario en línea
(160 horas)	Seminario en línea “Jornadas de capacitación en agroindustrias (BPM en la industria alimentaria, limpieza y desinfección de la industria alimentaria, Microbiología predictiva y toxicología alimentaria)”Cotopaxi - Latacunga
<ul style="list-style-type: none"> • SEMINARIO 	Seminario en línea
(40 horas)	Seminario de “Aplicación de los mucílagos en el sector agroalimentario-Difusión de resultados del proyecto mucílagos ”

Mayra Elizabeth Coyago Quishpe

Anexo 5. NTE INEN 2390: 2004



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 390:2004

LEGUMINOSAS. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO. REQUISITOS.

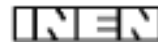
Primera Edición

PULSES. LUPIN UNBITTER GRAIN. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, granos, granos y cereales, chocho, requisitos.
AG 05.04-110
COD: 633.3
CIB: 1110
ICS: 67.060

CDU: 633.3
ICS: 67.060



CBU: 1110
AG 05.04-415

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LEGUMINOSAS. GRANO DE SAMARGADO DE CHOCHO. REQUISITOS.	NTE INEN 2 350:2004 2005-09
--------------------------------------	--	-----------------------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir el grano de chocho desamargado para consumo humano.

2. DEFINICIONES

2.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2 389 y, las que a continuación se detallan:

2.1.1 *Grano desamargado.* Producto comestible limpio húmedo, que ha sido sometido a un proceso de desamargamiento (térmico-hídrico), de color predominantemente blanco-crema, sabor y olor característico, libre de olores extraños y del sabor amargo.

2.1.2 *Grano imperfecto.* Grano de chocho no hidratado, manchado interna o externamente, decolorado, delgado o desnudo y todo pedazo de grano de chocho, cualquiera que sea su tamaño.

2.1.3 *Grano dañado.* Grano que ha sufrido deterioro, debido a la acción de microorganismos y otras causas.

2.1.3.1 *Grano dañado por microorganismos.* Grano que ha sido alterado en sus características organolépticas debido a la acción de microorganismos dañinos.

2.1.3.2 *Granos desnudos y/o pelados.* Comprende todo grano de chocho desprovisto total o parcialmente de su cáscara (testa o cubierta).

2.1.4 *Olores objetables.* Todos aquellos olores diferentes del característico del grano de chocho desamargado.

2.1.5 *Chocho infectado.* Grano con presencia parcial o total de microorganismos vivos como hongos, bacterias y levaduras.

2.1.6 *Chocho limpio.* Aquel que no contiene impurezas.

2.1.7 *Grado muestra.* Es el grano de chocho que no cumple con los requisitos de calidad establecidos en esta norma.

3 CLASIFICACIÓN

3.1 El grano de chocho de acuerdo al porcentaje que queda retenido en los tamices de 9 mm (28/64 plg.), 8 mm (26/64 plg.) y 7 mm (25/64 plg.) (NTE INEN 1 515) se clasifica en los siguientes tipos:

3.1.1 *Grano de chocho tipo I.* Es aquel formado por granos de color uniforme, retenidos en una criba o zaranda de 9,0 mm de diámetro.

3.1.2 *Grano de chocho tipo II.* Es aquel formado por granos de color uniforme, que pasan la criba de 9,0 mm y quedan retenidos sobre la criba de 7,0 mm.

(Continúa)

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Designación

4.1.1 El grano de chocho desamargado para el consumo humano se designa por su nombre y tipo seguido de la norma de referencia.

Ejemplo: Grano de chocho desamargado Tipo I. NTE INEN 2 390.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir los requisitos indicados en las tablas 1, 2 y 3.

TABLA 1: Composición química proximal del chocho desamargado

REQUISITOS	UNIDAD	VALOR	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	%	72 – 75	INEN 1 235
Materia Seca	%	28 – 25	INEN 1 235
Proteína	%	50 – 52	AOAC 955.04
Grasa	%	19 – 24	AOAC 920.85
Fibra	%	7 – 9	AOAC 962.09
Cenizas	%	1,9 – 3,0	AOAC 942.05
ELN. (ver nota 1)	%	12,0 – 22,0	Por diferencia
Energía	cal/g	5 369 – 6 476	Aplicación de la Ecuación 1
Alcaloides	%	0,02 - 0,07	Von Baer, D. y colaboradores. 1979 (ver nota 2)

Nota 1: ELN. = Extracto Libre de Nitrógeno = 100 – [fibra + proteína + grasa + cenizas].
Nota 2: Método modificado por Vera, C., Escuela Politécnica Nacional, 1982, Quito.

