



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>) EN LA ÚLTIMA ETAPA DE DESAMARGADO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) PARA LA CONSERVACIÓN DEL PRODUCTO FINAL.”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

**Autor:**

Pruna Veintimilla Welinton Carlos

**Tutora:**

Tapia Borja Alexandra Isabel

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Febrero 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Pruna Veintimilla Welinton Carlos, con cédula de ciudadanía No. 055006454-7, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación de la concentración de ozono (O3) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.”, siendo la Ingeniera Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg. Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Welinton Carlos Pruna Veintimilla  
Estudiante  
CC: 0550064547

Ing. Alexandra Tapia Borja, Mg.  
Docente Tutor  
CC: 0502661754

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

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **WELINTON CARLOS PRUNA VEINTIMILLA**, identificado con cédula de ciudadanía **0550064547** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Dr. Cristian Tinajero, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de la concentración de ozono (O3) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Marzo 2019 – Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2022 – Marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ingeniera Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

Tema: “Evaluación de la concentración de ozono (O3) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.”

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

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

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

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

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

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

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

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

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en 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 resulten aplicables.

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 10 días del mes de febrero del 2023.

Welinton Carlos Pruna Veintimilla

**EL CEDENTE**

Dr. Cristian Tinajero

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

“Evaluación de la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.”, de Pruna Veintimilla Welinton Carlos, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja, Mg.

**DOCENTE TUTORA**

CC: 0502661754

## **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, el postulante: Pruna Veintimilla Welinton Carlos, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación de la concentración de ozono (O3) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.”, han 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, 10 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidenta)

Ing. Karina Marín Quevedo, Mg.

CC: 0502672934

Lector 2

Ing. Clever Castillo de la Guerra, Mg.

CC: 0501715494

Lector 3

Ing. Giovana Parra Gallardo, Mg.

CC: 1802267037

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida, sabiduría, fuerza y valor para poder culminar una etapa más, también agradecer a mis padres por ser ese pilar fundamental para seguir adelante estando pendientes en cada paso que doy siempre ayudándome a tomar la mejor decisión en todas las circunstancias presentadas, a toda mi familia por estar siempre alentándome y dándome ganas de seguir adelante, a Juanita Cadena y Luis Sacatoro por el apoyo incondicional que siempre me brindaron para poder lograr lo que algún día comencé.

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y todos sus docentes que, con paciencia, empeño y mucha sabiduría impartieron de sus conocimientos en mi para formarme como una mejor persona y un gran profesional.

A mi tutora Ing. Alexandra Tapia por haberme guiado en todo el desarrollo de este trabajo investigativo.

Agradecer también a Melissa Cervantes por ese apoyo, por estar siempre pendiente de mi en cada momento ayudándome a sobre salir de cada momento difícil.

Gracias a la vida por permitirme estar aquí, de aprender y compartir miles de momentos, haciendo cada uno de estos, los mejores.

Welinton Carlos Pruna Veintimilla



## **DEDICATORIA**

Dedico a mi hijo Joseph Leandro Pruna y a mis abuelitos en especial Aurelio Pruna que ya no se encuentra entre nosotros, pero siempre vivirán en mi corazón dándome la fuerza y valentía para cumplir todas mis metas trazadas.

Welinton Carlos Pruna Veintimilla

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O<sub>3</sub>) EN LA ÚLTIMA ETAPA DE DESAMARGADO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) PARA LA CONSERVACIÓN DEL PRODUCTO FINAL”.**

**AUTOR:** Pruna Veintimilla Welinton Carlos

### RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final con material genético de *Lupinus mutabilis* (mezcla de var. INIAP Andino 450 y Nativo) y el uso de agua ozonificada (O<sub>3</sub>) en tres concentraciones (0.26ppm, 0.35ppm, y 0.42ppm). La aplicación de ozono disuelto en agua para la desinfección de productos alimenticios altamente perecibles, como lo es en la mezcla de variedades de chocho INIAP 450 Andino y Nativo, dando como mejor tratamiento (T1), con concentración de ozono en agua de 0,26 ppm, mediante la observación en laboratorio para los análisis sensoriales, garantiza la inhibición del crecimiento microbiano que permitió alargar su tiempo de vida útil a 21 días, demostrando que se ajusta a lo estipulado en la normativa NTE INEN 2390:2004 - Leguminosas. Grano desamargado de chocho, mientras que comparado con otras concentraciones de ozono más alta que se aplicó se registró daños al grano. En cuanto a los indicadores evaluados de análisis físico-químicos y microbiológicos en día 21 fueron en humedad 72.85%, Coliformes Totales  $1.4 \times 10^6$  UFC/g, Aerobios Mesófilos <10UFC/g, *Escherichia coli* <10UFC/g, Mohos <10UFC/g & Levaduras  $7.8 \times 10^2$  UFC/g, 0 % presencia de plagas y enfermedades. Se determinó que el uso de agua ozonificada facilita el desamargado y alarga la vida útil del producto en percha.

**Palabras clave:** Desamargado, chocho, (*Lupinus mutabilis Sweet*), ozono, concentración.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TOPIC: OZONE CONCENTRATION (O<sub>3</sub>) ASSESSMENT IN THE LAST STAGE OF LUPINE DEBITTERING (*Lupinus mutabilis* Sweet) FOR THE FINAL PRODUCT PRESERVATION**

**AUTHOR:** Pruna Veintimilla Welinton Carlos

**ABSTRACT**

The current research, it was assessed the ozone (O<sub>3</sub>) concentration in the last stage of lupine debittering (*Lupinus mutabilis* Sweet) for the final product conservation with genetic material from *Lupinus mutabilis* (mixture of Var. INIAP Andino 450 and Native) and the use of ozonated water (O<sub>3</sub>) into three concentrations (0.26ppm, 0.35ppm, and 0.42ppm). The application of ozone dissolved in water for the disinfection of highly perishable food products, as it is in the mixture of varieties of chocho INIAP 450 Andino and Nativo, giving the best treatment (T1), with ozone concentration in water of 0.26 ppm, through laboratory observation for sensory analysis, ensures the inhibition of microbial growth that allowed extending its shelf life to 21 days, demonstrating that it conforms to the stipulations of NTE INEN 2390:2004 - Legumes. The unstarched chocho bean, while compared with other higher ozone concentrations applied, damage to the bean was recorded. Regarding the indicators assessed from physical-chemical and microbiological analysis, on the day 21, humidity was 72.85%, Total Coliforms  $1.4 \times 10^6$  CFU/g, Mesophilic Aerobes <10CFU/g, *Escherichia coli* <10CFU/g, Molds <10CFU/g Yeasts  $7.8 \times 10^2$ CFU/g, 0% pests and diseases presence. It was determined, what the use of ozonated water facilitates debittering and lengthens the product useful life on the hanger.

