



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN Y LAVADO DE DOS
ECOTIPOS, DOS VARIETADES DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y DOS
INDICES DE MADUREZ”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agroindustrial

Autor:

Sisalema Sánchez Walter Rolando

Tutor:

Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Ing. Mg.

Cotutora:

Parra Gallardo Giovana Paulina Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Sisalema Sánchez Walter Rolando con CC: 180478130-8, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Estudio del desamargado por fermentación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez” siendo el Ingeniero Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, Tutor del presente trabajo; y, eximimo 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, 04 de marzo del 2021

Walter Rolando Sisalema Sánchez

Estudiante

CC: 180478130-8

Ing.Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

Docente tutor

CC:0534789648

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, **SISALEMA SÁNCHEZ WALTER ROLANDO**, identificado con cédula de ciudadanía **1804781308**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el PhD. Chiguano Umajinga Nelson Rodrigo, 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. – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “**Estudio del desamargado por fermentación 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. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

Tema: “Estudio del desamargado por fermentación 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. **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- 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 **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

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

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

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

CLÁUSULA NOVENA. – El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en 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 04 días del mes de marzo del 2021.

Walter Rolando Sisalema Sánchez

EL CEDENTE

PhD. Nelson Rodrigo 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 FERMENTACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”, de Sisalema Sánchez Walter Rolando, 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, 04 de marzo del 2021

Ing. Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

DOCENTE TUTOR

CC: 050186485-4

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: Sisalema Sánchez Walter Rolando con el título del Trabajo de Investigación “ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN 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, 04 de marzo del 2021

Lector 1 (Presidente/a)

Dra. Mg. Marcela Patricia Aulestia Andrade

CC: 050223755-5

Lector 2

Ing. Mg. Ana Maricela Travéz Castellano

CC: 050207093-7

Lector 3

Ing. Mg. Renato Agustín Romero Corral

CC: 171712248-3

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a dios por guiarme mi camino y bendecirme para cumplir con esta meta tan anhelada.

A mis padres que son mi mayor inspiración que por ellos lucho cada día para que se sientan orgullosos de mí, que a través de su amor paciencia y buenos valores ayudan a trazar mi camino por el camino del conocimiento de mi profesión.

A mi hermana que estuvo ahí dándome su apoyo incondicional para alcanzar uno de mis objetivos ser Ingeniero Agroindustrial.

Principalmente a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi y a todas las autoridades, brindándome el conocimiento científico-técnico y sobre todo la parte humanista que me permitió concluir una etapa de mi vida.

Sisalema Sánchez Walter Rolando

DEDICATORIA

Dedico especialmente a mis padres que me enseñaron valores especialmente la humildad, ante todo, sus consejos que me ayudaron a convertirme en una mejor persona, quienes se sacrificaron para darme la educación, a mis maestros por transmitirme sus conocimientos especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión.

A mi hermana que siempre me estuvo apoyando me enseñó la responsabilidad y me inculco los deseos de superarme y todas personas que en la vida universitaria conocí, amigos que compartí experiencias gratas

Sisalema Sánchez Walter Rolando

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN Y LAVADO DE DOS ECOTIPOS, DOS VARIEDADES DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y DOS ÍNDICES DE MADUREZ”

Autor:

Sisalema Sánchez Walter Rolando

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio del desamargado por fermentación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez”, a través de esta experimentación se comprobó que el método de desamargado por fermentación no es muy utilizado, puesto que en este tipo de método se utiliza el hongo *Rhizopus Oligosporus*. Para la realización de este estudio se aplicó un diseño experimental bajo un arreglo factorial AxBxC de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con dos replicas y un total de 16 tratamientos; cada factor con dos niveles; niveles del factor A (Tiempo de cosecha); a₁: (tierno) y a₂: (seco), niveles del Factor B (Variedades de chocho); b₁: (INIAP 450 Andino) y b₂: (INIAP 451 Guaranguito) y niveles del Factor C (Ecotipos de chocho); c₁: (Ecotipo Local nativo) y c₂: (Ecotipo local 1 peruano). Las variables que se midieron fueron pH, Humedad, cenizas y alcaloides tomadas después de la obtención de los tratamientos en estudio. Con la utilización del programa estadístico Infostat se llevó a cabo el análisis de datos obtenidos, en donde se estableció que el mejor tratamiento fue t₇ (a₂b₂c₁) obteniéndose que los parámetros fisicoquímicos obtiene los siguientes resultados: pH 6,54%, humedad 74,0%, cenizas 2,50% y alcaloides en un 0,004%. Estos parámetros están dentro de los límites permisibles que estipula la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos tales como: humedad 72,00-75,00%, cenizas 1,9-2,50%, alcaloides de 0,02- 0,07%. Mientras que para los análisis microbiológicos se obtuvo que Mohos y levaduras 4×10^2 ufc/cm³, coliformes totales $10-10^2$ NMP/g y *Escherichia coli* obtuvo ausencia. Estos parámetros están dentro de los límites permisibles que estipula la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los requisitos microbiológicos: Recuento de coliformes totales $10-10^2$ NMP/g, recuento de mohos y levaduras $0-5 \times 10^2$ ufc/cm³ y *Escherichia coli* en ausencia. También se desarrolló un análisis de costos del mejor tratamiento del chocho desamargado por fermentación en donde nos indica que para desamargar un 1kg de chocho por fermentación es factible ya que obtiene un precio de \$8,01, de igual manera una posible introducción en el mercado sería viable.

Palabras claves: alcaloides, desamargado, fermentación, lavado, tiempo de cosecha, variedades, ecotipos, chocho.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "STUDY OF THE RELEASED BY FERMENTATION AND WASHING OF TWO ECOTYPES, TWO VARIETIES OF CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) AND TWO MATURITY INDICES"

Author:

Sisalema Sánchez Walter Rolando

ABSTRACT

The objective of this research was to carry out a study of debittering by fermentation and washing of two ecotypes, two varieties of lupine (*lupinus mutabilis sweet*) and two indices of maturity”, through this experimentation it was verified that the method of debittering by fermentation did not It is widely used, since in this type of method the *Rhizopus Oligosporus* fungus is used. To carry out this study, an experimental design was applied under an AxBxC factorial arrangement of a completely randomized block design (DBCA), with two replications and a total of 16 treatments; each factor with two levels; levels of factor A (Harvest time); a1: (tender) and a2: (dry), levels of Factor B (Varieties of lupine); b1: (INIAP 450 Andino) and b2: (INIAP 451 Guaranguito) and Factor C levels (Ecotypes of lupine); c1: (Native local ecotype) and c2: (Peruvian local 1 ecotype). The variables that were measured were pH, Humidity, ashes and alkaloids taken after obtaining the treatments under study. With the use of the statistical program Infostat, the analysis of the data obtained was carried out, where it was established that the best treatment was t7 (a2b2c1), obtaining that the physicochemical parameters obtained the following results: pH 6.54%, humidity 74.0 %, ash 2.50% and alkaloids 0.004%. These parameters are within the permissible limits stipulated by the (NTE INEN 2390, 2004) regulates that the grain of lupine debittered for human consumption must comply with the physicochemical parameters such as: humidity 72.00-75.00%, ashes 1, 9-2.50%, alkaloids 0.02-0.07%. While for the microbiological analyzes it was obtained that Molds and yeasts 4×10^2 ufc/ cm³, total coliforms 10-102 NMP / g and *Escherichia coli* obtained absence. These parameters are within the permissible limits stipulated by the (NTE INEN 2390, 2004) regulates that the lupine grain debittered for human consumption must comply with the microbiological requirements: Total coliform count 10-102 MPN / g, mold count and yeasts 0-5 x 10² ufc/cm³ and *Escherichia coli* in the absence. A cost analysis of the best treatment of lupine debittered by fermentation was also developed, which indicates that to debitter 1kg of lupine by fermentation is feasible since it obtains a price of \$ 8.01, in the same way a possible introduction in the market would be viable.

Keywords: alkaloids, debittering, fermentation, washing, harvest time, varieties, ecotypes, lupine.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
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	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
2. Justificación del proyecto.....	2
3.1 Beneficiarios directos:	3
3.2 Beneficiarios indirectos:	3
4. El problema de investigación	3
5. Objetivos	5
5.1 Objetivo general.....	5
5.2 Objetivos específicos	5
6. Actividades y sistema de tareas en relación a objetivos planteados	6
7.1 Antecedentes	7
7.2 Fundamentación Técnica	8
7.2.1 El chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	8

7.2.2	Alcaloides	20
7.2.2.1.1	Métodos de desamargado de chocho	22
7.2.2.1.2	Desamargado del chocho	22
7.2.2.1.3	Desamargado por fermentación del chocho.....	22
7.3	Glosario de términos	23
8.	Validación de las preguntas científicas o hipótesis	24
8.1	Hipótesis nula	24
8.2	Hipótesis alternativa	24
9.	Metodología/ diseño experimental	24
9.7.1	Factores en estudio	31
9.7.2	Tratamientos en estudio	31
9.7.3	Esquema ADEVA en la obtención del chocho desamargado por fermentación....	33
9.7.4	Operacionalización de las variables.	34
10.	Análisis y discusión de resultados	35
10.1	Análisis fisicoquímico del chocho desamargado por fermentación	35
10.1.1	Variable pH.....	35
10.1.2	Variable Humedad.....	39
10.1.3	Variable Cenizas.....	45
10.1.4	Variable Alcaloides	50
10.2	Análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento de chocho desamargado por fermentación	55
10.3	Análisis de costos del mejor tratamiento del chocho desamargado por el método de fermentación	56
11.	Impactos (técnicos, sociales, ambientales y económicos).....	57
11.1	Impacto Técnico	57
11.2	Impactos sociales	57
11.3	Impactos ambientales.....	58

11.4	Impacto económico.....	58
12.	Presupuesto.....	59
13.	Conclusiones y recomendaciones.....	61
13.1	Conclusiones.....	61
13.2	Recomendaciones.....	62
14.	Bibliografía.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades y sistema de tareas en relación a objetivos planteados.....	6
Tabla 2.	Taxonomía del Chocho.....	10
Tabla 3.	Composición química del chocho.....	11
Tabla 4.	Contenido de minerales del chocho desamargado.....	12
Tabla 5.	Contenido nutricional del grano del chocho.....	14
Tabla 6.	<i>Composición proximal de Chocho INIAP 450-Andino y INIAP 451 Guaranguito...</i>	15
Tabla 7.	Características de los ecotipos de chocho.....	17
Tabla 8.	Descripción de los ecotipos: local y local peruano en estado tierno.....	19
Tabla 9.	Descripción de los ecotipos: local y local peruano en estado seco.....	19
Tabla 10.	Superficie sembrada, cosecha y producción del chocho en el Ecuador.....	20
Tabla 11.	Valores de análisis bromatológico del chocho amargo y desamargado.....	21
Tabla 12.	<i>Factores en estudio</i>	31
Tabla 13.	<i>Tratamientos en estudio</i>	31
Tabla 14.	<i>Esquema ADEVA</i>	33
Tabla 15.	<i>Operacionalización de las variables en estudio</i>	34
Tabla 16.	Análisis de varianza de la variable pH.....	35
Tabla 17.	Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha.....	36
Tabla 18.	Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho.....	36
Tabla 19.	Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho.....	37
Tabla 20.	Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones.....	37
Tabla 21.	Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores.....	38
Tabla 22.	Análisis de varianza de la variable Humedad.....	40
Tabla 23.	Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha.....	41

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho	41
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho	42
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones	42
Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores	43
Tabla 28. Análisis de varianza de la variable cenizas	45
Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha	46
Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho	46
Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho	47
Tabla 32. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones	48
Tabla 33. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores	48
Tabla 34. Análisis de varianza de la variable alcaloides	50
Tabla 35. Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha	51
Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho	51
Tabla 37. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho	52
Tabla 38. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones	53
Tabla 39. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores	53
Tabla 40. Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento de chocho desamargado fermentado	55
Tabla 41. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de chocho desamargado	55
Tabla 42. Costo de Desamargado tradicional de chocho tierno.	56
Tabla 44. Presupuesto para la ejecución del proyecto	59

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 .El chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	8
Imagen 2. Determinación de la humedad del mejor tratamiento	87
Imagen 3. Determinación del porcentaje de cenizas del mejor tratamiento	87
Imagen 4. Determinación del pH del mejor tratamiento	88
Imagen 5. Determinación del porcentaje de alcaloides del mejor tratamiento	89
Imagen 6. Análisis microbiológicos del mejor tratamiento	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comportamiento de la variable pH en la obtención del chocho desamargado	39
Gráfico 2. Comportamiento de la variable Humedad en la obtención del chocho desamargado	44
Gráfico 3. Comportamiento de la variable Cenizas en la obtención del chocho desamargado	49
Gráfico 4. Comportamiento de la variable Alcaloides en la obtención del chocho	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción	68
Anexo 2. Lugar de ejecución	69
Anexo 3. Hoja de vida del tutor	70
Anexo 4. Hoja de vida de la cotutora	72
Anexo 5. Hoja de vida del estudiante	74
Anexo 6. NTE INEN 2390 Chocho desamargado	75
Anexo 7. Informe de resultados de variables en estudio	82
Anexo 8. Informe de las características fisicoquímicas y microbiológicas del mejor tratamiento	85
Anexo 9. Análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento	87

1. Información general

Título:

Estudio del desamargado por fermentación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez.

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Rumipamba

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

País: Ecuador Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad académica: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera: Agroindustria

Nombres del equipo de investigadores:

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

Estudiante: Sisalema Sánchez Walter Rolando (Anexo 3)

Área de Conocimiento:

Área: Ingeniería, Industria y Construcción

Sub área: Industria y producción

Línea de investigación:

Línea: Procesos industriales

Sub línea de Investigación: Desarrollo de tecnologías para la conservación de productos agroalimentarios que permitan una mayor disponibilidad de alimentos a la sociedad.

Proyecto de investigación vinculado: Proyecto formativo de manejo cosecha y postcosecha (Granos andinos) Fortalecimiento de los sistemas productivos en las comunidades de la provincia de Cotopaxi a través de la generación y procesamiento de granos andinos chocho quinua y amaranto.

2. Justificación del proyecto

En el proyecto de investigación se realizó un estudio del desamargado por el método de fermentación de dos variedades, dos ecotipos de chocho y dos índices de madurez (seco y tierno); siendo el chocho, una materia prima de calidad que contiene propiedades nutritivas de alto valor que se distingue por su contenido de proteína minerales y calcio; mediante este tipo de grano andino se enfocó exclusivamente en el desamargado por fermentación con *Saccharomyces cerevisiae*, ya que existe muy poca investigación. Sin embargo, hay una investigación realizada con el hongo *Rhizopus oligosporus* en la cual consiste llevar al grano a una humedad del 60%, luego se esteriliza, se enfría y se inocula a una temperatura 29-30 °C durante 3 días (INIAP, 2006).

Una vez que se obtenga el chocho desamargado por fermentación por acción de *Saccharomyces cerevisiae* activado con esta levadura al 5 % por cada variedad e ecotipo sumando la cantidad de chocho más la cantidad de glucosa obteniendo un valor total y se completa la operación con una regla de tres obteniendo la cantidad de levadura.

El método por fermentación no es muy utilizado ya que se utiliza el hongo *Rhizopus oligosporus* un poco complicado adquirirlo por lo cual se utilizará la levadura de cerveza como también conocida (*Saccharomyces cerevisiae*).

El índice de cosecha responde a los diferentes cambios físicos y químicos en estado verde el grano mantiene una humedad del 30% de ahí en adelante va adquiriendo la madurez fisiológica mientras en estado seco el grano mantiene una humedad de 15 a 18 % la cosecha se realiza en forma manual o con máquinas. (Toaquiza , 2017, p. 12).

En esta investigación lo que se quiere determinar es el mejor tratamiento. El desamargado tradicional es el más conocido hoy en día y se lo realiza en diferentes ciudades como Riobamba, Tungurahua, Latacunga los de mayor producción en el Ecuador.

El método de desamargado por fermentación elimina gran cantidad de alcaloides a comparación del desamargado tradicional y desamargado por germinación ya que la levadura de cerveza es utilizada para fermentar el vino y la cerveza.

Uno de los métodos utilizados en el desamargado es con etanol en que consiste mezclar el etanol con agua unos de los problemas en este tipo de desamargado es la recuperación de sustancias solubles el gasto es mediano, la contaminación en el campo ambiental es baja ya que no se

desperdicia mucha agua, su aplicación es a gran escala la eliminación de contenido de alcaloides tiene un porcentaje de 0.27 %.

Los beneficiarios del proyecto de investigación son los productores, agricultores y pequeñas empresas con la finalidad de reducir el tiempo de desamargado generando así un incremento económico. Por su alto contenido de proteínas se dará una alternativa en elaborar un producto alimentario ya sea buñuelos, lo que se quiere saber es cuál de las aplicaciones tienen las mejores características en elaborar un producto ya estamos acostumbrados a comer lo tradicional.