TABLA 2: Análisis microbiológico del chocho desamargado

REQUISITOS	UNIDAD	VALOR	METODO DE ENSAYO
Recuento aerobios totales	UFC/g	$18 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	NTE INEN 1 529-5
Recuento coliformes totales	NMP/g	$10 - 10^2$	NTE INEN 1 529-7
Recuento de hongos y levaduras	UFC/cm ³	$0 - 5 \times 10^7$	NTE INEN 1 529-10
<i>Escherichia coli</i>		Ausencia	NTE INEN 1 529-8
Tipificación <i>E. Coli</i> 0157 HT		Ausencia	NTE INEN 1 529-8

UFC = Unidades Formadoras de Colonias.
NMP = Número Más Probable.

TABLA 3: Análisis físico del chocho desamargado

REQUISITOS	UNIDAD	VALOR
Chocho dañado (clima), máx.	%	0,2
Chocho dañado (insectos), máx.	%	0,2
Con alteración de color, máx.	%	0,2
Material vegetal extraño, máx.	%	0,05
Material mineral, máx.	%	0,001

5.1.2 El grano de chocho desamargado para el consumo humano debe estar libre de contaminantes químicos.

(Continúa)

5.1.3 El color, sabor, olor del grano de chocho desamargado para el consumo humano se determina por evaluación sensorial, de acuerdo con las especificaciones de calidad del producto, establecidas en la tabla 4:

TABLA 4: Especificaciones de calidad del producto desamargado mediante el proceso térmico-hídrico

Descripción	Producto comestible limpio húmedo
Presentación	Natural, uniforme, color blanco-crema preferentemente
Olor	Característico, libre de olores extraños
Sabor	Característico del chocho, libre del sabor amargo

5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 La temperatura ambiente en el área de pesado, empaçado y sellado no debe pasar de los 17°C.

5.2.2 Comercialización

5.2.2.1 Selección. El grano de chocho desamargado debe ser seleccionado antes del empaçado; en esta etapa se elimina granos de mala calidad. El grano debe presentar un color blanco-crema preferentemente, uniforme, sabor y olor característicos. El grano de color azulado y/o verde, al igual que otros defectos detectables visualmente en estado húmedo, debe ser separado y desechado.

5.2.2.2 Pesada. La pesada debe realizarse en forma aséptica, para evitar que el grano se contamine.

5.2.3 Disposiciones sobre la presentación

5.2.3.1 El contenido de cada envase debe ser homogéneo y estar constituido únicamente por granos de chocho desamargado del mismo origen genético, calidad y tipo.

5.2.4 Almacenamiento. Para prolongar la vida útil del producto al granel o en bolsas de plástico, el grano se debe mantener en refrigeración. También se puede congelarlo, en este caso se produce una ligera modificación de la textura a partir de los seis meses de almacenamiento.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo se efectuará de acuerdo a la NTE INEN 1 233.

6.2 Aceptación o rechazo

6.2.1 Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta norma, se considera no apta para el consumo humano y se rechaza el lote.

6.2.2 En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos.

6.2.2.1 Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

6.3 La inspección del grano desamargado de chocho para consumo humano debe ser efectuado por la autoridad competente, quien elaborará su informe basado en las normas establecidas en nuestro país o país de origen.

(Continúa)

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Cálculo de la energía. Se realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$E = [(grasa \times 0,0972) + (proteína \times 0,0539) + (fibra \times 0,0458) + (ELN \times 0,0422)] \times 1\,000 \quad (\text{Ec. 1})$$

En donde:

E = energía, cal/g.

7.1.1 Los resultados obtenidos son similares a los realizados con la bomba calorimétrica.

7.2 Determinación de alcaloides

7.2.1 Determinación cuantitativa de alcaloides [Bon Vaer D. y colaboradores, 1979 (Método modificado por la Escuela Politécnica Nacional, por Vera, C. Julio, 1982, Quito)]

7.2.1.1 Procedimiento

- Pesar 0,2 g de muestra de chocho previamente molida y homogenizada en un mortero.
- Agregar 0,6 g de Oxido de Aluminio Básico, mezclar bien hasta formar un polvo impalpable.
- Añadir 0,2 ml de KOH al 15%, mezclar bien hasta formar una pasta homogénea.
- Transferir a tubos de centrifuga y agregar 6 ml de cloroformo p.a. Mezclar con una varilla y centrifugar por 2 minutos (entre 1 500 y 3 000 rpm).
- Recibir la fase clorofórmica en vasos perfectamente limpios provistos de embudos con algodón en la base del cono, repetir las extracciones por lo menos 10 veces, hasta que 1 ml del último extracto evaporado a sequedad en un vaso de 50 ml, suspendido en 4 ó 5 gotas de ácido sulfúrico 0,01N presente reacción negativa con 3 ó 4 gotas del reactivo de Dragendorf.
- Se lava el embudo por dentro y por fuera con aproximadamente 15 ml de cloroformo.
- Se recogen todos los lavados en el vaso de los extractos, evaporar con calor suave sin llegar a sequedad, dejando en la etapa final 1 ml, que desaparecerá rápidamente al enfriar en un recipiente con agua fría.
- Se agrega 5 ml de ácido sulfúrico 0,01N, dos gotas de rojo de metilo y se titula el exceso de ácido con NaOH 0,01N.
- El contenido de alcaloides se reporta como lupanina.