**Keywords:** Debittering, lupine, (*Lupinus mutabilis* Sweet), ozone, concentration.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL 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.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: .....	4
5. OBJETIVOS:.....	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. Antecedentes.....	6
7.2. Fundamentación filosófica .....	7
7.3. Fundamentación legal.....	7
7.4. Fundamentación teórica.....	8

7.4.1. El chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) .....	8
7.4.2. El ozono.....	15
7.5. MARCO CONCEPTUAL.....	19
8. HIPÓTESIS .....	20
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	20
9.1. Tipos de investigación.....	20
9.1.1. Investigación experimental.....	20
9.1.2. Investigación Descriptiva .....	20
9.1.3. Investigación bibliográfica .....	20
9.2. Métodos de investigación .....	21
9.2.1. Método deductivo.....	21
9.2.2. Método inductivo.....	21
9.3. Instrumentos de investigación .....	21
9.3.1. Cuaderno de campo .....	21
9.3.2. Tablas .....	21
9.4. Técnica de observación .....	21
9.5. Materiales .....	21
9.6. Equipos, materiales de laboratorio y reactivos.....	22
9.7. Ubicación del área de investigación en campo.....	22
9.7.1. Ubicación del área experimental .....	23
9.8. Descripción del proceso de ozonificación del chocho.....	23
9.8.1 Recepción de materia prima .....	23
9.8.2. Selección.....	24
9.8.3. Pesado.....	24
9.8.4. Concentraciones requeridas de ozono .....	24
9.8.5. Empaque .....	26
9.8.6. Almacenamiento.....	27

9.9. Análisis de las características sensoriales por observación .....	27
9.10. Análisis microbiológicos por recuento .....	27
9.11. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA APLICACIÓN DE OZONO .....	28
9.12. Diseño experimental .....	28
9.12.1. Características sensoriales en estudio .....	28
9.12.2. Tratamientos en estudio .....	30
9.13. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	30
9.13.1. Variable independiente. ....	30
9.13.2. Variable dependiente. ....	30
10. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	31
10.1. Análisis de resultados .....	31
10.2. Análisis de las características sensoriales .....	31
10.3. Respuestas experimentales del Color .....	32
10.4. Respuestas experimentales del Sabor. ....	33
10.5. Respuestas experimentales del Olor. ....	34
10.6. Respuestas experimentales del Aspecto .....	35
10.7. Análisis de resultado físico-químico .....	36
10.8. Análisis de las características microbiológicas .....	36
11. COSTO DE LA APLICACIÓN DE OZONO .....	38
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	40
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
13.1. Conclusiones.....	43
13.2. Recomendaciones .....	43
14. BIBLIOGRAFIA .....	44
15. ANEXOS .....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en relación a los objetivos planteados .....	5
Tabla 2. Contenido nutricional del grano de chocho.....	9
Tabla 3. Materia prima, tiempos y concentraciones para la ozonificación de cada tratamiento.....	21
Tabla 4. Resultados de análisis físico-químico y microbiológicos del agua de río sin tratamiento .....	25
Tabla 5. Resultados de análisis físico-químico del agua tratada.....	26
Tabla 6. Atributos arbitrarios de características sensoriales en estudio .....	29
Tabla 7. Tratamientos en estudio.....	30
Tabla 8. Respuestas experimentales del Color .....	32
Tabla 9. Respuestas experimentales del Sabor .....	33
Tabla 10. Respuestas experimentales del Olor .....	33
Tabla 11. Respuestas experimentales del Aspecto .....	35
Tabla 12. Análisis físico-químico del chocho ozonificado con concentración de 0,26 ppm del tratamiento T1 .....	36
Tabla 13. Análisis microbiológicos del chocho ozonificado con concentración de 0,26 ppm del tratamiento T1 .....	37
Tabla 14. Resultados de costos de la aplicación de ozono .....	38
Tabla 15. Presupuesto del proyecto.....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Diagrama de flujo para la aplicación de ozono .....	28
---	----



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.-</b> Tabla de Munsell .....	49
<b>Anexo 2.-</b> Normativa NTE INEN 2390 Leguminosas: Chocho desamargado .....	50
<b>Anexo 3.-</b> Análisis físico-químicos del chocho. ....	58
<b>Anexo 4.-</b> Análisis microbiológicos del chocho. ....	59
<b>Anexo 5.-</b> Fotos del proceso de ozonificación en agua al chocho .....	60
<b>Anexo 6.-</b> Aval de traducción.....	61

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

Evaluación de la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.

**Fecha de inicio:** octubre 2022

**Fecha de finalización:** marzo 2023

**Lugar de ejecución:**

**Sector:** Chasualó

**Parroquia:** Chugchilan

**Cantón:** Sigchos

**Provincia:** Cotopaxi -zona 3

**Institución:** COOPRANACH

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:**

Fortalecimiento de capacidades productivas en la zona centro del Ecuador

**Equipo de Trabajo:**

**Responsable de Proyecto** Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

**Tutora:** Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja

**Lector 1:** Ing. Marín Quevedo Karina Paola Mg.

**Lector 2:** Ing. Castillo de la Guerra Clever Gilberto Mg.

**Lector 3:** Ing. Parra Gallardo Giovanna Paulina Mg.

**Coordinador del Proyecto:**

**Nombre:** Pruna Veintimilla Welinton Carlos

**Teléfono:** 0979138458

**Correo electrónico:** welinton.pruna4547@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - Producción Agropecuaria