3. Beneficiarios del proyecto de investigación

3.1 Beneficiarios directos:

Todos los productores de chocho del sector agrícola, pequeñas y medianas empresas como Nutriproductos, la Asociación de Granjeros Integrales y Turismo Rocío Arcos (AJITRA), perteneciente al cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi. Otra empresa es CorpoCasa es una empresa se dedica al proceso y transformación de algunos productos entre ellos se encuentra el chocho.

3.2 Beneficiarios indirectos:

Los consumidores, productores del chocho.

La Universidad Técnica de Cotopaxi y la Carrera de Agroindustrias.

4. El problema de investigación

El chocho (*lupinus mutabilis sweet*) es una leguminosa, cuyos granos o semillas contienen alcaloides de tipo quinolizidinicos siendo los causantes de una toxicidad y un amargor (Calupiña & Tipan, 2020). Por lo tanto, para su consumo es importante realizar un proceso de desamargado utilizando el método de fermentación y lavado. Este proceso se desarrolla en tres fases: hidratación, cocción y desamargado. Para el proceso de lavado se necesita por lo menos tres cambios de agua al día, una duración de 6 a 7 días de desamargado (Vivanco, 2018, p. 34).

El contenido de alcaloides del lupino disminuye por el proceso de desamargado acuoso en un 98%, alcanzando niveles aptos para consumo siendo lo adecuado por norma 0.2%. Los alcaloides concentrados en agua residual del proceso de lavado para el desamargado tienen efectos bactericidas que retardan la descomposición de algunos vegetales como el tomate en un 5% en promedio (Aguirre, 2018, p. 19-20)

A nivel nacional el chocho por su composición nutricional con un alto valor de vitamina, proteínas y minerales, se lo consume con la combinación de tostado, cevichocho entre otros de una manera tradicional.

Bajo este contexto hubo la necesidad de utilizar este método de desamargado por fermentación y lavado del chocho para generar una nueva alternativa de este proceso de desamargado para posteriormente dar un valor agregado en un subproducto a través de este chocho desamargado fermentado.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

- Aplicar el desamargado por fermentación y lavado en los dos ecotipos, dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y dos índices de madurez.

5.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis fisicoquímico del chocho desamargado por fermentación y lavado para determinar el mejor tratamiento.
- Efectuar un análisis fisicoquímico, microbiológico al mejor tratamiento de chocho desamargado fermentado.
- Desarrollar un análisis de costos al mejor tratamiento del chocho desamargado fermentado.

6. Actividades y sistema de tareas en relación a objetivos planteados

Tabla 1. *Actividades y sistema de tareas en relación a objetivos planteados*

Objetivos	Actividades	Resultados	Medios de Verificación
Realizar un análisis fisicoquímico del chocho desamargado por fermentación y lavado para determinar el mejor tratamiento.	El desamargado del chocho por el método de fermentación y lavado. Un análisis fisicoquímico a los 16 tratamientos en estudio.	Parámetros fisicoquímicos del chocho desamargado por fermentación.	Tablas de resultados de los parámetros fisicoquímicos (pH, humedad, cenizas, alcaloides) del chocho desamargado por fermentación y lavado.
Efectuar un análisis fisicoquímico, microbiológico al mejor tratamiento de chocho desamargado fermentado.	Utilización el material adecuado para la realización de sus variables	Obtener el tratamiento adecuado de desamargado en el chocho.	Tablas de análisis fisicoquímico (pH, humedad, cenizas, alcaloides) y microbiológico (coliformes totales, mohos y levaduras, Escherichia coli) del mejor tratamiento.
Desarrollar un análisis de costos al mejor tratamiento del chocho desamargado fermentado.	Obtener el chocho desamargado tierno para su análisis respectivo	Obtener la formula necesaria el cálculo de los análisis físicos químicos y microbiológicos.	Tablas de análisis de costos del mejor tratamiento de chocho desamargado por fermentación y lavado.

Elaborado por: Sisalema W, 2020

7. Fundamentación científico técnica

7.1 Antecedentes

Según Quispe, D. (2015) con el tema de Investigación “*COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE DIEZ GENOTIPOS DE LUPINO (L. mutabilis y L. albus) DESAMARGADOS POR PROCESO ACUOSO*” mencionan que la investigación se centró en la evaluación de nueve genotipos de *L. mutabilis* de diferentes regiones y uno de *L. albus* cultivado localmente. Fueron determinados el aumento de peso en grano húmedo, pérdida de materia seca y análisis proximal. También carbohidratos, oligosacáridos, proteínas solubles, actividad antioxidante y alcaloides totales por metodologías espectrofotométricas. Los genotipos desamargado aumentaron el doble de su peso húmedo, redujeron su materia seca en 26% y presentaron un rendimiento en grano seco de 74%. La composición proximal de los genotipos des amargados fue similar (aumento de proteína cruda y fibra y disminución de carbohidratos y cenizas), excepto en la composición de grasa

Según Grace, G. (2018) con el tema de investigación “*DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL DESAMARGADO Y FERMENTADO EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TRES VARIEDADES DE CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet)*” mencionan que la investigación estuvo dirigida a estudiar el efecto del proceso de desamargado y fermentado en el contenido de compuestos con capacidad antioxidante en tres variedades de chocho: INIAP-450 Andino, INIAP-451 Guaranguito y chocho Criollo. Se realizó en el laboratorio de Nutrición y Calidad de la estación Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP). Se determinó que la variedad con mayor contenido de ácido ascórbico, carotenoides totales y zinc fue INIAP450 Andino, mientras la variedad INIA-451 Guaranguito presentó el mayor contenido de fenoles totales y actividad antioxidante. El proceso de desamargado disminuyó el contenido de todos los compuestos con capacidad antioxidante por efecto de la temperatura y solubilidad, mientras que el tratamiento de fermentación produjo aumento de la concentración de los compuestos fenólicos totales, carotenoides totales y de la actividad antioxidante; y disminución en la concentración de ácido ascórbico y zinc. La determinación del contenido de compuestos antioxidantes: compuestos fenólicos totales, carotenoides totales, ácido ascórbico y actividad antioxidante se realizaron por el método espectrofotométrico; y el contenido de zinc se determinó por absorción atómica.

Según Gutiérrez, A. (2016) en su investigación del artículo científico en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES EN EL DESAMARGADO DE TARWI (*LUPINUS MUTABILIS SWEET*)” mencionan que el Tarwi, chocho o lupino (*Lupinus Mutabilis Sweet*) es una legumbre andina con gran potencial para ser consumida masivamente por el ser humano; ya que, según los resultados obtenidos, esta posee 11,5; 21,5; 53,2; 18,4; 1,9 y 23,4 % (b.s.) de humedad, grasa, proteína, fibra, cenizas y carbohidratos respectivamente; donde se resalta el alto contenido de proteínas y de grasa. Sin embargo, la presencia de alcaloides en todo el grano no permite su consumo directo y se requiere de un desamargado. Es por ello que se evaluaron cuatro factores: A: tiempo de cocción, B: tiempo de lavado, C: número de lavados y D: relación MP: agua. Mediante la aplicación de la metodología Taguchi, se confirmó que efectivamente estos cuatro factores tienen un efecto significativo sobre el contenido de alcaloides final de los granos de tarwi con un nivel de confianza del 95%.

7.2 Fundamentación Técnica

7.2.1 El chocho (*Lupinus mutabilis*)

Para (Toctaquiza & Boero, 2012) en su proyecto de investigación mencionan que: “El chocho es una leguminosa de alto valor nutritivo, que se distingue por su contenido de proteínas y por sus características agronómicas, como: rusticidad, capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a la planta, adaptabilidad a medios ecológicos más secos, ubicados entre 2800 y 3600 m.s.n.m. El cultivo se realiza en forma tradicional, observándose plantas de chocho asociadas con maíz, papa, melloco, etc., en parcelas de pequeños agricultores o en monocultivo en fincas de agricultores con visión comercial”

Imagen 1 .El chocho (*Lupinus mutabilis*)



Fuente: (Printest, 2020)

7.2.1.1 Descripción botánica

Según (Loja & San Martín, 2014) en su proyecto de investigación manifiestan que:

El chocho posee una raíz pivotante y robusta, que alcanza una profundidad de hasta 2 metros.

La raíz posee nódulos simbióticos con bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico a la planta.

La altura del tallo fluctúa de 0,50 a 2,80 metros y un promedio de 1,80 metros.

El tallo es cilíndrico y leñoso, tiene ramificación en forma de V y un color que varía de verde a gris-castaño, según el grado de tejido leñoso.

Las hojas son palmeadas y digitadas, contienen entre 5 a 12 folíolos oblongo lanceolados y delgados (véase Imagen 1). Se presentan pequeñas hojas estipulares en la base del pecíolo, cuyo color varía entre verde y morado según el contenido de antocianina de la planta.

La inflorescencia es racemosa terminal con varios verticilios florales, mayor en longitud en el eje principal que disminuye en las laterales, cada una de 5 flores, las cuales tienen colores que varían por las antocianinas y flavonas que contenga la planta, desde el azul, morado, púrpura, celeste y rosado, hasta el amarillo, crema y blanco. La corola está formada por cinco pétalos, un grande denominado estandarte, dos laterales medianos denominados alas y dos inferiores pequeños fusionados denominados quilla.

El fruto es en legumbre pubescente, indehiscente en las cultivadas y con ciertadehiscencia en las semicultivadas y silvestres. De forma elíptica u oblonga. La vaina es alargada de 5 a 12 centímetros, según el número de semilla y pueden contener hasta 9 semillas (véase Imagen 1).

La semilla es lenticular, de 8-10 milímetros de largo y 6-8 milímetros de ancho (véase Imagen 1), con tegumento endurecido que representa el 10 por ciento de la semilla y contiene alcaloides.

Los colores del grano incluyen blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores combinados como marmoleado, media luna, ceja y salpicado (Villacrés, Rubio, Egas, y Segovia, 2006; Peralta, 2010).

Su centro de origen está ubicado en la región andina de Bolivia, Ecuador y Perú, ya que en ellas se encuentra la mayor variabilidad genética, así mismo varía en precocidad, contenido en proteínas, aceites, alcaloides, rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades. El color del grano, planta y flor es variable. En esta región se han identificado 83 especies del género *Lupinus*. Desde el punto de vista alimenticio, medicinal, ritual, cultural, en la transformación y mejoramiento de las especies domesticadas, esta diversidad de parientes silvestres tiene importancia y repercusión en su utilización, proporcionando actualmente al agricultor disponibilidad sostenida y seguridad alimentaria (Toctaquiza & Boero, 2012, pág. 22)

7.2.1.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica del chocho (*Lupinus mutabilis*) se presenta en el Tabla 2.

Tabla 2. Taxonomía del Chocho

División:	Espermatofitos
Sub-División:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Sub- clase	Arquiclamideas
Orden	Rosales
Familia	Leguminosa
Sub- Familia	Papilionoideas
Tribu	Genisteas
Género	Lupinus
Especie:	Mutabilis
Nombre científico:	Lupinus mutabilis Sweet.
Nombre común:	Chocho, tahuri, tarwi.

Fuente: (Loja & San Martín, 2014)

7.2.1.3 Composición química del chocho desamargado

El grano de chocho es rico en proteínas y grasas y constituyen más de la mitad de su peso. Según Gross y colaboradores (1988) citado por Caiza (2011) los estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y la grasa de 14-24%. Por lo tanto, la proteína es inversamente proporcional al contenido de grasa. Las proteínas están básicamente constituidas por aminoácidos siendo el de mayor proporción en el grano de chocho desamargado la leucina. El contenido de ácidos grasos del grano de chocho se destaca la presencia de ácidos grasos insaturados como el ácido linoléico (omega 6), el oleico (omega 9) en cantidades significativas y el ácido linolénico (omega 3) en bajas concentraciones. Con relación a los carbohidratos, el contenido de almidón y sacarosa es bajo comparado con los oligosacáridos como la rafinosa y verbascosa, los cuales son eliminados durante el desamargado o eliminación de alcaloides (Caiza, 2011; Urrutia, 2010) citado por (Loja & San Martín, 2014). Los alcaloides del grano de chocho desamargado están en bajas concentraciones 0,08 %, siendo los principales la lupanina (46 %), esparteína (14 %), hidroxilupanina (10 %), isolupanina (3

%), n-metilanustifolina (3 %), 13- hidroxilupanina (1 %) (Vinueza, 2011) citado por (Loja & San Martín, 2014).

Según (Toctaquiza & Boero, 2012, pág. 10) en su investigación manifiestan que “El *Lupinus mutabilis* es importante por su alto contenido de proteína y aceite, nutrientes que lo colocan en un plano comparable al chocho. El grano amargo debido a la presencia de alcaloides quinolizidinicos contiene en promedio 42% de proteína, en base seca; sin embargo, el proceso de desamargado (eliminación de alcaloides), permite concentrar aún más el contenido de este nutriente, registrando valores de hasta 51%, en base seca. El grano también tiene un elevado contenido de aceite (18 a 22%)”:

Tabla 3. Composición química del chocho

Parámetro	Valor
Humedad	73,60%
Proteínas	51,06%
Isoleucina	4,30%
Leucina	7,40%
Lisina	5,30%
Metionina	0,40%
Fenilalanina	3,40%
Treonina	3,50%
Valina	3,50%
Histidina	2,20%
Tirosina	3,50%
Triptófano	1,8g
Grasa	20,40%
Mirístico	Trazas
Palmítico	11,30%
Palmitoleico	0,20%
Esteárico	7,30%
Oleico	52,50%
Linoléico	28,40%
Linolénico	2,90%
Araquidónico	-
Cenizas	2,40%
Fibra	7,50%
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)	18,70%
Alcaloides	0,08%

Fuente: (Loja & San Martín, 2014)

En la tabla 4 se detalla contenido de minerales del chocho que es similar al de otras leguminosas. Siendo, únicamente presentados los contenidos de fósforo, calcio y magnesio son más elevados.

Tabla 4. Contenido de minerales del chocho desamargado

Contenido de Minerales	Valor
Calcio	0,4 %
Fósforo	0,4 %
Magnesio	0,2 %
Sodio	0,04 %
Potasio	0,02 %
Hierro	120 ppm
Manganeso	26 ppm
Zinc	50 ppm
Cobre	10 ppm

Fuente: (Loja & San Martín, 2014)

7.2.1.4 Valor nutritivo

La proteína del chocho contiene cantidades adecuadas de lisina y leucina que son aminoácidos esenciales, por lo que se considera apropiado para los niños en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas y durante la lactancia. Al combinar este alimento con cereales como la quinua o amaranto se logra una excelente complementación de aminoácidos, cuyo valor proteico es comparable al de alimentos de origen animal como la leche, la carne, el queso y el huevo (Navarrete, 2011; Erazo y Terán, 2011) citado por (Loja & San Martín, 2014).

Las grasas presentes en el grano de chocho poseen ácidos grasos esenciales como el linolénico y linoléico que son importantes para el desarrollo del sistema nervioso central, la función inmunológica y el crecimiento corporal. El ácido oleico es un ácido graso monoinsaturado que tiene la propiedad de aumentar HDL colesterol y reducir el colesterol total, LDL colesterol, los triglicéridos y la resistencia a la insulina, contribuyendo a disminuir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Baldeón, 2012) por (Loja & San Martín, 2014).

La fibra alimentaria ubicada en la cáscara del grano, incluye aquellos componentes del chocho que no pueden ser degradados por las enzimas digestivas del hombre. Su contenido en el grano

desamargado, en promedio asciende a 10,4% y reviste importancia debido a su efecto de saciedad lo que es beneficioso para prevenir la obesidad, combatir el estreñimiento y compresión en el tracto intestinal (Villacrés et al. 2006).

El calcio y el fósforo presentes en el grano de chocho contribuyen en el mantenimiento del sistema óseo, actividad del músculo cardíaco y producción de energía. El equilibrio calcio - fósforo es muy importante, debido a que un exceso de fósforo provoca la formación de fosfatos de calcio insolubles y no reabsorbibles, que acaba por ser eliminados impidiendo la absorción del calcio.

Entre los microelementos del grano chocho sobresale el hierro, este es un mineral básico para la producción de hemoglobina, transporte de oxígeno e incremento de la resistencia a las enfermedades (Villacrés et al. 2006).

El grano de chocho también es una valiosa fuente de vitamina B en sus formas como la Tiamina (B1) fundamental para el proceso de transformación de azúcares, conducción de impulsos nerviosos, metabolismo del oxígeno. La Riboflavina (B2) que favorece a la absorción de proteínas, grasas y carbohidratos. La Niacina (B3) favorece la eliminación de químicos tóxicos del cuerpo y la participación en la producción de las hormonas sexuales y las hormonas relacionadas con el estrés (Navarrete, 2011).