7.2.1.2 Cálculos

1 ml de H₂SO₄ 0,01N equivale a 2,48 mg de lupanina.

$$\% \text{ alcaloides} = \frac{V \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado} \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 24,8 \times \text{factor de corrección}}{\text{Masa de la muestra}} \quad (\text{Ec. 2})$$

8. ENVASADO

8.1 Los granos de chocho desamargados deben envasarse de tal manera que se proteja adecuadamente el producto.

8.2 El material empleado dentro de los envases debe ser nuevo, limpio y de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto.

8.3 Los envases deben satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia para asegurar una manipulación, transporte y conservación adecuados de los granos de chocho desamargado. Los envases deben estar exentos de cualquier materia u olor extraños.

8.4 El empacado se debe realizar en condiciones asépticas.

(Continúa)

9. ROTULADO

9.1 Si el producto no es visible para el consumidor, el contenido de cada envase debe llevar una etiqueta con el nombre del alimento, pudiendo constar también el nombre de la variedad.

9.2 Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, que lleven las especificaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxicos.

9.3 Se verificará el sellado y etiquetado correcto de los empaques. En la etiqueta debe constar la fecha de elaboración, caducidad, peso neto e información nutricional del grano.

9.4 Fecha de caducidad (expiración):

- En funda de polietileno y en condiciones ambientales: 2 días
- En funda de polietileno y en refrigeración: 10 días
- En funda de polietileno y en congelación: 180 días

Anexo 6: Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, COYAGO QUSHPE MAYRA ELIZABETH**, cuyo título versa “**ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR GERMINACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ**”, 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 a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente;

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502211196



Ilustración 15. Recepción de Materia prima



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 16. Remojo del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 17. Cocción del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 18. Colocación en bandejas para el germinado



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 19. Chocho germinado



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 20. Desamargado del chocho germinado



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 21. Análisis fisicoquímico de la humedad del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 22. Análisis físico químico del pH del chocho



Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 23. Análisis fisicoquímico de alcaloides

Fuente: Coyago, M. (2021)



Ilustración 24. Material para el análisis microbiológico

Fuente: Coyago, M. (2021)

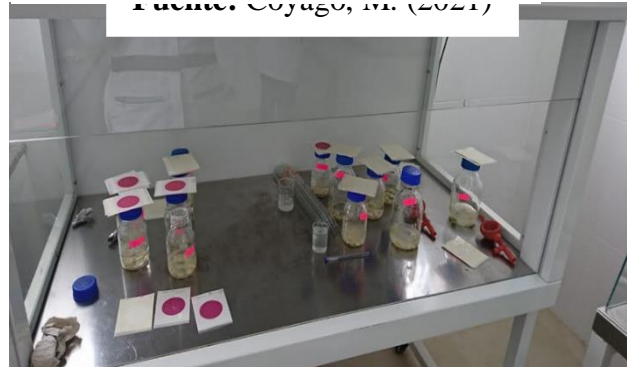
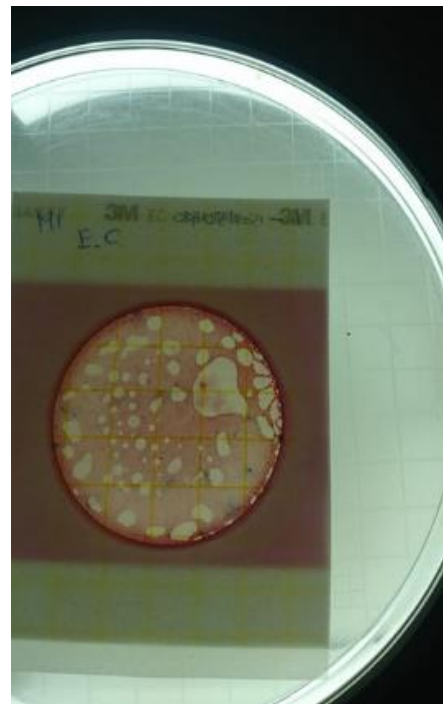


Ilustración 25. Análisis microbiológico del chocho



Ilustración 26: Análisis microbiológico de Coliformes Totales



Fuente: Coyago, M. (2021)

Fuente: Coyago, M. (2021)

Ilustración 27: Análisis de mohos y levaduras



Fuente: Coyago, M. (2021)