**Línea de investigación:**

Desarrollo y seguridad alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local

**Línea de vinculación de la carrera:**

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

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El tema de investigación es de gran importancia e interés ya que ayuda a solucionar la falta de conocimiento acerca del uso de ozono (O<sub>3</sub>) en la conservación del chocho e incrementara la vida útil del chocho. La inocuidad en el proceso de los alimentos contribuye a la seguridad

alimentaria, la salud de la población, la prosperidad económica y el desarrollo sostenible (OMS, 2019). Por otra parte, la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) expresan: que una dieta saludable comienza con alimentos inocuos, sin embargo, es un proceso complejo en el cual hay que tener en cuenta todas las etapas de la cadena alimentaria desde producción, recolección y almacenamiento hasta la industrialización y el consumo. (FAO, 2019)

En la industria alimentaria todos los equipos, superficies y ambientes de trabajo deben ser desinfectados, así como la materia prima debe ser seleccionada, tratada y almacenada libre de contaminantes, todo esto para asegurar que se alcanzan condiciones higiénicas suficientes que garanticen la inocuidad de los alimentos, eviten infecciones alimentarias y consigan una mayor vida comercial del producto (Perez, E., Barrera, C., & Castelló, L., 2017)

En este proyecto se hará uso de un método de aplicación de ozono en agua en la última etapa de desamargado del chocho el cual permitirá mayor durabilidad para el consumo del chocho, debido a que la contaminación microbiológica es la causante de la pérdida de calidad nutricional de este alimento en nuestro medio, haciéndolo no apto para el consumo humano.

Este proyecto de investigación beneficiara a los socios de la planta de procesamiento de chocho, Fundación “MAQUITA CUSHUNCHIC” y Universidad Técnica de Cotopaxi, alargando la vida útil de este alimento.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **Beneficiarios Directos.**

El presente proyecto beneficiara a los socios de la planta procesadora de chocho “Chugchilán”, en convenio de Cooperación Interinstitucional entre Fundación Maquita dando una opción de método bactericida del chocho en el último proceso de desamargado garantizando mayor tiempo de consumo del producto final.

#### **Beneficiarios Indirectos.**

En este presente proyecto de investigación los beneficiarios indirectos son los consumidores de este alimento y a la Universidad Técnica de Cotopaxi por la información obtenida para la durabilidad del chocho con ozono.

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

Las enfermedades alimentarias causadas por contaminantes de origen microbiológico son un problema porque no hay un correcto manejo de desinfección y conservación utilizadas en la industria alimentaria. El uso del ozono ha ganado espacio en muchas áreas y se ha posesionado en la industria alimentaria por sus bondades, es por ello que, en este trabajo se evaluó la concentración de ozono en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final, buscando mejores alternativas de industrialización y consumo, siendo considerado como un alimento de alto contenido nutricional.

Del mismo modo la conservación de alimentos está relacionada con la aplicación el método de desinfección con ozono encargado de prolongar la vida útil, protegiéndolos de microorganismos patógenos responsables de su deterioro, para permitir su consumo a futuro. (Aguilar, 2012)

El ozono cumple un papel importante en la Industria Alimentaria, en todos los procesos y tratamientos, desde la recolección de materia prima, hasta el producto terminado garantizando la salud del consumidor. Por ello en la presente investigación dentro del proyecto de Maquita se estableció utilizar ozono en agua en el último proceso de desamargado, como un efecto bactericida para ampliar la vida útil del chocho, dirigido al consumidor.

#### **5. OBJETIVOS:**

##### **5.1. General**

- Evaluar la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) en la última etapa de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la conservación del producto final.

##### **5.2. Específicos**

- Determinar la concentración de ozono para su desinfección en la última etapa de desamargado del chocho para alargar el tiempo de vida útil en percha.
- Establecer el costo de aplicación de ozono en agua para la última etapa del desamargado del chocho antes del empaque.

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

**Tabla 1.** Actividades en relación a los objetivos planteados

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>
Determinar la concentración de ozono para su desinfección en la última etapa de desamargado del chocho para alargar el tiempo de vida útil en percha.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de fuentes bibliográficas.</li> <li>- Ensayos para determinar la cantidad de ozono para cada tratamiento.</li> <li>- Realizar análisis microbiológicos y análisis sensorial del mejor tratamiento con agua ozonificada en el chocho.</li> <li>- Análisis físico-químico y microbiológicos del agua sin y con tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se estableció la cantidad de ozono para cada tratamiento.</li> <li>- Base de datos obtenidos de laboratorio de los parámetros de: humedad, Escherichia coli, coliformes totales, recuento de aerobios totales, mohos y levaduras del chocho y del agua dureza total, solidos totales disueltos y recuento de e. coli (coliformes fecales).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados de la mejor aplicación de ozono.</li> <li>- Fotografías</li> <li>- (Tabla N.º 13) Resultados microbiológicos del chocho)</li> <li>- (Tabla N.º 8, 9, 10 y 11) Resultados de análisis sensorial del chocho)</li> <li>- (Tabla N.º 4 y 5) Resultados de análisis físico-químico y microbiológicos del agua sin y con tratamiento)</li> </ul>
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VERIFICACIÓN</b>
Establecer el costo de aplicación de ozono en agua para la última etapa del	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo del costo de la aplicación de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabla de datos tabulados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de datos del mejor costo de aplicación del ozono.</li> </ul>

desamargado del chocho antes del empaque.	ozono en el chocho.		
---	---------------------	--	--

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Antecedentes

Según (Vargas, 2019) como resultados de la investigación en “ **Influencia de la aplicación de ozono (O3) en tres concentraciones en tres variedades de chocho (*Lupinus mutabilis*) desamargado disuelto en agua.** ” Se concluye que con la concentración de ozono de 1,10 ppm en la aplicación al mejor tratamiento (a2b3), garantiza la inhibición total del crecimiento microbiano comparado con otras concentraciones de ozono más bajas en las cuales se registró crecimiento. Se determinó que el uso de ozono en diferentes concentraciones y tiempos de aplicación incide efectivamente en la reducción del número de Unidades Formadoras de Colonias, demostrando que se ajusta a lo estipulado en la normativa NTE INEN 2390:2004 - Leguminosas. Grano desamargado de chocho. La aplicación de ozono disuelto en agua para la desinfección de productos alimenticios altamente perecibles, como lo es el chocho variedad Nativo, permitió alargar su tiempo de vida útil a 28 días, sin alteración de sus propiedades físicas, químicas, nutricionales y sensoriales, ajustándose a lo estipulado en la normativa NTE INEN 2390:2004. Se pudo determinar que la relación costo – beneficio dentro de los tratamientos aplicados con ozono disuelto favorece su aplicación a nivel industrial, como una alternativa para no alterar las propiedades nutricionales del chocho.