A continuación, se observa en la tabla 4 el contenido nutricional del grano de chocho amargo y desamargado:

Tabla 5. *Contenido nutricional del grano del chocho*

Componente		Chocho amargo	Chocho desamargado
Macronutrientes	Proteína (%)	47.80	54.05
	Grasa (%)	18.90	21.22
	Fibra (%)	11.07	10.37
	Cenizas (%)	4.52	2.54
	Extracto libre de nitrógeno (%)	17.62	11.82
Macro y micro minerales	Potasio (%)	1.22	0.02
	Magnesio (%)	0.24	0.07
	Calcio (%)	0.12	0.48
	Fosforo (%)	0.60	0.43
	Hierro (ppm)	78.45	74.25
	Zinc (ppm)	42.84	63.21
	Magnesio (ppm)	36.72	18.47
	Cobre (ppm)	12.65	7.99
	Alcaloides (ppm)	3.26	0.03
	Magnesio (ppm)	36.72	18.47

Fuente: (Tapia,2019, p.17)

7.2.1.5 Características físicas del chocho

Según (León, 2017) en su investigación manifiesta: Con respecto a las características del grano posterior a la cosecha, éste presenta un color entre blanco o crema en forma oval aplanada cuyo tamaño bordea los 8mm. Cabe mencionar que la densidad del chocho es mayor que la del agua y es de 1.46g/cm³. (INIAP, 2010).

Para (León, 2017) muestra en su estudio que: 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 (INEN2389, 2005).

7.2.1.6 Principales variedades del chocho

En el mundo existen 4 especies principales de lupinos domesticados, entre las que se destacan el “*Lupinus albus*” (lupino blanco), “*Lupinus luteus*” (lupino amarillo), “*Lupinus angustifolius*” (lupino azul europeo) y “*Lupinus mutabilis* (tarwi, chocho, proveniente del nuevo mundo) (Noffsiner, 2005).

En Ecuador existen algunas variedades de chocho que se cultivan a nivel de la sierra en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Carchi, Tungurahua e Imbabura. Estas variedades son INIAP 450 Andino, INIAP 451 Guaranguito y Criollo; las dos primeras son variedades mejoradas por Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el chocho Criollo es una variedad nativa de los agricultores (Peralta, Murrillo, Mazón, Villacrés, & Rivera, 2013).

En esta investigación se empleó la variedad: INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito. A continuación, se detallan:

La variedad INIAP 450 Andino es una variedad modificada de crecimiento herbáceo, su característica en cuanto al color del grano seco es blanco-crema, su tamaño es grande de forma oval aplanada, los días de floración son de 76 a 125 y los días de cosecha son 170 a 240 y tiene una adaptación de 2600 a 3400 m.s.n.m. El rendimiento promedio del grano seco es 1500 Kg por hectárea. (Peralta, Murrillo, Mazón, Villacrés, & Rivera, 2013).

La variedad INIAP 451 Guaranguito es una variedad de crecimiento erecto/herbáceo, el tamaño de grano seco es grande de forma oval aplanada, los días de floración es 75 a 84 y los días de cosecha es 170 a 186, tiene una adaptación de 2200 a 3600 m.s.n.m., el rendimiento promedio del grano seco es 1500 Kg por hectárea. (Peralta, Murrillo, Mazón, Villacrés, & Rivera, 2013)

A continuación, se observa la composición proximal y mineral en la Tabla 6 de las variedades en estudio:

Tabla 6. *Composición proximal de Chocho INIAP 450-Andino y INIAP 451 Guaranguito*

Contenido	Grano amargo INIAP 450-Andino	Grano amargo INIAP 451 Guaranguito
Proteína %	47,8	42,71
Minerales totales %	4,52	3, 54
Grasa %	18,9	17, 61

Fibra bruta %	11,07	9,44
Carbohidratos %	17,62	26,70
Alcaloides %	3,26	3,26
Calcio %	0,12	0,11
Fósforo %	0,65	0,65
Magnesio %	0,23	0,23
Sodio %	0,01	0,01
Potasio %	1,01	1,01
Hierro (ppm)	53	53
Manganeso (ppm)	38	38
Zinc (ppm)	39	39
Cobre (ppm)	14	14
Energía Total (Kcal/100g)	455	455

Fuente: (Peralta, Murrillo, Mazón, Villacrés, & Rivera, 2013)

7.2.1.7 Ecotipos de chocho

Según (Calupiña & Tipan, 2020) en su estudio de arte manifiesta: “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 ecotipos resultan de una adaptación muy estrecha de la planta al ambiente local, donde la deriva genética es el agente selectivo de mayor importancia” (Huisa, 2018, p. 45).

“Los principales ecotipos de chocho presentan la variabilidad en el período vegetativo, contenido de alcaloides, tolerancia a enfermedades, rendimiento y valor nutritivo” (Echavarría, 2015, p. 8). “Existen ecotipos con bajo contenido de alcaloides pero que tienen dificultades de adaptación” (Huisa, 2018, p. 43).

“El chocho se adapta a ambientes fríos, hay ecotipos que sobreviven a temperaturas por debajo de los -9,5 °C” (De la Cruz, 2018, p. 14), “Sin embargo, las plántulas son susceptibles a heladas” (Aguilar, 2015, p. 9). “Los requerimientos de humedad dependen de los ecotipos, debido a que el chocho se cultiva bajo lluvia, sus necesidades hídricas oscilan entre 400 y 800 mm” (Calderon, 2017, p. 46). “Algunos ecotipos de chocho superan en proteínas y grasa a la soya”

(Echavarría, 2015, p. 13). En la investigación realizada se empleó dos ecotipos: ecotipo local y ecotipo local peruano. A continuación, se detallan:

Tabla 7. Características de los ecotipos de chocho

Ecotipos	Ecotipos local	Ecotipo peruano
Hábito de crecimiento	Herbáceo basal erecto	Herbáceo 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)

“La altura de la planta está determinada por el eje principal que varía entre 0,5 a 2,00 m. El tallo de chocho es generalmente muy leñoso y se puede utilizar como combustible” (Dimas Vásconez, 2018, p. 5).

“Las flores son de forma papilionácea su corola está formada por 5 pétalos, la quilla envuelve al pistilo y a los 10 estambres, pueden tornarse entre un color azul y variar a blanco o rosado” (Quisaguano Darío, 2015, p. 64).

El fruto es una vaina alargada de 5 a 12 cm, pubescente y contiene de 3 a 8 granos, estos son ovalados, comprimidos en la superficie y con una amplia variabilidad en cuanto al color, el mismo que va desde blanco puro hasta el negro. (Guzmán, 2014, p. 25)

La raíz del chocho es pivotante, vigorosa y profunda que puede extenderse hasta 3,00 m de profundidad; en la raíz se desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos de 1,00 a 3,00 cm de diámetro a partir del quinto día después de la germinación. (Paola et al., 2016, p. 4)

“El rendimiento promedio de ecotipos locales es de 1350 a 1500 kg / ha. El grano de calidad, tiene un diámetro mayor a 8 mm, es de color crema y redondo” (Arias & Guamán, 2016, p. 28), “la variación de tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como de los ecotipos” (Llumiquinga, 2020, p. 14). “En las diferentes provincias donde se cultiva chocho, los ecotipos locales se denominan de diferente manera, se conoce como “chocho” en Chimborazo, Cotopaxi y Pichincha, y como “tauri” en Imbabura” (Peralta, 2016, p. 13).

“Se ha reportado que el contenido de alcaloides de los ecotipos de chocho peruanos varía entre 3,10 - 3,30 %” (Villacrés, Quelal, Fernández, et al., 2020, p. 3).

7.2.1.8 Índices de madurez del chocho

“Existen índices de cosecha físicos (medio visual, tamaño del producto, peso específico, resistencia a la penetración y días después de la floración) y químicos (Sólidos Solubles Totales y pH)” (Ullco, 2019, pp. 12–13). “Para cada índice de cosecha cronológico se caracterizó el color de las vainas y semillas utilizando como referencia la tabla de Munsell para tejidos vegetales” (Chicaiza Guato, 2020, pp. 50).

“El estado de madurez viene en estado tierno y seco, en estado tierno se mantiene una humedad 30%-40% como promedio desde su crecimiento hasta que logran una humedad superior al 30 % luego van adquiriendo su coloración definitiva mientras que en estado seco la humedad se mantiene entre 15 % a 18 % la cosecha es de forma manual o con máquinas por el método del trillado “(Toaquiza , 2017, p. 12).

Primer índice chocho tierno, en el area de estudio se encuentra ubicada en la Universidad Tecnica de Cotopaxi ,Campus Experimental Salache , para la cosecha del grano de chocho tierno , se establecio el conteo de dias desde la germinación hasta que la vaina esté compacta,este indicador se dio mediante color,para ello se determinó a través de la visualización y manipulación, la cosecha se dio en 165 días, para la colecta única se cortó los racimos de la vaina usando una hoz cuantas esta son de color verde .





Segundo índice chocho tierno , en el área de estudio se encuentra en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Experimental Salache, para la cosecha del grano de chocho tierno, se estableció el conteo de días, desde la germinación hasta que la vaina esté compacta este indicador se dio mediante el color de la misma, para ello se determinó a través de la visualización y manipulación, la cosecha se dio en 175 días, para la colecta únicamente se cortó los racimos de la vaina usando una hoz cuando estas son de color lima.

7.2.1.9 Cosecha del chocho en estado tierno o seco

“En estado tierno se debe realizar la cosecha cuando la vaina esté compacta y tenga una firmeza de 5 a 6 libras de fuerza, otro indicador es los días desde la siembra hasta la cosecha, pero este depende de la variedad” (Ullco, 2019, p. 12). Para la cosecha en estado seco, “puede iniciarse cuando los tallos de chocho están secos y quebradizos y la humedad del grano ha bajado a 14





%” (Mera, 2016, p. 114). “La cosecha de las vainas se hace cuando estas presentan cambio de color a marrón claro y se nota la semilla ya endurecida” (Tapia, 2015, p. 2).

Tabla 8. Descripción de los ecotipos: local y local peruano en estado tierno

Ecotipo local	175 días		Vaina
			2 cm de longitud con granos de 12 mm.
Ecotipo local peruano	175 días		Vaina
			2 cm de longitud con granos de 10 mm.

Fuente: (Calupiña & Tipan, 2020)

Tabla 9. Descripción de los ecotipos: local y local peruano en estado seco

Ecotipo local	270 días		Vaina
			2 cm de longitud con granos de 15 mm.
Ecotipo local peruano	270 días		Vaina
			2 cm de longitud con granos de 14 mm.

Fuente: (Calupiña & Tipan, 2020)

7.2.1.10 Producción del chocho en el Ecuador

La importancia en el Ecuador la semilla del chocho es poco valorada en el pasado pero en la actualidad se ha convertido un alimento valorado y reconocido gracias a su aporte nutritivo rica en proteínas y se ha fortalecido en los últimos 20 años en el Ecuador. La producción del chocho en el Ecuador va en aumento en estos casos hay una problemática es la escasez de materia prima y para completar se debe adquirirla en Perú y Bolivia (Iniap,2016, p.49). 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, Mazón, & Murillo, 2012) citado por (León, 2017).

Tabla 10. Superficie sembrada, cosecha y producción del chocho en el Ecuador

Cultivos transitorios	Tipo	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Producción TM
Chocho	Solo	4 217	2 861	7 170
	Asociado	1 757	1 671	330
	Total	5 974	4 532	7 500

Fuente: (INEC,2011)

Según (León, 2017) en su estudio manifiesta que: 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 75 000 quintales (INEC, 2011).

7.2.2 Alcaloides

Los alcaloides de las bases son sólidas cristalinas mientras que las bases no oxigenadas son líquidas. En general los alcaloides bases son muy poco solubles en agua, solubles en disolventes orgánicos y en alcoholes. Los alcaloides forman sales con ácidos minerales y orgánicos y estos en cambio son solubles en agua y alcohol e insoluble en disolventes orgánicos. La formación de sales la cual estabiliza la molécula, por lo que comercialmente los alcaloides se encuentran en estado de sales. (Peralta,2016, p.7). Los alcaloides en el chocho contienen una gran cantidad

de sustancias tóxicas para el ser humano conocidas como los quinolizidínicos; siendo, en el chocho este alcaloide que le da un sabor amargo. El alcaloide de tipo quinolizidínico es de un carácter básico, poseen un heterociclo nitrogenado bicíclico, generalmente estos pueden ser extraídos con varias técnicas, pero la más usada es por varios solventes en el siguiente cuadro podemos ver la efectividad (Tapia,2019, p.17). En la tabla 11 se observa los valores de un análisis bromatológico del grano de chocho amargo y desamargado que se detallan a continuación:

Tabla 11. *Valores de análisis bromatológico 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
Cenizas (%)	4,52	2,54
Humedad (%)	10,13	77,05
Alcaloides (%)	3,26	0,03
Azucares totales (%)	1,95	0,73
Azucares reductores (%)	0,42	0,61
Almidón total (%)	4,34	2,88
K (%)	1,22	0,02
Mg (%)	0,24	0,07
Ca (%)	0,12	0,48
P (%)	0,60	0,43
Fe (ppm)	78,45	74,25
Zm (ppm)	42,84	61,21

Fuente: (Cheza,2017, p.7)

7.2.2.1 Eliminación de los alcaloides

El sabor amargo se debe a la presencia de los alcaloides, como: lupanina, esparteína, hidroxilupanina; lo que impide el consumo directo de chocho por esta razón se debe realizar algunos pasos después de la cosecha y antes de la industrialización. Los procesos más utilizados en el proceso de desamargado son los siguientes: Extracción mediante alcohol, Extracción mediante óxido de etileno, Extracción mediante agua (Peralta,2016, p.9)

7.2.2.1.1 Métodos de desamargado de chocho

Según (León, 2017) en su investigación manifiesta que existen diversos métodos de desamargado: mediante agua u otros solventes, como soluciones de alcohol o gasificación con óxido de etileno. Generalmente este es utilizado para la aplicación en alimentación animal, este método consiste en transformar los alcaloides en componentes liposolubles. Sin embargo, el desamargado de chocho elimina los alcaloides que le confieren el sabor amargo al producto, pero también se pierde un cierto porcentaje de proteína, hidratos de carbono y aceite.

7.2.2.1.2 Desamargado del chocho

El chocho contiene alcaloides que son sustancias antinutritivas y dan sabor amargo, impidiendo que sea consumido directamente. Para la eliminación de dichas sustancias el chocho es sometido a un proceso de desamargado, también puede someterse a un tratamiento de fermentación, técnica que no es muy conocida actualmente, debido que es un proceso generado por Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (García, 2018).

7.2.2.1.3 Desamargado por fermentación del chocho

El proceso de fermentación inicia al inocular *Rhizopus oligosporus*, durante cuatro días el chocho desamargado con cáscara y sin cáscara, a una humedad de 60% y temperatura de 31°C, una vez fermentado es liofilizado y molido, de esa manera se obtiene la harina de chocho fermentado. Es un producto de buena calidad tanto física química y organoléptica (García, 2018).

En el programa nacional de leguminosas del INIAP realizaron un desamargado un proceso térmico-hídrico en la cual utilizaron el hongo *Rhizopus Oligosporus* al 1% donde evaluaron 12 tratamientos con grano entero y sin cáscara, molido con cascara triturado sin cascara en bandejas de aluminio a temperaturas de 31°C y 35°C se procedió a fermentar el grano a 32 horas lo realizaron en la variedad andino 450 (fmam, 2019, p. 165)

La fermentación del chocho en estado sólido requiere una humedad del 60%, también se basa en el crecimiento del moho sobre el chocho pelado o molido. Por lo tanto se requiere una incubación para desmargar, al menos 24 horas a una temperatura de 31°C (INIAP, 2016, págs. 1-8).

7.3 Glosario de términos

Alcaloides: Son sustancias nitrogenadas básicas y de acción farmacológica potente. Solubles en solventes lipófilos y sus sales en disolventes hidrófilos.

Desamargado del chocho: Un proceso térmico-hídrico, que consiste en dejar el grano en remojo acuoso por 10 horas a una temperatura inicial de 92 °C, luego el grano es cocido en agua por 60 minutos, con un cambio de agua de 30 minutos.

Fermentación: La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, siendo el producto final un compuesto orgánico.

Germinación: Es un proceso que se inicia con el desarrollo del embrión y llega hasta el nacimiento de una planta.

Hexano: Es un hidrocarburo alifático alcano con seis átomos de carbono. Su forma química es C₆H₁₄. Existen varios isómeros de esta sustancia,

Intoxicación por lupino: Es la acción directa de los alcaloides sobre el organismo en el ser humano puede producir depresión respiratoria fibrilación cardiaca posee una acción hipotensora y cuadros agudos se ha visto reduce drásticamente el consumo del alimento la investigación se lo ha realizado en animales

Linoleico: El ácido linoleico es un ácido graso poliinsaturado esencial, es decir, es necesario obtenerlo a través de los alimentos de la dieta porque el organismo no lo puede sintetizar.