Según el estudio realizado **El efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus var. benth*) afirma** (Horvitz, 2018), las características físico-químicas de las moras control y tratadas con ozono gaseoso cambiaron durante el almacenamiento presentandodiferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. La pérdida de peso alcanzó el 6 % al día 7; en la firmeza hubo una disminución general en todas las muestras, siendo más significativo desdeel día 7 con una concentración de 0,7 ppm de ozono en aire. En el color hubo diferencia en el índice de luminosidad y el ángulo fue, apreciado durante todos los días de tratamiento. En la valoración de pH se encontraron diferencias significativas especialmente en la concentración de 0,7 ppm. En los sólidos solubles totales se encontraron significancias para las concentraciones de0,7 pm que aparecieron a partir del día 4. Finalmente, en el análisis de

acidez triturable se registraron diferencias significativas en las concentraciones 0,4 ppm (2,78 %) y 0,5 ppm (2,39 %).

En la calidad sensorial de las moras a partir del día 4 se observaron variaciones; encontrándose mayor significancia en la muestra control y en la concentración de 0,7 ppm de ozono en aire en cuanto a la calidad visual, color, aroma, firmeza e impresión global.

La vida útil de las moras de los diferentes tratamientos en función de los parámetros sensoriales de la fruta, fue de 4 a 7 días a temperatura de refrigeración ( $6 \pm 1$  °C) con una concentración de 0,4 ppm de ozono en aire, lo que superó la forma comercial de 3 a 5 días, presumiendo que el ozono permitió inhibir el crecimiento fúngico al reducir la tasa respiratoria y evitando la proliferación de microorganismo, conservando así la calidad de la fruta. Se puede concluir que el ozono es una alternativa efectiva para la conservación de las frutas por su capacidad de mantener la calidad postcosecha de la mora de Castilla.

## **7.2. Fundamentación filosófica**

La presente investigación se sitúa en el paradigma del criterio filosófico fundamental que lo rige, está básicamente encaminado a la búsqueda del efecto del ozono sobre la calidad poscosecha de chocho que permita alargar la vida útil de la misma y que preserve las características nutricionales del producto; hecho que permitirá a la empresa “COOPGRANACH” diversificar sus mercados y nichos de clientes, incrementando sus ventas y a la vez logrando un crecimiento en el ámbito competitivo.

## **7.3. Fundamentación legal**

La presente investigación se fundamenta en leyes ecuatorianas, a través de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA., 2016) que establecen los parámetros de calidad para frutas frescas, mediante diversas normas técnicas de calidad:

NTE INEN 2390: Leguminosas. Grano desamargado de chocho



## **7.4. Fundamentación teórica**

### **7.4.1. El chocho (*Lupinus mutabilis*).**

#### **7.4.1.1. Origen del chocho o Tarwi**

El chocho o Tarwi es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú, de importancia estratégica en la alimentación por su alto contenido de proteína (40%) y por sus características agronómicas, capacidad de fijación de nitrógeno y adaptación a medios ecológicos más secos, ubicados 2800 y 3600 metros sobre el nivel de mar. (Villacreses, 2011)

#### **7.4.1.2. Taxonomía**

El chocho, tarwi o lupino según la clasificación taxonómica pertenece al orden de las Fabales, del suborden Leguminosae, de la familia de las fabáceas del género *Lupinus* y de la especie *Lupinus mutabilis*. (Tapia, 2015)

La morfología del *Lupinus mutabilis* puede variar dependiendo del subtipo a analizar, sin embargo, de forma general podemos mencionar que la planta consta de una raíz de un grosor considerable y pivotante, un tallo único cilíndrico y ligeramente aplanado con variaciones en su ramificación que dependiendo de la especie sembrada tendrá más o menos ramas, las hojas de esta planta tienen forma oblonga y pueden en sus extremos ser elípticas o ensanchadas, la flor tiene una forma papiloneada y sus pétalos pueden ser de color blanco, crema, azul y púrpura, por último su fruto está cubierto por una vaina, dentro del cual las semillas por lo general presentan forma redondeada y su color suele ser blanquecino pero varía dependiendo de la planta, a tonalidades más oscuras o con manchas por su superficie (Tapia, 2015)

El lupino es una planta con una amplia variabilidad genética, puesto que al ser autógama y alógama, presenta distintos polimorfismos y adaptaciones al medio en el que se cultiva (Chirinos, 2015), por ejemplo se ha visto que su cultivo puede darse a partir de los 1500 a 3800 metros sobre el nivel del mar, de igual manera los nutrientes que aportará podrán variar según la zona cultivada, el tipo de especie sembrada, y también posee una gran capacidad de fijación de nitrógeno (100kg/ha) lo que contribuiría a la fertilidad del suelo. (Suca, 2015)

### 7.4.1.3. Cultivo en el Ecuador

En el Ecuador se estima que existe alrededor de 52,888 hectáreas de terreno potencialmente apto y 433,323 hectáreas de terreno medianamente apto para cultivo de chocho, superficie que garantizaría una producción sostenible del producto a nivel nacional, siendo Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Imbabura, Pichincha y Bolívar las provincias de mayor cultivo. (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca, 2014)

### 7.4.1.4. Características nutricionales

El chocho tiene varias características nutricionales altos en contenido de proteína que el chocho se debe incluir en la dieta, porque al consumirlo se incorpora grandes cantidades importantes de vitaminas, minerales y grasas saludables. La proteína del chocho tiene cantidades adecuadas de lisina y cistina, siendo estos aminoácidos esenciales para la vida de los seres humanos. (INIAP, 2020)