Patógenos microbianos: Los patógenos son agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped.

Reducción: Presencia de los alcaloides, como: lupanina, esparteína, hidroxilupanina; lo que impide el consumo directo de chocho.

Temperatura: Es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee.

Tiempo: Período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.

Saccharomyces cerevisiae (*S. cerevisiae*) es un hongo unicelular muy usado para producir la fermentación de la levadura del pan y en la producción de vino y cerveza.

Varietades: Hace referencia a una tipología de semillas que se adaptan al entorno gracias a un proceso de selección natural o manual.

8. Validación de las preguntas científicas o hipótesis

8.1 Hipótesis nula

H₀. La variedad (INIAP 450 Andino, INIAP 451 Guaranguito), ecotipos (local y peruano local), tiempos de cosecha (seco y tierno) no influyen significativamente sobre las características fisicoquímicas del chocho desamargado por fermentación.

8.2 Hipótesis alternativa

H_a. La variedad (INIAP 450 Andino, INIAP 451 Guaranguito), ecotipos (local y peruano local), tiempos de cosecha (seco y tierno) influyen significativamente sobre las características fisicoquímicas del chocho desamargado por fermentación.

9. Metodología/ diseño experimental

9.1 Tipos de investigación

9.1.1 Investigación aplicada

La investigación aplicada es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

Este tipo de investigación se utilizó para dar respuesta a preguntas específicas del problema en estudio.

9.1.2 Investigación experimental

Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado.

Este tipo de investigación se utilizó ya que se manipuló las variables existentes dentro de la experimentación del chocho desamargado por el método de fermentación.

9.1.3 Investigación de campo

La investigación de campo es la que se realiza directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio. Entre las herramientas de apoyo para este tipo de investigación se encuentran: el cuestionario la entrevista, la encuesta, la observación, y la experimentación.

La investigación de campo fue uno de los tipos de investigación más usada puesto que se empleó en la búsqueda de información de las causas de los fenómenos presentes en el experimento.

9.2 Métodos de investigación

9.2.1 Método cuantitativo

La intención de este método es exponer y encontrar el conocimiento ampliado de un caso mediante datos detallados y principios teóricos. La recolección de datos suele constar de pruebas objetivas, instrumentos de medición, la estadística, test, entre otros.

Este método cuantitativo se utilizó en el estudio ya que permitió recoger datos de las variables medidas de las características fisicoquímicas.

9.2.2 Método científico

Ofrece un conjunto de técnicas y procedimientos para la obtención de un conocimiento teórico con validez y comprobación científica mediante el uso de instrumentos fiables que no dan lugar a la subjetividad. Este método tiene la capacidad de proporcionar respuestas eficaces y probadas sobre algún caso de estudio.

Desde la perspectiva el método científico concuerda con el proyecto que se está realizando los análisis que van a realizarse tienen que ser probadas y las respuestas eficaces.

9.2.3 Método descriptivo

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Este método se empleó para la recolección de los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, de esta manera exponer y resumir la información de manera cuidadosa y luego analizar minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento del tema en estudio.

9.3 Técnicas de investigación

9.3.1 La Observación

Es una técnica consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis se utilizó en la investigación para poder obtener el mayor número de datos en la parte experimental y posteriormente registrar los datos.

9.4 Instrumentos de investigación

9.4.1 Recolección de datos cuantitativos

Utilizar instrumentos que hayan demostrado ser válidos y fiables esto quiere decir que los datos recogidos son objetivos y exactos, ya que fueron recogidos mediante métodos estandarizados, pueden reproducirse y analizarse mediante técnicas estadísticas.

Este instrumento se utilizó cuando se recogieron todos los datos para analizar los parámetros físicos químicos para elegir el mejor tratamiento y luego introducir los datos en el programa InfoStat.

9.4.2 Cuaderno de notas

Es una herramienta usada por investigadores de varias áreas para hacer anotaciones cuando ejecutan trabajos de campo. Es un ejemplo clásico para receptar información primaria de la parte experimental.

Según el instrumento de investigación el cuaderno de notas se utilizará porque se requiere receptar información primaria en la parte experimental.

9.5 Metodología

Los materiales, equipos, insumos para el estudio del desamargado por fermentación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y dos índices de madurez que se utilizaron en la investigación son los siguientes que se detallan a continuación:

9.5.1 Materia prima

- 4 kg Variedad: INAIP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito, Ecotipo: Local y peruano local

Insumos:

- Fundas plásticas
- Agua
- 20 g de glucosa / litro de agua (1 kg).

- 5 % de levadura *Saccharomyces cerevisiae* v / v (0.152 kg).

9.5.2 Materiales de oficina

- Una computadora
- Memory flash
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Hojas de papel de bond
- Anillados
- Impresora
- Copiadora
- Esferos
- Libreta de apuntes
- Marcadores
- Grapadora
- Carpetas
- Tablero

9.5.3 Equipos

- Cocina Industrial
- Cilindro de gas
- Refrigeradora

9.6 Metodología del desamargado por fermentación

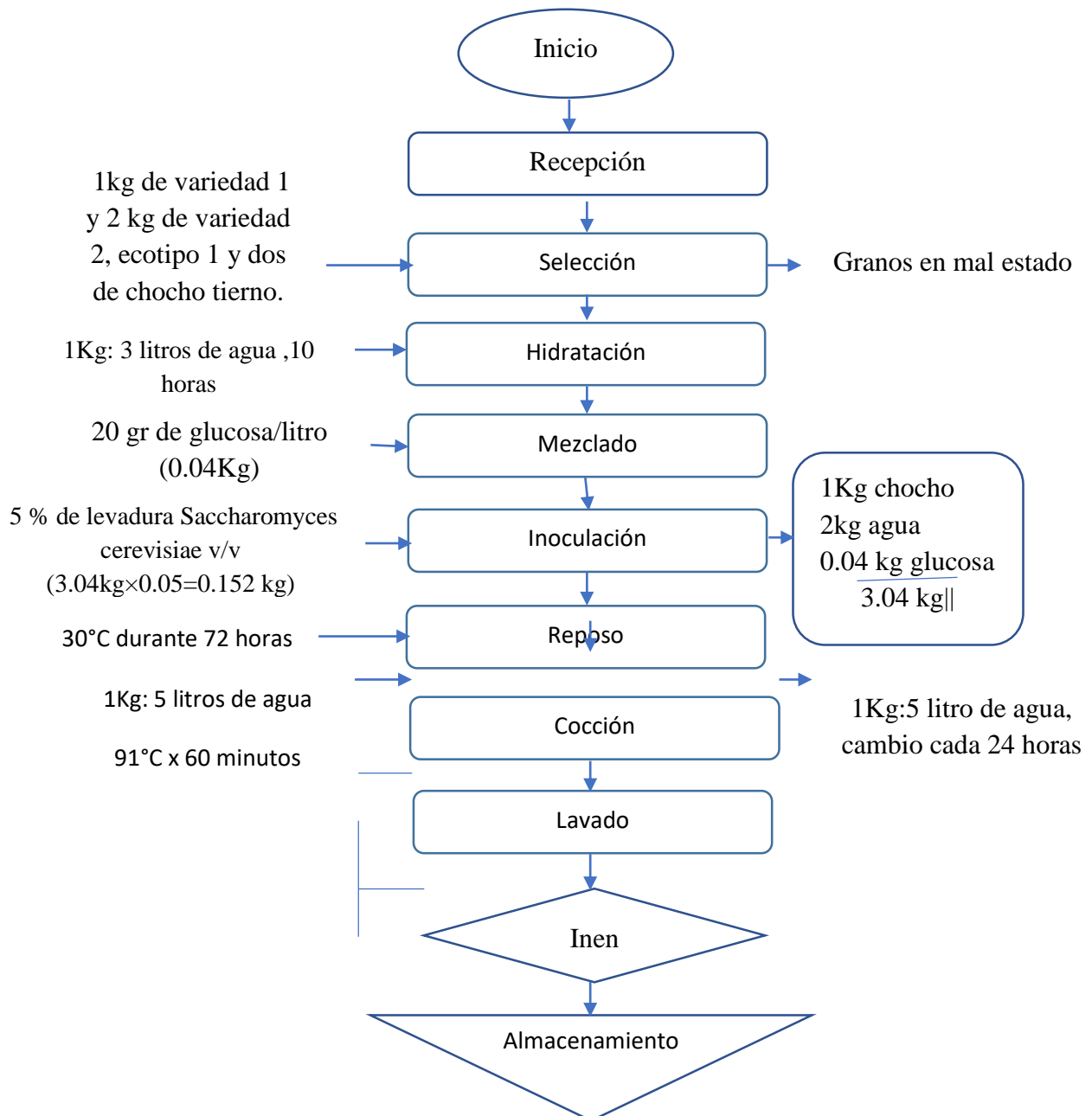
Para reducir los alcaloides presentes en la semilla, los cuales otorgan el sabor amargo y característico del chocho se desarrolló la siguiente metodología planteado por (Calupiña & Tipan, 2020) :

1. **Recepción.** - Se recibió 4 kg de chocho en total, con la siguiente descripción: 2kg de ecotipo local (1kg en estado tierno y 1 kg en estado seco) y 2 kg de ecotipo local peruano (1kg en estado tierno y 1 kg en estado seco). Las muestras se colocan en cada costalillo.
2. **Selección.** - Se separó residuos y granos en mal estado de las 4 muestras de chocho.
3. **Hidratación.** - Se sumergió 1 kg de chocho en 3 litros de agua durante 10 horas para el chocho en estado tierno y 12 horas para el chocho en estado seco.

4. **Mezclado.** - A la solución anterior, se añadió 20 g de glucosa por cada litro de agua (1kg en cada una de las muestras).
5. **Inoculación.** - Se añadió 5 % v / v de levadura del género *Saccharomyces cerevisiae* (0.152 kg a cada una de las muestras).
6. **Reposo.** - Durante 72 horas a 30 °C, se optimizó el proceso de fermentación.
7. **Cocción.** - Con una relación de 1 kg: 5 litros de agua, a la temperatura de cocción es 97 °C que hierve el agua durante una hora para el chocho tierno y seco, al mismo tiempo, se desactivó la acción de las levaduras
8. **Lavado.** - A 1 kg de chocho se le añadió 5 litros de agua, con un cambio de agua cada 24 horas por 48 horas para chocho tierno y 72 horas para chocho seco, para una adecuada extracción de alcaloides.
9. **Almacenamiento.** – Su almacenamiento debió ser en refrigeración 4 °C.

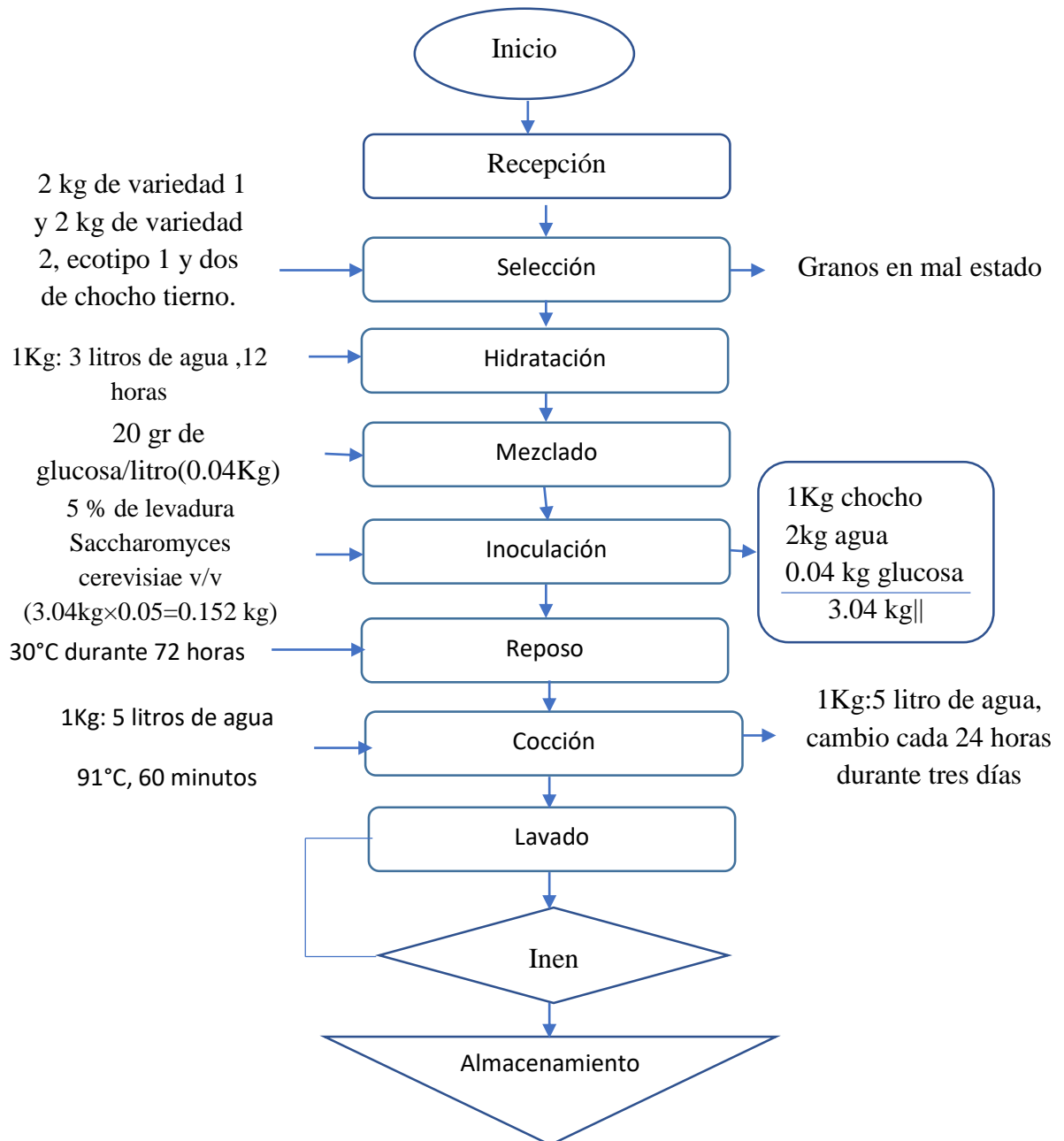
9.6.1 Diagrama de flujo del desamargado por fermentación del chocho en estado tierno

Diagrama chocho tierno



1.6.2 Diagrama de flujo del desamargado por fermentación del chocho en estado seco

Diagrama chocho seco



9.7 Diseño Experimental

Para la investigación se aplicó un diseño experimental bajo un arreglo factorial AxBxC de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en donde se estableció para el Factor A dos niveles siendo factor a_1 : Tierno y a_2 : *Seco* es la variedad del chocho y para el factor B 2 niveles: b_1 : INIAP 450, b_2 : INIAP 451 Guaranguito y para el Factor C con dos niveles c_1 : Ecotipo local Nativo y c_2 : Ecotipo local 1 peruano.

9.7.1 Factores en estudio

Tabla 12. *Factores en estudio*

Factores	Código
FACTOR A Tiempo de cosecha	a_1 = Tierno
	a_2 = Seco
FACTOR B Variedad de chocho	b_1 = INIAP 450 Andino
	b_2 =INIAP 451 Guaranguito
FACTOR C Ecotipos de chocho	c_1 = Ecotipo local nativo
	c_2 = Ecotipo local1 peruano

Fuente: Sisalema, W. (2021)

9.7.2 Tratamientos en estudio

Tabla 13. *Tratamientos en estudio*

Repeticiones	Código	Tratamientos	Nomenclatura
I	t_1	$a_1b_1c_1$	Tierno+ INIAP 450 Andino + Ecotipo local nativo

	t_2	$a_1b_1c_2$	Tierno+ INIAP 450 Andino+ Ecotipo local
	t_3	$a_1b_2c_1$	Tierno+ INIAP 451 Guaranguito + Ecotipo local nativo
	t_4	$a_1b_2c_2$	Tierno+ INIAP 451 Guaranguito + Ecotipo local
	t_5	$a_2b_1c_1$	Seco+ INIAP 450 Andino + Ecotipo local nativo
	t_6	$a_2b_1c_2$	Seco + INIAP 450 Andino + Ecotipo local
	t_7	$a_2b_2c_1$	Seco + INIAP 451 Guaranguito+ Ecotipo local
	t_8	$a_2b_2c_2$	Seco+ INIAP 451 Guaranguito + Ecotipo local

Fuente: Sisalema, W. (2021)

9.7.3 Esquema ADEVA en la obtención del chocho desamargado por fermentación

Tabla 14. *Esquema ADEVA*

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Repeticiones	1	$r - 1$
Factor A	1	$A - 1$
Factor B	1	$B - 1$
Factor C	1	$C - 1$
A x B	1	$(A - 1) (B - 1)$
A x C	1	$(A - 1) (C - 1)$
B x C	1	$(B - 1) (C - 1)$
A x B x C	1	$(A - 1) (B - 1) (C - 1)$
Error Experimental	7	Diferencia (total- grados de libertad)
Total	15	$(A \times B \times C) - 1$

Fuente: Sisalema, W. (2021)

9.7.4 Operacionalización de las variables.

Tabla 15. Operacionalización de las variables en estudio

Variable dependiente	Variable independiente	Parámetros	Indicadores
Chocho desamargado por el método de fermentación	Tiempo de cosecha <ul style="list-style-type: none"> • Tierno • Seco 	Análisis fisicoquímico al chocho desamargado por fermentación	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Alcaloides • Humedad • Cenizas
	Ecotipos de chocho: <ul style="list-style-type: none"> • Local • Local peruano. 	Análisis fisicoquímico al mejor tratamiento del chocho desamargado por fermentación	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Alcaloides • Humedad • Cenizas
	Variiedad de chocho: <ul style="list-style-type: none"> • INIAP 450 Andino • INIAP 451 Guaranguito. 	Análisis microbiológico al mejor tratamiento del chocho desamargado por fermentación	<ul style="list-style-type: none"> • Mohos y levaduras • Aerobios totales • Escherichia coli

Fuente: Sisalema, W. (2021)

10. Análisis y discusión de resultados

10.1 Análisis fisicoquímico del chocho desamargado por fermentación

10.1.1 Variable pH

Análisis de varianza para el pH de del chocho desamargado por fermentación a partir de dos tiempos de cosecha, dos variedades y dos ecotipo

Tabla 16. Análisis de varianza de la variable pH

F.V	SC	gl	CM	F calculado	F crítico	p-valor
TC	0,63	1	0,63	10,04	4.54	0,0157 *
V	0,09	1	0,09	1,51	4.54	0,2586 ns
E	0,14	1	0,14	2,22	4.54	0,1800 ns
Repeticiones	0,51	1	0,51	8,12	4.54	0,0247 *
TC x V	0,15	1	0,15	2,34	4.54	0,1700 ns
TC x E	0,09	1	0,09	1,51	4.54	0,2586ns
V x E	0,28	1	0,28	4,53	4.54	0,0708 ns
TC x V x E	0,04	1	0,04	0,69	4.54	0,4341 ns
Error	0,44	7	0,06			
Total	2,37	15				
C.V%	4,24 %					

Fuente: Sisalema, W. (2021)

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TC= Tiempo de cosecha **V=** Variedades chocho **E=** Ecotipos **C.V. (%)**: Coeficiente de variación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor que para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones no son significativos, las repeticiones no son significativas por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a con respecto a las variables de tiempo de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho, permitiendo observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto a la variable pH para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además, se nota que el coeficiente de variación, es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 4,24% van a salir diferentes y el 95,76% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable pH, por lo cual refleja la precisión con

que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento. En conclusión, se menciona que las variables tiempo de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho si influyen sobre la variable pH en la obtención del chocho desamargado presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha

Tiempo de cosecha	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
a ₁	5,71	8	0,09	A
a ₂	6,10	8	0,09	B

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 17

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor A Índices de madurez se observa dos rangos de significación, ubicándose al tiempo a₁ (Tierno) en el grupo homogéneo A, mientras que al tiempo a₂ (Seco) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada una de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con el tiempo de cosecha a₂ (seco), lo que nos permite definir que el chocho desamargado por fermentación utilizado este tipo de índice de madurez contiene un porcentaje de pH normal de 6,10 % de acuerdo con lo estipulado por (Fernández E. , 2017, pág. 35) “el pH de un chocho desamargado oscila entre 6,10- 6,94%”.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho

Variedades de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
b ₁	5,83	8	0,09	A
b ₂	5,98	8	0,09	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 18

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 18, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor B variedades de chocho se observa dos rangos de significación,

ubicándose a la variedad b_1 (INIAP 450 Andino) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad b_2 (INIAP 451 Guaranguito) se ubica en el mismo grupo homogéneo, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor factor es el b_1 (INIAP 450 Andino) para la obtención del chocho desamargado con respecto a la otra variedad que es la INIAP 451 Guaranguito, es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis Sweet*) mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en el pH.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho

Ecotipos de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
c ₁	5,81	8	0,09	A
c ₂	6,0	8	0,09	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 19

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 19, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho se observa un rango de significación, ubicándose al ecotipo c₁ (Ecotipo local nativo) en el primer grupo homogéneo A y de igual forma al ecotipo c₂ (Ecotipo local 1 peruano) se ubica en el grupo homogéneo A, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor ecotipo de chocho es el Ecotipo local nativo para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto al otro porcentaje de ecotipo es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en el pH del producto obtenido.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones

Repeticiones	Medias	Grupo Homogéneo
I	5,73	A
II	6,08	B

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 17

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa dos rangos de significación, ubicándose a la repetición I el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición II se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presenta diferencias entre cada una de ellas.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición I para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto a la otra replica esto nos permite conocer su comportamiento en el pH que contiene el producto conseguido.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores

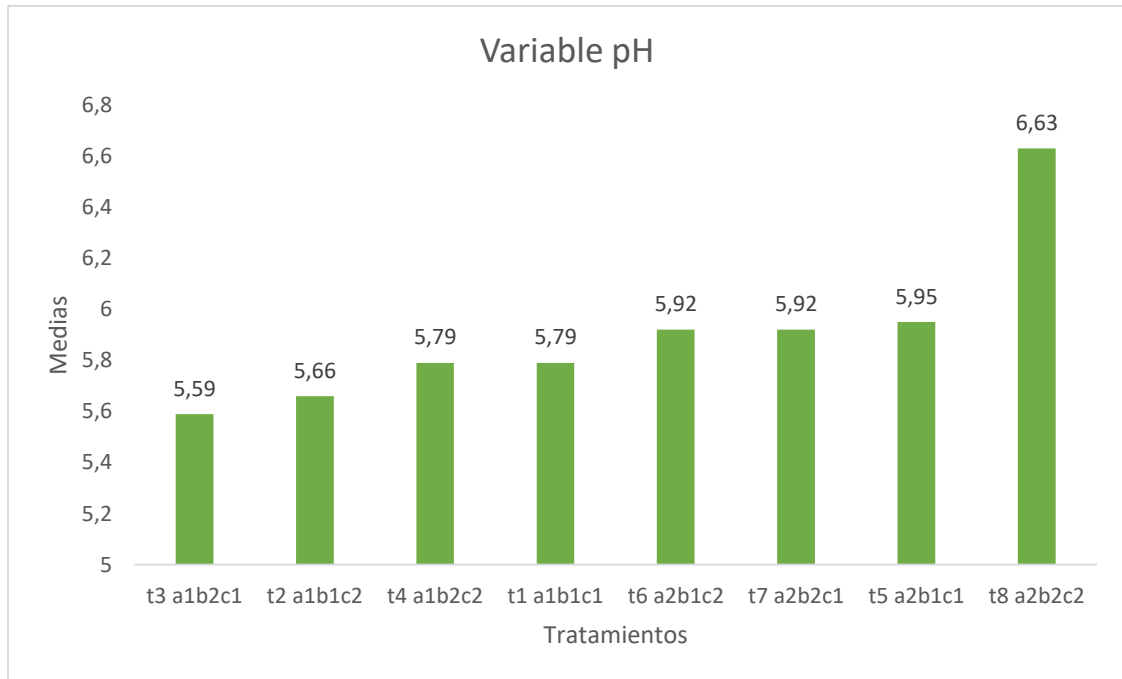
Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo
t ₃ a ₁ b ₂ c ₁	5,59	A
t ₂ a ₁ b ₁ c ₂	5,66	A B
t ₄ a ₁ b ₂ c ₂	5,79	A B
t ₁ a ₁ b ₁ c ₁	5,79	A B
t ₆ a ₂ b ₁ c ₂	5,92	A B
t ₇ a ₂ b ₂ c ₁	5,92	A B
t ₅ a ₂ b ₁ c ₁	5,95	A B
t ₈ a ₂ b ₂ c ₂	6,63	B

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 21

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 21, se observa que el mejor tratamiento para la variable pH es el t₈ (a₂b₂c₂) en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación, observándose que pertenece al grupo homogéneo B es decir existe diferencia estadística significancia con el resto de los tratamientos por lo que en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación ya que su valor de 6,63% está dentro de la referencia de acuerdo con (Fernández, Edgar, 2017) en su estudio manifiesta que los valores de pH en la condición de grano amargo son altos con un valor 7,38% por lo que indica que persiste la actividad de los factores antinutricionales. Por otro lado, se pudo observar que las variedades de chocho en condiciones de desamargado y fermentado tienen una disminución de pH de 6,50 - 6,91% lo que disminuye respecto a la condición de grano amargo y así como también observándose que el resto de tratamientos esta fuera del rango establecido según ese estudio.

Gráfico 1. Comportamiento de los promedios de la variable pH en la obtención del chocho desamargado por fermentación



En el gráfico 1 de la variable pH, nos indica que el mejor tratamiento es el t₈ (a₂b₂c₂) en la obtención del chocho desamargado por fermentación que corresponde la variedad tiempo de cosecha seco+ INIAP 451 Guaranguito + ecotipo local 1 peruano , estando en el rango homogéneo B ya que su valor de 6,63% concuerda con lo establecido por (Fernández, Edgar, 2017) en su estudio manifiesta que los valores de pH en la condición de grano amargo son altos con un valor 7,38% por lo que indica que persiste la actividad de los factores antinutricionales. Por otro lado, se pudo observar que las variedades de chocho en condiciones de desamargado y fermentado tienen una disminución de pH de 6,50 - 6,91% lo que disminuye respecto a la condición de grano amargo y así como también observándose que el resto de tratamientos esta fuera del rango establecido según ese estudio.

10.1.2 Variable Humedad

Análisis de varianza para la variable Humedad del chocho desamargado por fermentación a partir de dos tiempos de cosecha, dos variedades y dos ecotipos.

Tabla 22. *Análisis de varianza de la variable Humedad*

F.V	SC	gl	CM	F calculado	F crítico	p-valor
TC	34,11	1	34,11	3,68	4.54	0,3186 ns
V	107,23	1	107,23	1,15	4.54	0,0987 ns
E	11,53	1	11,53	3,62	4.54	0,5523 ns
Repeticiones	221,41	1	221,41	0,39	4.54	0,0291 *
TC x V	137,24	1	137,24	7,48	4.54	0,0682 ns
TC x E	199,80	1	199,80	4,64	4.54	0,0355 *
V x E	0,00	1	0,00	6,75	4.54	0,9901 ns
TC x V x E	159,01	1	159,01	0,00	4.54	0,0535 ns
Error	207,11	7	29,59			
Total	1077,44	15				
C.V%	7,45 %					

Fuente: Sisalema, W. (2021)

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TC= Tiempo de cosecha **V=** Variedades chocho **E=** Ecotipos **C.V. (%)**: Coeficiente de variación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 22, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor que para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones no son significativos, las repeticiones no son significativas por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a con respecto a las variables de tiempos de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho, permitiendo observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto a la variable Humedad para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además, se nota que el coeficiente de variación, es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 7,45% van a salir diferentes y el 92,55% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable Humedad, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las variables de tiempos de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho, si influyen sobre la variable Humedad en la obtención del chocho desamargado presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha

Tiempo de cosecha	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
a ₁	71,51	8	1,92	A
a ₂	74,43	8	1,92	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 23

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 23, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha se observa un rango de significación, ubicándose al tiempo a₁ (Tierno) en el grupo homogéneo A, mientras que al tiempo a₂ (Seco) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada una de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con el índice de madurez a₂ (seco), lo que nos permite definir que el chocho desamargado por fermentación utilizado este tiempo de cosecha contiene un porcentaje de Humedad normal de 74,43% de acuerdo con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos como una humedad de 72-75%.

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho

Variedades de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
b ₁	70,38	8	1,92	A
b ₂	75,56	8	1,92	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 24

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 24, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor B variedades de chocho se observa dos rangos de significación, ubicándose a la variedad b₁ (INIAP 450 Andino) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad b₂ (INIAP 451 Guaranguito) se ubica en el mismo grupo homogéneo, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor factor es el b_2 (INIAP 450 Guaranguito) para la obtención del chocho desamargado con respecto a la otra variedad que es la INIAP 450 Andino, es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis Sweet*) mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en la humedad.

Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho

Ecotipos de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
c ₁	72,12	8	1,92	A
c ₂	73,82	8	1,92	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 25

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 25, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho se observa un rango de significación, ubicándose al ecotipo c₁ (Ecotipo local nativo) en el primer grupo homogéneo A y de igual forma al ecotipo c₂ (Ecotipo local 1 peruano) se ubica en el grupo homogéneo A, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor ecotipo de chocho es el Ecotipo local nativo para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto al otro porcentaje de ecotipo es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en la Humedad del producto obtenido.

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones

Repeticiones	Medias	Grupo Homogéneo
I	69,25	A
II	76,69	B

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 26

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 26, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa dos rangos de significación, ubicándose a la

repetición I el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición II se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presenta diferencias entre cada una de ellas.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición I para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto a la otra replica esto nos permite conocer su comportamiento en la humedad que contiene el producto conseguido.

Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores

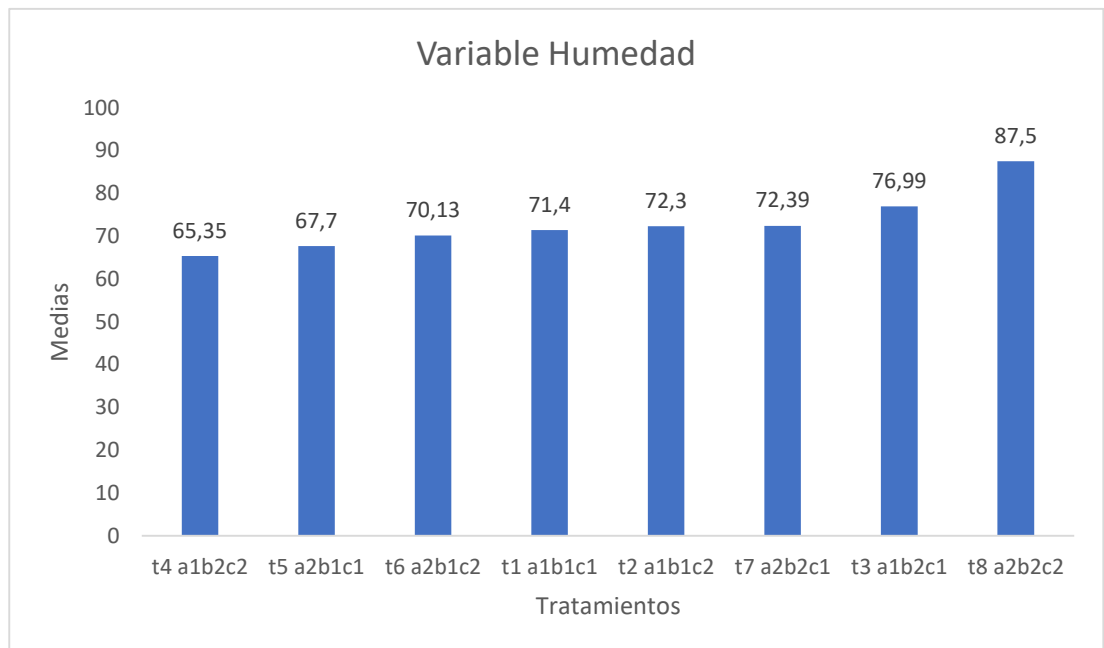
Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo
t ₄ a ₁ b ₂ c ₂	65,35	A
t ₅ a ₂ b ₁ c ₁	67,70	A B
t ₆ a ₂ b ₁ c ₂	70,13	A B
t ₁ a ₁ b ₁ c ₁	71,40	A B
t ₂ a ₁ b ₁ c ₂	72,30	A B
t ₇ a ₂ b ₂ c ₁	72,39	A B
t ₃ a ₁ b ₂ c ₁	76,99	A B
t ₈ a ₂ b ₂ c ₂	87,50	B

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 27

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 27, se observa dos mejores tratamientos para la variable Humedad es el t₂ (a₁b₁c₂) y t₇ (a₂b₂c₁) en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación, observándose que pertenece al grupo homogéneo AB es decir existe diferencia estadística significancia con el resto de los tratamientos que se encuentran fuera del rango de aceptación por lo que en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado para la variedad humedad se decidió establecer como mejor tratamiento al t₇ que se encuentra con 72,39% dentro del rango de aceptación comparado con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos como una humedad de 72-75%.