**Tabla 2.** Contenido nutricional del grano de chocho

<b>Componentes</b>		<b>Chocho</b>	<b>Chocho</b>
		<b>amargo</b>	<b>desamargado</b>
<b>Macronutrientes</b>	Proteína (%)	47.80	54.05
	Grasa (%)	18.90	21.22
	Fibra (%)	11.07	10.37
	Ceniza (%)	4.52	2.54
	Extracto libre de nitrógeno (%)	17.62	11.82
<b>Macro y micro minerales</b>	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

**Fuente:** (Cerón, 2017).

- **Proteínas**

En 300 genotipos de chocho se ha identificado que el contenido de proteína varía entre 41 y 52%, dependiendo de su estado como harina, chocho cocido en cáscara o sin cáscara. (Basantes, 2015)

El grano de chocho desamargado contiene un 54% de proteína, superando a la soya que presenta un 36%. El contenido de proteína del chocho es mayor inclusive a la suma proteica del fréjol y maní, mismos que presentan 22 y 27% respectivamente. Adicionalmente el nivel proteico va a depender fundamentalmente de su concentración en aminoácidos y su nivel de digestibilidad. (Camposano, 2019)

El contenido de proteína es mayor cuando se encuentra el chocho cocido sin cáscara alcanzando 17,30 g en comparación a 11,30 g presentes en el chocho cocido con cáscara. En estado de harina de chocho se alcanza 44,60 g de proteína por cada 100 g de porción comestible. (Basantes, 2015)

- **Vitaminas**

El folato o la tiamina presentes en esta leguminosa principalmente al sistema nervioso son vitales para el metabolismo. Según datos de la Federación Universitaria Iberoamericana el chocho cocinado presenta 0.10 mg de tocoferol, mismo que tiene actividad antioxidante. (FUNIBER, 2017)

La tiamina (vitamina B1) en su forma activa (pirofosfato de tiamina), actúa como coenzima controlando la participación en las reacciones químicas que degradan la glucosa, fomentando así la producción de energía para el correcto funcionamiento del corazón, músculos y nervios (Lalić, 2014)

La riboflavina (Vitamina B2) participa en los procesos de degradación oxidativa de los ácidos grasos, mientras que el niacina (Vitamina B3) cumple un papel importante en el metabolismo de la glucosa, las grasas, proteínas, el alcohol y la respiración celular ayudando así a mantener el buen funcionamiento digestivo, nervioso y de la piel (Gonzáles, V., & Calderón, A., 2017)

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos contenidos en el Lupinus, poseen altos niveles de polisacáridos solubles e insolubles, donde el contenido de almidón y sacarosa es relativamente bajo comparado con otros oligosacáridos como la rafinosa y verbascosa, los cuales son eliminados durante la eliminación de alcaloides. (Quispe, 2019)

- **Fibra**

La fibra es la parte estructural de la pared celular y les confiere rigidez y firmeza a los vegetales, en su estructura tiene presente sustancias no digeribles como celulosa, hemicelulosa, pectinas y ligninas. (Villacrés, 2013)

La fibra alimentaria ubicada en la cáscara del chocho, tiene gran importancia debido a su efecto de saciedad ayudando así al tracto intestinal, en la cáscara se encuentra entre un 58 y 88% mientras que el cotiledón se encuentra alrededor del 2%. (Ortega, 2015)

#### **7.4.1.5. Compuestos bioactivos del chocho**

Son aquellos que aportan un beneficio más allá de la nutrición básica a la salud. El uso de compuestos bioactivos es de gran interés científico, ya que cumple con el propósito de prevenir enfermedades crónicas no transmisibles (Herrera, F., Betancur, D., & Segura, M., 2014)

El chocho contiene cantidades significativas de compuestos bioactivos como carotenoides, fenoles, tocoferoles y sobre todo alcaloides, en comparación con otras leguminosas, debido a esto esta semilla puede ser considerada como una materia prima de gran potencial en la industria alimentaria.

- **Carotenoides**

Los carotenoides son pigmentos liposolubles que se encuentran en la mayoría de frutas y verduras, existen varios tipos de carotenoides como la luteína y zeaxantina las cuales tienen efectos benéficos en la salud (Carranco, E., Calvo, C., & Pérez, F., 2011)

Los carotenoides como luteína y zeaxantina en pequeñas cantidades en el chocho andino (*Lupinus Mutabilis*), mismas que se ven afectadas por el tratamiento térmico que se le da al grano. (Cordova, 2020)

- **Fenoles**

Los compuestos fenólicos del chocho se encuentran en el tallo, hojas, raíces y semillas, sin embargo, la composición puede variar en función a la parte de la planta. (Cordova, 2020)

En general los principales compuestos fenólicos en las especies de lupinus son las flavonas (76%), ácidos fenólicos (19%) e isoflavonas (4%). (Muhammad, 2015)

- **Tocoferoles**

Las especies de lupino contienen principalmente  $\gamma$ - tocoferol,  $\delta$ - tocoferol y  $\alpha$  tocoferol, mientras que la presencia de  $\beta$ -tocoferol no ha sido comprobada en ninguna especie (Boschin, J., & Arnoldi, A., 2011)

El proceso de cocción es uno de los parámetros que afecta mayormente a los tocoferoles, es así como el *Lupinus albus* antes de ser cocinado contiene 20,1 mg/100 g de materia seca de  $\gamma$ -tocoferol y después de la cocción este valor disminuye a 0,2 mg. (Muhammad, 2015)

- **Alcaloides**

Los alcaloides son compuestos orgánicos nitrogenados derivados generalmente de los aminoácidos (Gutierrez, 2016), en el chocho los que destacan son: espartina, lupina y lupanina, (Hwang, 2020).

#### **7.4.1.6. Capacidad Antioxidante**

Cuando existen radicales libres estos comienzan a reaccionar en cadena dañando estructuras celulares (Coronado, 2015), en el caso de los carotenoides estabilizan el oxígeno singlete y lo convierten en oxígeno triplete (forma menos reactiva) a expensas de una actividad intramolecular, mientras que los flavonoides gracias a su bajo potencial de oxidación ayudan a estabilizar radicales libres donando electrones o átomos de hidrógeno. (Ivey, 2017)

La capacidad antioxidante del *Lupinus* es igual o inferior a otras leguminosas, dependiendo del proceso de elaboración del chocho. Es así como (García, 2018), demostró que la capacidad antioxidante disminuye con el proceso de desamargado, sin embargo, si se somete a un proceso de fermentación esta capacidad aumenta.

#### **7.4.1.7. Capacidad Antimicrobiana**

Gracias a la presencia de alcaloides y flavonoides en el chocho, le confieren actividades antifúngicas y antibacterianas, teniendo gran inhibición contra Grampositivas (*S. aureus*) y Gramnegativas (*Klebsiella pneumoniae*, *E coli*) esto gracias a la presencia de hidroxilos fenólicos, los cuales penetran la membrana celular bacteriana fácilmente, desnaturalizando las proteínas protoplasmáticas y actuando como veneno (Cuadrado, 2015)

#### **7.4.1.8. Capacidad antidiabética**

En un estudio realizado por el Centro de Investigación (Biomedica, 2018), se afirmó que el *Lupinus Mutabilis* posee una proteína llamada gamma conglutin, la cual reduce los niveles de glucosa en la sangre por inhibición de la enzima dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV), incrementando la sensibilidad de receptor insulina y evitando la glucogénesis en la diabetes tipo II. La DPP-IV degrada las llamadas hormonas incretinas, el glucagón y el péptido insulínico dependiente de la glucosa, que tienen la función de regular los niveles de glucosa a través de la estimulación de la insulina después de una carga oral de glucosa y reduciendo la liberación de glucagón. (Bautista, 2017)

#### **7.4.1.9. Alcaloides quinozidinílicos**

Según el autor (Villacreses, 2011) “En el género *Lupinus* los alcaloides quinozidinílicos se sintetizan en los cloroplastos de las hojas y son transportados vía floema a otros órganos de la planta para su almacenamiento en tejido epidérmico y subepidérmico de hojas tallos y principalmente semillas”

El contenido alcaloides, en el tarwi varía de 0,02 a 4,45 %; los alcaloides reportados son los quinolizidinicos tales como: lupanina, esparteína, 13- hidroxilupanina, 4- hidroxilupanina las lupaninas (27,0 a 74,0 %) están presentes en mayor proporción. Estos alcaloides quinolizidinicos otorgan el sabor amargo a la semilla y son considerados sustancias anti nutritivas que hasta el momento han sido el mayor obstáculo para la utilización del tarwi en la alimentación humana y animal. (Borja., 2014)

Afirma (Borja., 2014) “Que considera que un contenido de 0,02 % de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humano. Por otro lado, el sentido del gusto humano puede identificar una concentración de 0,1 % de sabor amargo en la semilla, lo que evita el consumo y protege de una posible intoxicación”

#### **7.4.1.10. Cosecha y Postcosecha**

Se realiza la cosecha y la trilla en forma manual, los productores realizan la cosecha de forma manual cuando la planta, vainas y granos están secos y la trilla la realizan con varas de madera golpeada las vainas, posteriormente avientan y realizan una selección del grano para la comercialización.

Para el desamargado del grano se procede a remojarlo de 12 a 14 horas para luego cocer el grano remojado de 30 a 40 minutos posteriormente se lo deja en agua corriente durante 72 horas para eliminar todo el amargo, se recomienda que el agua sea potable evitando que sean en vertientes contaminados (INIAP, 2013)

- **Secado y clasificado**

Secar el grano hasta obtener un 12 a 13% de humedad. Para la clasificación se puede utilizar zarandas con un tamiz de 4mm de diámetro para eliminar impurezas y un tamiz de 8mm para separar el grano de primera calidad. También se pueden utilizar máquinas clasificadoras de semillas. (INIAP., 2014)

- **Selección y Almacenamiento**

El grano seco y limpio debe ser almacenado en bodegas con ventilación (secas) y libre de insectos. (INIAP., 2014)

#### **7.4.1.11. Eliminación de alcaloides**

La presencia de alcaloides en el chocho, que son tóxicos y dan sabor extremadamente amargo a la semilla, es la razón por la que se ha priorizado el desarrollo de un proceso de desamargado. Se considera que un contenido de 0.02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humana. (Quispe, E., 2018)

#### **7.4.1.12. Desamargado**

En proceso de desamargado los granos adquieren mayor volumen por efecto del remojo (se hinchan); luego son cocidos por un tiempo aproximado de una hora con dos cambios de agua cada 30 minutos (opcional), contados desde el momento que inicia a hervir. El agua de color amarillo marfil es de sabor muy amargo, con olor fuerte a chocho crudo, este líquido luego de

enfriarlo se deposita en botellas para ser utilizado como repelente de plagas cuando sea necesario. (Garay, 2015)

#### **7.4.1.13. Tradicional:**

Consisten en sucesivos lavados del grano en agua, haciendo fricción con las manos o una piedra para facilitar la eliminación de las primeras capas. (Bacigalupo., 2020)

- **Hidratación**

Se coloca cada muestra de chocho en un recipiente plástico hasta que la semilla quede totalmente cubierta (relación 1 kg: 6 litros de agua), se deja reposar por un periodo de tiempo de 6 horas para el chocho tierno y 8 horas para el chocho seco, a temperatura ambiente (22 °C). Al finalizar se escurre toda el agua. El tratamiento de remojo no afecta significativamente la composición química (proteína, cenizas, grasa y fibra) de las especies en estudio. (Juárez Fuentes, 2018)

- **Cocción**

Se realiza una cocción en una cocina industrial, la relación es de 1 kg de chocho: 5 litros de agua, se eleva la temperatura a 90 °C y se mantiene durante 30 minutos. Siendo la etapa de cocción la que elimina un mayor porcentaje de alcaloides. (Vásquez V. S., 2019)

- **Lavado**

El lavado consiste en utilizar agua limpia para eliminar los alcaloides que son propios del chocho, este procesó se realiza durante 7 días, con cambios de agua cada 8 horas, es decir tres veces día.