Gráfico 2. Comportamiento de los promedios de la variable Humedad en la obtención del chocho desamargado por fermentación



En el gráfico 2 de la variable Humedad, nos indica que hay dos mejores tratamientos siendo el t2 (a₁b₁c₂) que corresponde tiempo de cosecha tierno+ INIAP 450 Andino + Ecotipo Local nativo y el t₇ (a₂b₂c₁) en la obtención del chocho desamargado que corresponde la variedad tiempo de cosecha seco + INIAP 451 Guaranguito + ecotipo local nativo, estando en el rango homogéneo AB, en el cual se decidió determinar un mejor tratamiento recayendo en el tratamiento t₇ ya que su valor de 72,39% está dentro del límite permisible de acuerdo con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos como una humedad de 72-75%.

10.1.3 Variable Cenizas

Análisis de varianza para la variable cenizas del chocho desamargado por fermentación a partir de dos tiempos de cosecha, dos variedades y dos ecotipos.

Tabla 28. Análisis de varianza de la variable cenizas

F.V	SC	gl	CM	F		
				calculado	F crítico	p-valor
TC	0,17	1	0,17	2,94	4.54	0,1302 ns
V	0,09	1	0,09	1,57	4.54	0,2500ns
E	0,02	1	0,02	0,42	4.54	0,5376 ns
Repeticiones	0,01	1	0,01	0,11	4.54	0,7478ns
TC x V	1,38	1	1,38	24,14	4.54	0,0017 *
TC x E	0,56	1	0,56	9,83	4.54	0,0165 *
V x E	4,45	1	4,45	77,83	4.54	0,0001 *
TC x V x E	0,54	1	0,54	9,44	4.54	0,0180 *
Error	0,40	7	0,06			
Total	7,62	15				
C.V%	8,36 %					

Fuente: Sisalema, W. (2021)

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TC= Tiempo de cosecha **V=** Variedades chocho **E=** Ecotipos **C.V. (%)**: Coeficiente de variación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 28, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor que para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones no son significativos, las repeticiones no son significativas por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a con respecto a las variables de tiempo de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho, permitiendo observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto a la variable Humedad para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además, se nota que el coeficiente de variación, es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 8,36% van a salir diferentes y el 91,64% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable cenizas, por lo cual refleja la precisión

con que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las variables de índices de madurez, variedades de chocho, ecotipos de chocho, si influyen sobre la variable cenizas en la obtención del chocho desamargado presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha

Tiempo de cosecha	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
a ₁	2,76	8	0,08	A
a ₂	2,96	8	0,08	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 29

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 29, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha se observa un rango de significación, ubicándose al índice a₁ (Tierno) en el grupo homogéneo A, mientras que al índice a₂ (Seco) se ubica en el grupo homogéneo A, es decir presentando diferencias entre cada una de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con el índice de madurez a₁ (Tierno), lo que nos permite definir que el chocho desamargado por fermentación utilizado este tipo de índice de madurez contiene un porcentaje de Cenizas normal de 2,76% de acuerdo con lo estipulado por la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de cenizas de 1,9- 3,0%

Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho

Variedades de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
b ₁	2,79	8	0,08	A
b ₂	2,94	8	0,08	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 30

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 30, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor B variedades de chocho se observa dos rangos de significación, ubicándose a la variedad b_1 (INIAP 450 Andino) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad b_2 (INIAP 451 Guaranguito) se ubica en el mismo grupo homogéneo, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor factor es el b_1 (INIAP 450 Andino) para la obtención del chocho desamargado con respecto a la otra variedad que es la INIAP 451 Guaranguito, es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis Sweet*) mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en la variable de porcentaje de cenizas.

Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho

Ecotipos de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
c_1	2,82	8	1,92	A
c_2	2,90	8	1,92	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 31

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 31, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho se observa un rango de significación, ubicándose al ecotipo c_1 (Ecotipo local nativo) en el primer grupo homogéneo A y de igual forma al ecotipo c_2 (Ecotipo local 1 peruano) se ubica en el grupo homogéneo A, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor ecotipo de chocho es el Ecotipo local nativo para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto al otro porcentaje de ecotipo es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en la variable cenizas del producto obtenido.

Tabla 32. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones

Repeticiones	Medias	Grupo Homogéneo
II	2,84	A
I	2,88	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 32

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 32, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa dos rangos de significación, ubicándose a la repetición II el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición I se ubica en el mismo grupo homogéneo A, es decir presenta diferencias entre cada una de ellas.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición II para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto a la otra replica esto nos permite conocer su comportamiento en el porcentaje de cenizas que contiene el producto conseguido.

Tabla 33. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores

Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo
t ₁ a ₁ b ₁ c ₁	2,04	A
t ₄ a ₁ b ₂ c ₂	2,06	A B
t ₅ a ₂ b ₁ c ₁	2,40	A B
t ₆ a ₂ b ₁ c ₂	2,79	A B
t ₈ a ₂ b ₂ c ₂	2,84	A B
t ₃ a ₁ b ₂ c ₁	3,02	B C
t ₇ a ₂ b ₂ c ₁	3,83	C
t ₂ a ₁ b ₁ c ₂	3,92	C

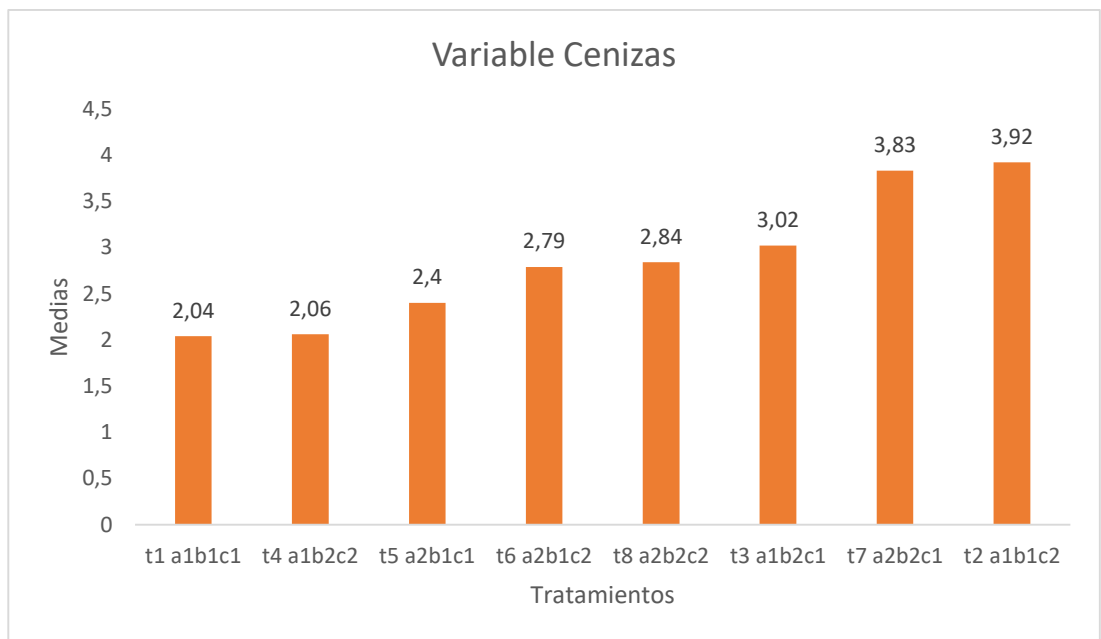
Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 33

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 33, se observa que existe 5 mejores tratamientos para la variable Cenizas es el t₁ (a₁b₁c₁), t₄ (a₁b₂c₂), t₅ (a₂b₁c₁), t₆ (a₂b₁c₂), t₈ (a₂b₂c₂) en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación, observándose que pertenece al grupo homogéneo AB es decir existe diferencia estadística significancia con el resto de los tratamientos que se encuentra fuera de rango de aceptación por lo que en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado se decidió establecer como mejor tratamiento al t₈ (a₂b₂c₂) de acuerdo a su porcentaje de cenizas de 2,84% y de

acuerdo con los mejores factores lo cual comparado con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de cenizas de 1,9- 3,0%.

Gráfico 3. Comportamiento de los promedios de la variable Cenizas en la obtención del chocho desamargado por fermentación



En el gráfico 3 de la variable Cenizas, se observa que existe 5 mejores tratamientos para la variable Cenizas es el t₁ (a₁b₁c₁), t₄ (a₁b₂c₂), t₅ (a₂b₁c₁), t₆ (a₂b₁c₂), t₈ (a₂b₂c₂) en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación, observándose que pertenece al grupo homogéneo AB es decir existe diferencia estadística significancia con el resto de los tratamientos que se encuentra fuera de rango de aceptación por lo que en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado se decidió establecer como mejor tratamiento al t₈ (a₂b₂c₂) de acuerdo a su porcentaje de cenizas de 2,84% y de acuerdo con los mejores factores lo cual comparado con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de cenizas de 1,9- 3,0%.

10.1.4 Variable Alcaloides

Análisis de varianza para la variable alcaloides del chocho desamargado por fermentación a partir de dos tiempos de cosecha, dos variedades y dos ecotipos.

Tabla 34. Análisis de varianza de la variable alcaloides

F.V	SC	gl	CM	F		
				calculado	F crítico	p-valor
TC	0,03	1	0,03	0,40	4.54	0,5487 ns
V	0,12	1	0,12	1,59	4.54	0,2480 ns
E	0,06	1	0,06	0,76	4.54	0,4127 ns
Repeticiones	0,19	1	0,19	2,66	4.54	0,1470 ns
TC x V	0,03	1	0,03	0,44	4.54	0,5261 ns
TC x E	0,05	1	0,05	0,63	4.54	0,4518 ns
V x E	0,00	1	0,00	0,06	4.54	0,8165 ns
TC x V x E	0,08	1	0,08	1,12	4.54	0,3260 ns
Error	0,51	7	0,07			
Total	1,07	15				
C.V%	2,92 %					

Fuente: Sisalema, W. (2021)

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TC= Tiempo de cosecha V= Variedades chocho E= Ecotipos C.V. (%): Coeficiente de variación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 34, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor que para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones no son significativos, las repeticiones no son significativas por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a con respecto a las variables de tiempo de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho, permitiendo observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto a la variable Alcaloides para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además, se nota que el coeficiente de variación, es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 2,92% van a salir diferentes y el 97,08% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable Humedad, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las variables de tiempos de cosecha, variedades de chocho, ecotipos de chocho, si influyen sobre la variable alcaloides en la obtención del chocho desamargado por fermentación presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 35. Prueba de Tukey al 5% para el factor A Tiempo de cosecha

Tiempos de cosecha	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
a ₁	9,20	8	0,10	A
a ₂	9,28	8	0,10	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 35

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 35, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor A tiempo de cosecha se observa un rango de significación, ubicándose al índice a₁ (Tierno) en el grupo homogéneo A, mientras que al índice a₂ (Seco) se ubica en el grupo homogéneo A, es decir presentando diferencias entre cada una de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con el tiempo de cosecha a₁ (Tierno), lo que nos permite definir que el chocho desamargado por fermentación utilizado este tipo de índice de madurez contiene con un valor alto de Alcaloides normal de 9,20 equivalente a 0,04% mientras que el porcentaje de alcaloides en un chocho desamargado de acuerdo (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de alcaloides de 0,02- 0,07%.

Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% para el factor B Variedades de Chocho

Variedades de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
b ₁	9,15	8	0,10	A
b ₂	9,32	8	0,10	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 36

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 36, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor B variedades de chocho se observa dos rangos de significación, ubicándose a la variedad b_1 (INIAP 450 Andino) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad b_2 (INIAP 451 Guaranguito) se ubica en el mismo grupo homogéneo, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor factor es el b_1 (INIAP 450 Andino) para la obtención del chocho desamargado con respecto a la otra variedad que es la INIAP 451 Guaranguito, es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis Sweet*) mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en la variable de porcentaje de alcaloides.

Tabla 37. Prueba de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho

Ecotipos de chocho	Medias	n	E.E.	Grupo Homogéneo
c_1	9,18	8	0,10	A
c_2	9,30	8	0,10	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 37

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 37, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor C Ecotipos de chocho se observa un rango de significación, ubicándose al ecotipo c_1 (Ecotipo local nativo) en el primer grupo homogéneo A y de igual forma al ecotipo c_2 (Ecotipo local 1 peruano) se ubica en el grupo homogéneo A, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que el mejor ecotipo de chocho es el Ecotipo local nativo para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto al otro porcentaje de ecotipo es decir inciden de una manera ponderante en la obtención del chocho desamargado mencionado ya que dichos ecotipos nos permiten conocer su comportamiento en los alcaloides del producto obtenido.

Tabla 38. Prueba de Tukey al 5% para las repeticiones

Repeticiones	Medias	Grupo Homogéneo
I	9,13	A
II	9,35	A

Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 38

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 38, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa dos rangos de significación, ubicándose a la repetición I el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición II se ubica en el mismo grupo homogéneo A, es decir presenta diferencias entre cada una de ellas.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición I para la obtención del chocho desamargado por fermentación con respecto a la otra replica esto nos permite conocer su comportamiento en el porcentaje de cenizas que contiene el producto conseguido.

Tabla 39. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones entre factores

Tratamientos	Medias	Grupo Homogéneo
t ₁ a ₁ b ₁ c ₁	9,10	A
t ₅ a ₂ b ₁ c ₁	9,13	A
t ₆ a ₂ b ₁ c ₂	9,18	A
t ₄ a ₁ b ₂ c ₂	9,19	A
t ₇ a ₂ b ₂ c ₁	9,21	A
t ₂ a ₁ b ₁ c ₂	9,21	A
t ₃ a ₁ b ₂ c ₁	9,29	A
t ₈ a ₂ b ₂ c ₂	9,61	A

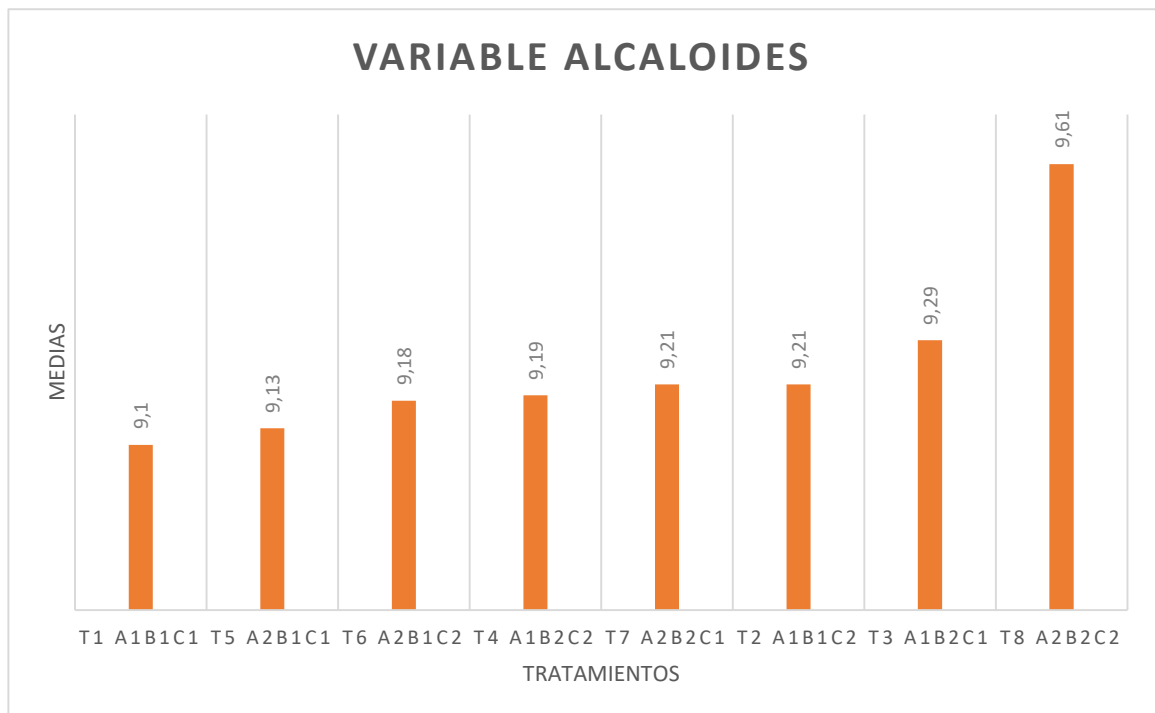
Fuente: Sisalema, W. (2021)

Análisis e interpretación tabla 39

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 39, se observa que el mejor tratamiento para la variable alcaloides es el t₇ (a₂b₂c₁) en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación, observándose que pertenece al grupo homogéneo A es decir existe diferencia estadística significancia con el resto de los tratamientos ya que los tratamientos t₁,t₅,t₆,t₂,t₃,t₈,t₄ se encuentran fuera del límite permitido, por lo que en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado su 9,21 equivalente a 0,04%

alcaloides ya que se encuentra dentro de los límites permisibles entre según (Lozada, 2012) “ Que el chocho desamargado por fermentación tiene que tener un porcentaje mínimo de alcaloides de un 0,04%” y de acuerdo con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de alcaloides de 0,02- 0,07%.