#### **7.4.2. El ozono**

El ozono fue descubierto experimentalmente en 1785 por el físico holandés Martinus Van Marum (1750-1837) quien mientras sometía descargas eléctricas al aire atmosférico y oxígeno molecular generaba un gas de olor punzante característico (Parzanese, 2012). Años más tarde en 1840 el químico alemán Cristian Friedrich Schönbein (1799-1868) continuo con las investigaciones del holandés y definió a este gas mediante el nombre de “ozono”, cuyo término procede del griego “ozein” que significa “oler”, Schönbein fue una de las primeras personas que se encargó del estudio de la relación del ozono con la materia orgánica. (Parzanese, 2012)



Con el paso de los años varios investigadores de renombre fueron incursionando en los mecanismos de desinfección del ozono, así como la fabricación de generadores de ozono desde Werner Von Siemens (1857, Alemania) hasta Nikola Tesla (1896, EE.UU.). En la actualidad el ozono es usado con gran amplitud en diferentes áreas debido a sus propiedades y características.

El ozono (O<sub>3</sub>) es un alótropo y molécula poliatómica del oxígeno, termodinámicamente inestable en comparación con el oxígeno molecular (O<sub>2</sub>). (Chang, R., & Goldsby, K. A., 2013)

#### **7.4.2.1. Tratamiento con ozono**

El ozono ha sido utilizado desde hace más de 100 años y tiene una alta reactividad por lo que con poca concentración puede inactivar varias colonias de microorganismos. Para su utilización se debe generar in situ a través de equipos generadores a partir de aire u oxígeno. Se puede utilizar tanto en forma gaseosa como acuosa; la forma gaseosa se puede utilizar además para controlar la aparición de malos olores y para neutralizar el etileno de los productos vegetales. En cambio, la forma acuosa puede utilizarse para la desinfección de equipos y para el lavado de frutas y hortalizas. Los métodos más utilizados para generar ozono son la descarga de corona, el método electroquímico y por radiación ultravioleta. (Horvitz S. &., 2014)

#### **7.4.2.2. Métodos para cuantificar ozono.**

##### **7.4.2.2.1. Generación de Ozono.**

El ozono (O<sub>3</sub>) se genera de manera natural en la atmosfera terrestre, esta forma una gruesa capa en la estratosfera que se extiende desde los 15 a 50 kilómetros sobre la superficie del planeta, a una concentración próxima a los 10 ppm

#### **7.4.2.3. Métodos artificiales para producción de ozono.**

- **Descarga eléctrica de alto voltaje. (Descarga por efecto corona)**

Consiste en hacer circular oxígeno (o aire desecado) correctamente limpio a través de un campo eléctrico que es generado por un electrodo de media tensión y un electrodo de masas con una diferencia de potencial entre 10 a 20 kV, lo cual conlleva a la formación de especies químicas (átomos, iones, radicales) para que al recombinarse puedan formar ozono (Dobeic, 2017)

#### **7.4.2.4. Utilización de ozono en agua.**

Una de las ventajas más significativas del uso de ozono es que se descompone rápidamente en oxígeno, por lo que no deja residuos tóxicos. Tiene mayor potencia contra bacterias, protozoarios, virus y esporas de hongos que el hipoclorito y el gas cloro.

El ozono puede oxidar muchos compuestos orgánicos, particularmente aquellos con anillos fenólicos y enlaces no saturados.

#### **7.4.2.5. Mecanismo de acción del ozono frente a varios tipos de microorganismo**

El efecto que ejerce el ozono en el tratamiento y reducción de contaminantes de origen químico, biológico ha despertado su interés en la industria alimentaria. (Brodowska, 2018)

#### **7.4.2.6. Aplicación del ozono en la industria alimentaria**

El ozono ha sido identificado como un buen desinfectante en la industria alimentaria, ya que por su capacidad oxidante reduce e inhibe el crecimiento microbiano reaccionando con proteínas, enzimas y componentes propios de la membrana celular. (Sarooei, 2019)

En la industria se utiliza agua ozonizada y ozono gaseoso, la acción desinfectante del ozono es rápida en comparación a otros desinfectantes y la limpieza de superficies puede tomar pocos segundos, puede degradar compuestos orgánicos de algunos entornos generando subproductos no tóxicos como aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos (Dobeic, M., 2017)

#### **7.4.2.7. Acción del ozono**

El Ozono es una variedad alotrópica del oxígeno, muy conocido por su presencia en la estratósfera, donde se forma por la acción de los rayos ultravioletas del sol, los cuales absorbe en gran medida, evitando de este modo su acción perjudicial sobre los seres vivos. El Ozono posee un poder oxigenante mayor que el del oxígeno normal, y por ello mejora el proceso respiratorio a nivel celular. Es también conocida la acción germicida directa del Ozono sobre todo tipo de microorganismos, tanto hongos como bacterias y virus. (Hidritec, 2016)

El ozono es una molécula inestable, que rápidamente decae a O<sub>2</sub>, liberando un solo átomo de oxígeno que es extremadamente reactivo.

Este átomo reacciona con la membrana celular de las bacterias o virus, atacando los componentes celulares e interrumpiendo la actividad celular normal, lo que destruye rápidamente dichos microorganismos.

Según (Hidritec, 2016) "Aplicaciones en la agricultura ecológica con ozono" Los átomos libres y consecuentemente el ozono, son el resultado de la disociación de las moléculas de oxígeno cuando estas se ven sometidas a una fuerte descarga eléctrica"

Gracias a su alto poder oxidante, el ozono es capaz de atacar y destruir todo tipo de microorganismos tales como:

- Bacterias – Virus
- Esporas - Quistes
- Algas – Protozoos
- Insectos.

Y según (Vitalmor, 2018) Una ventaja excepcional sobre cualquier otro oxidante: el medio tratado con ozono no se carga de nuevos subproductos químicos indeseados ya que su auto destrucción lo convierte en oxígeno puro.