Gráfico 4. Comportamiento de los promedios de la variable Alcaloides en la obtención del chocho desamargado por fermentación



En el gráfico 4 de la variable Alcaloides, se observa que el mejor tratamiento para la variable alcaloides es el t7 (a2b2c1) en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado por fermentación, observándose que pertenece al grupo homogéneo A es decir existe diferencia estadística significancia con el resto de los tratamientos ya que los tratamientos t1,t5,t6,t2,t3,t8,t4 se encuentran fuera del límite permitido, por lo que en la obtención del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado su 9,21 equivalente a 0,04% alcaloides ya que se encuentra dentro de los límites permisibles entre según (Lozada, 2012) “ Que el chocho desamargado por fermentación tiene que tener un porcentaje mínimo de alcaloides de un 0,04%” y de acuerdo con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de alcaloides de 0,02- 0,07%.

10.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento de chocho desamargado por fermentación

Tabla 40. Análisis físicoquímicos del mejor tratamiento de chocho desamargado fermentado

Parámetros	Unidad	Resultados	Método
pH a 20°C	-	6,54	NTE INEN 1087
Humedad	%	74,0	INEN 1235
Cenizas	%	2,50	AOAC 942.05
Alcaloides	%	0,004	MÉTODO DE VON BAER,1979

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

Análisis de la tabla 40

En la tabla 40 se puede observar el análisis físicoquímico del mejor tratamiento t_7 ($a_2b_2c_1$) lo que corresponde tiempo de cosecha seco+ INIAP 451 Guaranguito+ Ecotipo local nativo, en los cuales los parámetros físicoquímicos obtenidos tales como pH 6,54%, humedad 74,0%, cenizas 2,50% y alcaloides en un 0,004%. Estos parámetros están dentro de los límites que estipula la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros físicoquímicos tales como: humedad 72,00-75,00%, cenizas 1,9-2,50%, alcaloides de 0,02- 0,07%.

Tabla 41. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de chocho desamargado por el método de fermentación

Parámetros	Unidad	Resultados	Método
Mohos y Levaduras	UFC/cm ³	4×10^2	NTE INEN 1529
Coliformes totales	NMP/g	$10-10^2$	(NTE INEN-ISO 4831:
Escherichia coli	-	Ausencia	NTE INEN 1529

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

Análisis de la tabla 41

En la tabla 41 se puede observar el análisis microbiológico del mejor tratamiento t_7 ($a_2b_2c_1$) lo que corresponde tiempo de cosecha seco+ INIAP 451 Guaranguito+ Ecotipo local nativo, en los cuales los parámetros microbiológicos obtenidos tales como: Mohos y levaduras 4×10^2 ufc/cm³, coliformes totales $10-10^2$ NMP/g y Escherichia coli obtuvo ausencia. Estos parámetros están dentro de los límites que estipula la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los requisitos microbiológicos: Recuento de coliformes totales $10-10^2$ NMP/g, recuento de mohos y levaduras $0-5 \times 10^2$ ufc/cm³ y Escherichia coli en ausencia.

10.3 Análisis de costos del mejor tratamiento del chocho desamargado por el método de fermentación

Tabla 42. Costo de Desamargado tradicional de chocho tierno.

Materia prima directa (MPD) del chocho seco				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
INIAP 450 Andino	1	kg	0,75	0,75
INIAP 451 Guaranguito	1	kg	0,75	0,75
Ecotipo local Nativo	1	kg	0,75	0,75
Ecotipo local peruano	1	kg	0,75	0,75
Agua para remojo	25	Litros	0,03	0,75
Agua para cocción	30	Litros	0,03	0,90
Agua para lavado	120	Litros	0,03	3,60
Agua para limpieza	15	Litros	0,03	0,45
Total				8,70

Mano de obra directa (MOD)				
Descripción	Personas	Horas laborables	salario hora (\$)	Costo total (\$)
Desamargado	1	4	1.50	6,00
Total				6,00

Material de Empaque directo (MED) para el almacenamiento				
Descripción	cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Baldes pequeños	8	U	0,75	6,00
Total				6,00

Costos indirectos de fabricación (CIF)				
Descripción	Cantidad	Costo	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Levadura de cerveza	0.258	u	3,00	0,70
Colador	2	u	1,00	2,00
Gas	0,33	u	4,00	1,60
Ollas	4	u	0,30	1.02
Balanza	1	60	0,45	0,45
Jarra litrero	1	u	1,00	1,00
Refrigerador	1	u	2,89	2,89
Termómetro	1	u	0,04	0,04
Platos	4	u	0.25	1,00
Glucosa	1	u	2.40	2,40
Total				12,08

Costos de productos / 4 kg de chocho	
MOD + MOI+MDE +CIF	
Desamargado por fermentación	\$ 32,78
Costo de desamargado por fermentación seco / 1 kg de chocho seco	
Desamargado por fermentación por 1 kg	\$8,01

Análisis de la tabla 42

En la tabla 42 se puede observar el análisis de costos del mejor tratamiento recaído en el t₇ (a₂b₂c₁) lo que corresponde tiempo de cosecha seco+ INIAP 451 Guaranguito+ Ecotipo local nativo, en donde se puede deducir que para desamargar un kg de chocho desamargado por fermentación es factible ya que obtiene un precio de \$8,01, de igual manera una posible introducción en el mercado sería viable.

11. Impactos (técnicos, sociales, ambientales y económicos)

11.1 Impacto Técnico

En el proyecto tuvo un impacto técnico positivo ya que se realizó un nuevo método de desamargado del chocho, mediante esto se aportaría conocimientos agroindustriales para darle un mayor valor agregado a esta materia prima y con esto se aportó una nueva técnica para los productores de esta gramínea.

11.2 Impactos sociales

El impacto social en el estudio realizado es positivo puesto que mejorará los procesos de producción del chocho desamargado, también se beneficiará directamente a los productores en los sectores rurales de esta materia prima.

11.3 Impactos ambientales

La realización de este proyecto no pretende dañar el medio ambiente, ya que es un estudio en el cual se ocupa baja cantidad de recursos tanto la materia prima como el agua, cabe mencionar que si llegaría a ser el caso de industrialización se tendría que realizar un plan de manejo ambiental del agua ocupada en el lavado del chocho el cual tendría que ser tratada para ser desechada o reutilizada.

11.4 Impacto económico

El proyecto generó un impacto económico ya que dará mayores oportunidades a los sectores rurales productores de la materia prima puesto que se incentivaría a producir chocho o fomentar la creación de una microempresa.

12. Presupuesto

Tabla 43. Presupuesto para la ejecución del proyecto

Recurso	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
HUMANOS				
Tutor	1	-	-	-
Lectores	3	-	-	-
Estudiante	1	-	-	-
Materiales				
Fundas plásticas	1	U	\$1,00	\$1,00
Olla	4	U	\$5,00	\$20,00
Tanque de gas	1	U	\$3,00	\$3,00
Bidones	2	U	\$2,50	\$5,00
Litreros	3	U	\$ 1,50	\$4,50
Placas petrifilm 3M	1	U	\$60,00	\$60,00
SUBTOTAL				\$ 93,50
Equipos				
Balanza analítica	1	Depreciación por hora	\$3,75	\$3,75
Cocina Industrial	1	Depreciación por hora	\$ 6,25	\$ 6,25
Mufla	1	Depreciación por hora	\$ 62,50	\$ 62,50
Estufa	1	Depreciación por hora	\$ 6,25	\$ 6,25
Refrigerador	1	Depreciación por hora	\$ 75,00	\$ 75,00
Cabina de flujo Laminar	1	Depreciación por hora	\$ 312,50	\$ 312,50
Deshidratador	1	Depreciación por hora	\$ 50,00	\$ 50,00
Termómetro	1	U	\$25,00	\$25,00
SUBTOTAL				\$ 541,25
Materiales bibliográficos				
Copias	340	U	\$0.02	\$ 6,80
Impresiones	230	U	\$ 0,10	\$ 23,00
Esferos	2	U	\$ 0,35	\$ 0,70
Anillados	4	U	\$1,50	\$ 6,00
Carpetas	4	U	\$0,75	\$ 3,00
Empastados	2	U	\$ 15,00	\$ 30,00
CD's de portada	3	U	\$1,75	\$5,25

SUBTOTAL				\$ 74,75
Materia prima				
Chocho	4	kg	\$3,00	\$12,00
Levadura	1	U	\$ 12,00	\$12,00
Agua	200	Litro	\$0,50	\$100,00
Sacarosa	80	g	\$0,15	\$12,00
SUBTOTAL				\$ 136,00
Análisis de laboratorio				
Análisis fisicoquímico				
pH	1	U	\$5,00	\$5,00
Humedad	1	U	\$20,00	\$20,00
Cenizas	1	U	\$12,00	\$12,00
Alcaloides	1	U	\$25,00	\$25,00
SUBTOTAL				\$ 62,00
Análisis microbiológicos				
Mohos y levaduras	1	U	\$15,00	\$15,00
Coliformes totales	1	U	\$20,00	\$20,00
Escherichia coli	1	U	\$20,00	\$20,00
SUBTOTAL				\$55,00
SUBTOTAL				\$ 962,50
15%				\$ 144,38
GASTOS VARIOS				\$200,00
TOTAL				\$ 1.306,88

Elaborado por: Sisalema W, 2020

13. Conclusiones y recomendaciones

13.1 Conclusiones

- El método de fermentación y lavado empleado para el desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) demostró que redujo el porcentaje de alcaloides que inicialmente en el grano amargo es de 3,64%, en el cual aplicado este método redujo a un 0,04% concorciendo con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de alcaloides de 0,02- 0,07%.
- Mediante los resultados de los análisis fisicoquímicos aplicados al chocho desamargado por fermentación, se demostró a través de la variable alcaloides que el mejor tratamiento fue t₇ (a₂b₂c₁) lo que corresponde tiempo de cosecha seco+ INIAP 451 Guaranguito+ Ecotipo local nativo ya que este tratamiento presentó un 0,04% alcaloides ya que se encuentra dentro de los límites permisibles según (Lozada, 2012) “ Que el chocho desamargado por fermentación tiene que tener un porcentaje mínimo de alcaloides de un 0,04%” y de acuerdo con la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos con un porcentaje de alcaloides de 0,02- 0,07%.
- De acuerdo con los resultados fisicoquímicos del mejor tratamiento tales como: pH 6,54%, humedad 74,0%, cenizas 2,50% y alcaloides en un 0,004%. Estos parámetros están dentro de los límites permisibles que estipula la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos tales como: humedad 72,00-75,00%, cenizas 1,9-2,50%, alcaloides de 0,02- 0,07%. Mientras que para los análisis microbiológicos se obtuvo que Mohos y levaduras 4×10^2 ufc/cm³, coliformes totales $10-10^2$ NMP/g y *Escherichia coli* obtuvo ausencia. Estos parámetros están dentro de los límites permisibles que estipula la (NTE INEN 2390, 2004) regula que el grano de chocho desamargado para el consumo humano debe cumplir con los requisitos microbiológicos: Recuento de coliformes totales $10-10^2$ NMP/g, recuento de mohos y levaduras $0-5 \times 10^2$ ufc/cm³ y *Escherichia coli* en ausencia.
- De acuerdo con el análisis de costos del mejor tratamiento del chocho desamargado por fermentación se pudo deducir que para desamargar un kg de chocho por fermentación es factible ya que obtiene un precio de \$13,39, de igual manera una posible introducción en el mercado sería viable.

13.2 Recomendaciones

- Promover el consumo del chocho de desamargado por fermentación ya que tiene un sabor especial debido a la concentración de levadura de cerveza que se utilizó.
- Se recomienda que en las futuras investigaciones del chocho desamargado por fermentación realizar una bebida fermentada.
- Se debe tener en cuenta el desamargado por fermentación con *Saccharomyces cerevisiae* v/v levadura se debe hacer una relación del 5 % por la cantidad del chocho.
- Se recomienda realizar un análisis sensorial y nutricional del chocho desamargado por el método de fermentación y lavado para una futura investigación.

14. Bibliografía

1. Paulet, D. P. (2016). EL USO DEL CHOCHO EN LA ALIMENTACIÓN Y TENDENCIAS DE INCORPORACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS. UNALM- Perú., 15.
2. Peñaherrera Vergara, A. E. (2011). Efecto de diferentes condiciones de h Tapia, M. B. (2019). Estudio de la comercialización del chocho desamargado (Lupinus. 20. Obtenido de estudio de la comercialización del chocho desamargado (Lupinus: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6650/1/T2877-MAE-Quelal-studio.pdf> Hidratación, hervido y lavado sobre el consumo de agua y tiempo de procesamiento del Chocho (Lupinus Mutabilis Sweet) (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2011)
3. Fernández Cheza, E. E. (2017). Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo) (Bachelor's thesis, PUCE).
4. Quispe, D. (2015). Composición nutricional de diez genotipos de lupino (L. mutabilis y L. albus) desamargados por proceso acuoso. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima
5. Alvarado Castro, F. L. (2018). Porcentaje De Proteínas Presentes En El Manjar Blanco Con Adición De Semillas De Lupinus Mutabilis Sweet “Chocho” Comparado Con El Manjar Blanco Artesanal Y Manjar Blanco Industrializado.
6. AUCANCELA LÓPEZ, J. C. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA.
7. Benavides, A. A. (2017). Elaboración de un producto alternativo de panificación a partir de subproductos semielaborados del chocho. Udla, 46.
8. Briones, I., Gabriela, L., & Yépez Murillo, G. N. (2017). Análisis Gastronómico del Ceviche de Chocho en la Ciudad de Riobamba (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química).
9. CHEZA, E. E. (2017). Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino Iniap 450, GURangito Iniap 451 y criollo). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, 3.
10. Coloma Ramírez, J. M. (2010). Evaluación in vitro de la Actividad Antifúngica de los Alcaloides del Agua de Cocción del Proceso de Desamargado del Chocho (Lupinus mutabilis Sweet) (Bachelor's thesis).
11. DHULDHOYA, N. Y. (s.f.).

12. Eduardo Peralta L, I. A. (1999). Chocho frejol arveja leguminosa de grano combustible con un gran mercado potencial en el Ecuador. INIAP, 8. Obtenido de INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/510/1/iniapsci159.pdf>
13. Escudero, C. A. (5 de 2010). Universidad Salesiana de Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4598/1/UPS-QT02092.pdf>
14. Fernández, L. V., Beltrano, J., & Caldiz, D. O. (2018). Germinación y longevidad de semillas de *Tilandsia recurvata* L. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, 65(1-2), 81-85.
15. Fernández Cheza, E. E. (2017). Determinación del contenido de antinutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo) (Bachelor's thesis, PUCE).
16. Freire, V., & Rodrigo, N. (2011). Evaluación del procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet) sobre el consumo de agua, tiempo empleado y la calidad nutricional y microbiológica (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2011).
17. INIAP. (2015). "Producción de semillas categoría certificada para el Proyecto Nacional de Semillas de Agrocadenas. 48. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wpcontent/uploads/2019/04/Proyecto%20Producci%C3%B3n%20de%20Semillas.pdf>
18. Magap. (10 de 30 de 2019). El telégrafo. Obtenido de El telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/el-deficit-de-chocho-llega-a-6-397-toneladas>
19. Mantilla, M. R. (2006). Estudio de factibilidad para la producción, industrialización y comercialización del chocho. 6.
20. Martínez Rodríguez, F. A. (2017). Propuesta de factibilidad para la creación de un emprendimiento de barras energéticas a base de chochos. Cantón Riobamba, 2016 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
21. Molina Farinango, E. E. (2014). Elaboración de sustituto de queso con chocho para la aplicación en repostería (Bachelor's thesis).
22. Nataly, A. (2016). "EVALUACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DEL ACEITE DE CHOCHO (*Lupinus*. Universidad Técnica de Cotopaxi, 27.
23. Paulet, D. P. (2016). EL USO DEL CHOCHO EN LA ALIMENTACIÓN Y TENDENCIAS DE INCORPORACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS. UNALM- Perú., 15.

24. Peñaherrera Vergara, A. E. (2011). Efecto de diferentes condiciones de hidratación, hervido y lavado sobre el consumo de agua y tiempo de procesamiento del Chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2011)
25. Peralta, M. M. (2016). Determinación de valor nutritivo y energético de Tarwi. Universidad Privada Antenor Orrego, 7.
26. Pérez Pérez, C. J. (2007). Germinación de semillas de mimosa aculeaticarpa var. biuncifera (benth) barneby (fabaceas).
27. Quispe Sanca, D. (2015). Composición nutricional de diez genotipos de lupino (*L. mutabilis* y *L. albus*) desamargados por proceso acuoso.
28. Ramirez, J. M. (2009). Evaluación in vitro de la actividad antifungisida de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de ciencia Escuela de Bioquímica y Farmacia, 6.
29. Tapia, M. B. (2019). Estudio de la comercialización del chocho desamargado (*Lupinus*. 20. Obtenido de estudio de la comercialización del chocho desamargado (*Lupinus*: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6650/1/T2877-MAE-Quelal-Estudio.pdf>)
30. Tapia, M. B. (2019). Estudio de la comercialización del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el Distrito Metropolitano de Quito. Universidad Andina Simón Bolívar, 17.
31. Tipan, M. V. (2007). “INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION MICROBIOLOGICA SOBRE LA TEXTURA DEL GRANO DE CHOCHO
32. DESAMARGADO “(*Lupinus mutabilis Sweet*)”. Universidad Tecnica de Cotopaxi Facultad de Ciencias e Ingenieria en Alimentos, 27.
33. Tipan, M. V. (2009). “INCIDENCIA DE LA CONTAMINACION MICROBIOLOGICA SOBRE LA TEXTURA DEL GRANO DE CHOCHO DESAMARGADO “(*Lupinus mutabilis Sweet*)”. Universidad Tecnica de Ambato Facultad de Ciencias e Ingenieria en Alimentos, 27.
34. DARÍO, Q. P. (2015). APLICACIONES GASTRONÓMICAS EN BASE A LA COMPLEMENTACION PROTEICA DE PAPA NATIVA, QUINUA Y CHOCHO. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, 63.
35. Matute, J. D. (15). PREPARACIÓN DE UN SUPLEMENTO PROTEICO ELABORADO A PARTIR DE CHCOHCO Y SU VALORACION BROMATOLOGICA. UNIVERSIDAD DE CUENCA, 18.

36. Entre Prebióticos. (s.f.). Obtenido de Entre Prebióticos:
<https://www.entreprobioticos.com/saccharomyces/>
37. Alho, M. A. (1998). Síntesis de Compuestos Heterocíclicos Nitrogenados, Universidad de Buenos Aires, 17.
38. Vinueza Sarmiento, M. G. (2011). Diseño de un Suplemento Nutricional a base de chocho para niños de edad escolar en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las América, 2011.).
39. Zare, N., & Paulino, V. (2015). Optimización del secado del tarwi (*lupinus mutabilis*) por combinación de microondas y aire caliente
40. GODOY, L. M. (2013). Elaboración de una mezcla alimenticia a base de Chocho y Maíz, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, 53.
41. Carlota del Rocío Loja Alulema, l. m. (2014). “evaluación de la calidad microbiológica del chocho desamargado para consumo en la ciudad de cuenca”. Universidad de Cuenca, 42Luis Mauricio Sanmartín Sagbay
42. Toaquiza, J. (2017). “EVALUACIÓN DE ÍNDICES DE COSECHA (GRANO TIERNO Y GRANO SECO) DEL CHOCHO(*Lupinus mutabilis*), EN EL SECTOR DE SALACHE BAJO,LATACUNGA,COTOPAXI,2017”. (*TESIS INGENIERA AGRÓNOMA*). Universidad Tecnica de Cotopaxi, Cotopaxi.
43. Aguirre, E. (2018). PROPIEDADES BIOCIDA DEL ALCALOIDE DEL CHOCHO EN TUNALES INFESTADOS POR LA COCHINILLA DE ESCUDO EN LA ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LLANAVILLA , VILLA MARIA DEL TRUNFO-2018. *TESIS INGENIERIA AMBIENTAL*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA.
44. Vivanco, G. (2018). EFECTO DE TRES TRATAMIENTOS DE DESAMARGADO EN GRANO DE TARWI (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN EL CONTENIDO DE GRASA. (*Tesis Agroindustrial*). UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS.
45. Aguirre, E. (2018). PROPIEDADES BIOCIDA DEL ALCALOIDE DEL CHOCHO EN TUNALES INFESTADOS POR LA COCHINILLA DE ESCUDO EN LA ASOCIACION AGROINDUSTRIAL LLANAVILLA , VILLA MARIA DEL TRUNFO-2018. *TESIS INGENIERIA AMBIENTAL*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA.

46. fmam, F. (2019). PROMOVER LA RESILIENCIA DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS PARA DISMINUIR LA VULNERABILIDAD DE FAMILIAS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES A TRAVÉS DE LA REVALORIZACIÓN DE CULTIVOS PORTEGADOS DEL GENERO LUPINO. PROGRAMA DE LEGUMINOSAS. INIAP, QUITO.

15. Anexos

Anexo 1. 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 el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: SISALEMA SANCHEZ WALTER ROLANDO**, cuyo título versa **“ESTUDIO DEL DESAMARGADO POR FERMENTACIÓN 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 al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

Mg. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050265234-0

1803027935 Firmado digitalmente por
VICTOR HUGO ROMERO GARCIA
ROMERO GARCIA
Fecha: 2021.03.12 13:02:06 -05'00'

Anexo 2. Lugar de ejecución



Fuente: Google maps

Anexo 3. 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

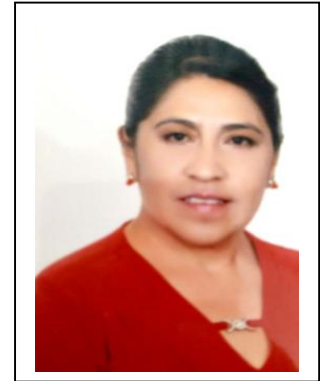
ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

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

.....
Ing. Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal

050186485- 4

Anexo 4. Hoja de vida de la cotutora**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

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: EJE

PROFESIONAL

PERIODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA UTC:

ABRIL 1998

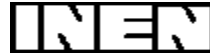
FIRMA

Anexo 5. Hoja de vida del estudiante**Datos Informativos Del Autor De Titulación****Apellidos:** Sisalema Sánchez**Nombres:** Walter Rolando**Estado Civil:** Soltero**Cedula De Ciudadanía:** 1804781308**Lugar Y Fecha De Nacimiento:** Ambato, 7 De Agosto De 1990**Dirección Domiciliaria:** Ambato San Pedro Pishilata**Teléfono Celular:** 0984160586**Correo electrónico:** Walter.Sisalema1308@Utc.Edu.Ec**Estudios realizados****Primaria:** Escuela Fiscal Mixta “Eduardo Reyes Naranjo”**Secundaria:** Colegio Agropecuario “Luis A Martinez”**Superior:** Décimo ciclo de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica De Cotopaxi**Idioma:** Español, Suficiencia De Ingles “B1”

.....

Sisalema Sánchez Walter Rolando**180478130-8**

Anexo 6. NTE INEN 2390 Chocho desamargado



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA
390:2004**

NTE INEN 2

LEGUMINOSAS. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO.REQUISITOS.

Primera Edición

PULSES. LUPIN UNBITTER GRAIN. SPECIFICATIONS.

First Edition

CDU: 633.3
ICS: 67.080



CDN: 1110
AG 05.04-415

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LEGUMINOSAS. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO. REQUISITOS.	NTE INEN 2 390:2004 2005-09
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir el grano de chocho desamargado para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>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:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>2.1.3 Grano dañado. Grano que ha sufrido deterioro, debido a la acción de microorganismos y otras causas.</p> <p>2.1.3.1 Grano dañado por microorganismos. Grano que ha sido alterado en sus características organolépticas debido a la acción de microorganismos dañinos.</p> <p>2.1.3.2 Granos desnudos y/o pelados. Comprende todo grano de chocho desprovisto total o parcialmente de su cáscara (testa o cubierta).</p> <p>2.1.4 Olores objetables. Todos aquellos olores diferentes del característico del grano de chocho desamargado.</p> <p>2.1.5 Chocho infectado. Grano con presencia parcial o total de microorganismos vivos como hongos, bacterias y levaduras.</p> <p>2.1.6 Chocho limpio. Aquel que no contiene impurezas.</p> <p>2.1.7 Grado muestra. Es el grano de chocho que no cumple con los requisitos de calidad establecidos en esta norma.</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACIÓN</p> <p>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:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, granos, granos y cereales, chocho, requisitos.</p>		

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	METODO 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	18×10^7 – 1×10^7	NTE INEN 1 529-5
Recuento coliformes totales	NMP/g	10^7 - 10^7	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
Chucho dañado (clima), máx.	%	0,2
Chucho 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 Óxido 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 H_2SO_4 0,01N equivale a 2,48 mg de lupanina.

$$\% \text{ alcaloides} = \frac{V \text{ } H_2SO_4 \text{ gastado} \times N \text{ } H_2SO_4 \times 24,8 \times \text{factor de corrección}}{\text{Masa de la muestra}} \quad (\text{Ec. 2})$$

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 empaquetado 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 |

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 233:1995	Granos y cereales. Muestreo.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 235:1987	Granos y cereales. Determinación del contenido de humedad.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 515:1987	Granos y cereales. Cribas metálicas o zarandas y tamices. Tamaño nominal de la abertura.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5:1990	Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7:1990	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-8:1998	Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10:1998	Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 389:2004	Leguminosas. Grano amargo de chocho. Requisitos.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 559:2004. Granos y cereales. Cebada. Requisitos. (1 Rev.) Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. Quito, 2004.

Caicedo, C., Peralta, E., Villacrés, E., Rivera, M. Poscosecha y Mercadeo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, 2 001.

Caicedo, C., Peralta, E. Zonificación Potencial, Sistemas de Producción y Procesamiento Artesanal del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, 2 000.

Organización Mundial de la Salud FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Programa Conjunto Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Codex Alimentarius. Vol. 5B. Roma, 1 994.

The Association of official analytical chemists – AOAC. *Official Methods of Analysis*. Edited by Kenneth Helrich. Virginia, 1990.

Gross, R. *El cultivo y la utilización del tarwi - Lupinus mutabilis* Sweet. Estudio FAO: Producción y protección vegetal. Editorial GTZ. Roma, 1 982.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 560:1987. Granos y cereales. Lenteja en Grano. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. Quito, 1987.

Von Baer, Dietrich Reimerdes, E. y Feldheim W. Método titrimétrico. Z. Lebensm. Unters Forsch 169. Pág. 27 -31. Alemania, 1979.

Anexo 7. Informe de resultados de variables en estudio



Universidad Técnica de Cotopaxi
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera en Agroindustrias
Laboratorio de Análisis de Alimentos-UTC CAREN

Elaborado por: Sisalema Sanchez Walter Rolando

Dirección: Salache, Eloy Alfaro, Latacunga

Muestra de: Chocho desamargado por fermentación

Lote: 1

Fecha de elaboración: 06/01/2021

Fecha de análisis: 12/01/2021

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Color: Característico

Olor: Característico

Sabor: Característico

Estado: Sólido

Contenido: 1000 gramos

INFORME DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

Número	Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Valor Referencia pH según (Fernández, Edgar, 2017)
1	a1b1c1	5,48	6,1	6,10-6,91%
2	a1b1c2	5,62	5,7	6,10-6,91%
3	a1b2c1	5,64	5,54	6,10-6,91%
4	a1b2c2	5,49	6,08	6,10-6,91%
5	a2b1c1	5,8	6,09	6,10-6,91%
6	a2b1c2	5,92	5,91	6,10-6,91%
7	a2b2c1	5,69	6,15	6,10-6,91%
8	a2b2c2	6,17	7,09	6,10-6,91%

Número	Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Valor Referencia Humedad según NTE INEN 2390 Chocho desamargado
1	a1b1c1	72,00	70,80	72 - 75%
2	a1b1c2	73,60	71,00	72 - 75%
3	a1b2c1	73,00	80,98	72 - 75%
4	a1b2c2	60,40	70,30	72 - 75%
5	a2b1c1	65,00	70,40	72 - 75%
6	a2b1c2	60,00	80,25	72 - 75%
7	a2b2c1	70,00	74,79	72 - 75%
8	a2b2c2	80,00	95,00	72 - 75%

Número	Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Valor Referencia Cenizas según NTE INEN 2390 Chocho desamargado
1	a1b1c1	1,99	2,09	1,9 – 3,0%
2	a1b1c2	4,03	3,8	1,9 – 3,0%
3	a1b2c1	2,95	3,1	1,9 – 3,0%

4	a1b2c2	2,06	2,05	1,9 – 3,0%
5	a2b1c1	2,1	2,7	1,9 – 3,0%
6	a2b1c2	3,03	2,55	1,9 – 3,0%
7	a2b2c1	3,87	3,78	1,9 – 3,0%
8	a2b2c2	3,02	2,66	1,9 – 3,0%

Número	Tratamientos	Réplica I	Réplica II	Valor Referencia Alcaloides según NTE INEN 2390 Chocho desamargado
1	a1b1c1	9,10	9,09	0,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
2	a1b1c2	9,18	9,25	0,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
3	a1b2c1	9,12	9,45	,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
4	a1b2c2	9,20	9,17	,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
5	a2b1c1	9,10	9,15	,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
6	a2b1c2	9,15	9,20	,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
7	a2b2c1	9,12	9,30	,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado
8	a2b2c2	9,05	10,17	,02- 0,07% o su equivalente 9,20 =0,04% chocho desamargado fermentado

Elaborado por: Sisalema W, 2020

Anexo 8. Informe de las características fisicoquímicas y microbiológicas del mejor tratamiento



Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera en Agroindustrias

Laboratorio de Análisis de Alimentos-UTC CAREN

Elaborado por: Sisalema Sanchez Walter Rolando

Dirección: Salache, Eloy Alfaro, Latacunga

Muestra de: Chocho desamargado por fermentación (Mejor tratamiento)

Lote: 1

Fecha de elaboración: 08/02/2021

Fecha de análisis: 10/02/2021

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Color: Característico

Olor: Característico

Sabor: Característico

Estado: Sólido

Contenido: 300 gramos

**INFORME DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL MEJOR
TRATAMIENTO**

Parámetros	Unidad	Resultados	Método
pH a 20°C	-	6,54	NTE INEN 1087
Humedad	%	74,0	INEN 1235
Cenizas	%	2,50	AOAC 942.05
Alcaloides	%	0,004	MÉTODO DE VON BAER,1979

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

**INFORME DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL MEJOR
TRATAMIENTO**

Parámetros	Unidad	Resultados	Método
Mohos y Levaduras	UFC/cm ³	4 x 10 ²	NTE INEN 1529
Coliformes totales	NMP/g	10-10 ²	(NTE INEN-ISO 4831:
Escherichia coli	-	Ausencia	NTE INEN 1529

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

Anexo 9. Análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento**Humedad****Imagen 2. Determinación de la humedad del mejor tratamiento**

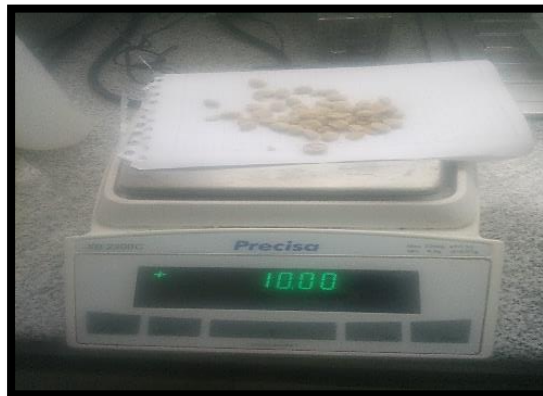
Elaborado por: Sisalema W, 2020

Cenizas**Imagen 3. Determinación del porcentaje de cenizas del mejor tratamiento**

Elaborado por: Sisalema W, 2020

pH

Imagen 4. *Determinación del pH del mejor tratamiento*



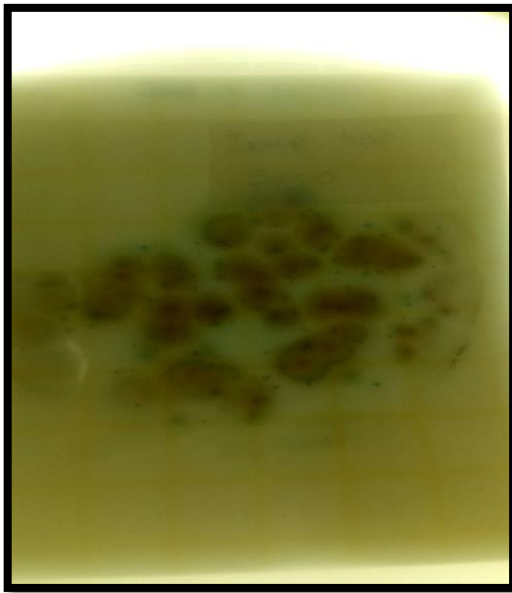
Elaborado por: Sisalema W, 2020

Alcaloides

Imagen 5. Determinación del porcentaje de alcaloides del mejor tratamiento



Elaborado por: Sisalema W, 2020

Coliformes**Imagen 6.** *Análisis microbiológicos del mejor tratamiento*

Elaborado por: Sisalema W, 2020