#### **7.4.2.8. Beneficios del ozono**

La empresa ASP informó en un comunicado que los sistemas de ozono reducen los costes económicos, debido al ahorro en fitosanitarios, abonos y agua de riego, contribuyendo a incrementar de forma significativa la rentabilidad de las explotaciones agrícolas, al evitar los residuos, se reducen significativamente el uso de productos químicos. En un estudio de la empresa revela que el uso de ozono en agricultura permite incrementar la productividad de las explotaciones agrícolas entre un 15% y un 40% en más de 250 cultivos. El motivo es que el ozono favorece la oxigenación de las raíces, la mejor calidad del producto y actúa para prevenir las enfermedades o plagas de las plantas. (Asepcia, 2015)

#### **7.4.2.9. Factores que influyen en las dosis requeridas**

Manifiesta (Asepcia, 2015) que es muy " Es difícil exceder de 10 ppm o 5 ppm, sin embargo, con mucho menos de eso es posible eliminar microorganismos. Con 2 min de tiempo de contacto a 1,5 ppm es posible eliminar entre 95 y 100% de las bacterias y hongos

#### 7.4.2.9.1. Temperatura

Si es baja favorece la acción germicida del ozono, ya que se disuelve mejor en el agua y permanece más tiempo. Por otro lado, a temperaturas elevadas el ozono ataca mejor a las bacterias porque tienen menos resistencia a especular y romper la espora. Sin embargo, la temperatura influye menos en la desinfección que en el caso de la cloración. (Alboleda, 2012)

#### 7.4.2.9.2. pH

Según (Alboleda, 2012) que "Es menos influyente que en la desinfección con cloro. Afecta la solubilidad y estabilidad del ozono residual. El ozono disuelto es más estable a pH bajo"

### 7.5. MARCO CONCEPTUAL

**Chocho:** Esta leguminosa que crece en la zona ecuatoriana es un alimento rico en calcio, además es utilizada para diferentes platos típicos.

**Semilla:** La semilla, simiente o pepita es de cada uno de los cuerpos que forman parte de los frutos que se originan una nueva planta.

**Desamargado:** Producto comestible limpio húmedo, que ha sido sometido a un proceso de desamargado (térmico-hídrico), del color predominante blanco, crema, sabor característico, libre de olores extraños y sabores amargos.

**Microorganismos:** Son aquellos seres vivos diminutos que únicamente se puede ver por microscopio. Entre este grupo podemos incluir virus, bacteria, levaduras, mohos.

**Bactericida:** un efecto de bactericida es el que produce la muerte a una bacteria y está provocada por algunas sustancias bactericidas medios definitivos como bacteria.

**Ozono:** En una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos y moléculas, formarse al disociarse las dos moléculas que componen de gas del oxígeno.

#### Envase al vacío

El envasado al vacío de carnes suprime la mayoría de las bacterias nocivas incluidas en los alimentos. Si bien el método de envase no supone una garantía 100%, puede mejorar su

efectividad considerando otros métodos combinados: es decir envase al vacío y antioxidantes, envasado al vacío y tratamiento térmico, etc.

## **8. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Alternativa = H1.**

La aplicación de ozono a diferentes concentraciones influye significativamente en la vida útil del chocho.

### **Hipótesis Nula = H0**

La aplicación de ozono a diferentes concentraciones no influye significativamente en la vida útil del chocho.

## **9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1. Tipos de investigación**

#### **9.1.1. Investigación experimental**

Se realizó en campo a diferentes concentraciones tomando en cuenta variables como es el color, olor, sabor y aspecto, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de prolongar el tiempo de vida útil. Este tipo de investigación se utilizó en el diseño experimental y así obtener resultados confiables.

La investigación experimental aportó a determinar la mayor confiabilidad que existe entre la relación causa-efecto, entre dos variables.

#### **9.1.2. Investigación Descriptiva**

En esta investigación se analizaron los datos reunidos para descubrir los resultados microbiológicos y sensoriales en la mejor concentración de ozono.

#### **9.1.3. Investigación bibliográfica**

Se realizó la revisión de material bibliográfico con respecto al tema de investigación. Se le considera un paso esencial porque incluye un conjunto de fases que abarcan la observación, la

indagación, la interpretación, la reflexión y el análisis para obtener bases necesarias para el desarrollo del tema de estudio.

## **9.2. Métodos de investigación**

### **9.2.1. Método deductivo**

Este método se utilizó con el objetivo de partir de aspectos generales para llegar a explicaciones particulares de cada uno de los procesos con el fin de obtener resultados positivos en la aplicación de ozono en la última etapa del desamargado.

### **9.2.2. Método inductivo**

Los resultados obtenidos con la aplicación del ozono se relacionan con el incremento del tiempo de vida útil del chocho a partir de los resultados.

## **9.3. Instrumentos de investigación**

### **9.3.1. Cuaderno de campo**

Se utilizó para el registro de datos de cada uno de los tratamientos.

### **9.3.2. Tablas**

Se utilizó para analizar los resultados obtenidos y sacar una conclusión.

## **9.4. Técnica de observación**

Mediante la observación se obtuvo diversa información sobre lo cual se generó una base de datos de diferentes concentraciones y las características orgolepticas.

## **9.5. Materiales**

**Tabla 3.** Materia prima, tiempos y concentraciones para la ozonificación de cada tratamiento

<b>Materia prima</b>	<b>Concentración</b>
<b>Mescla de chocho 450 Andino y Nativo</b>	0.26 ppm, 0.35 ppm, 0.42 ppm en 3 min

**Elaborado por:** Autor

## **9.6. Equipos, materiales de laboratorio y reactivos.**

### **Equipos**

- Ozonificador
- Medidor de ozono en ppm
- Destilador de agua
- Refrigeradora

### **Material de laboratorio**

- Papel absorbente
- Papel aluminio

### **Reactivos/sustancias**

- Agua destilada
- Alcohol

### **Vestimenta**

- Guantes
- Mascarillas
- Cofias
- Cubre zapatos

## **9.7. Ubicación del área de investigación en campo.**

Se estableció el uso del ozono en agua en la última etapa del desamargado del chocho en la planta de procesamiento de chocho “COOPGRANACH” de la parroquia Chugchilán, del cantón Sigchos, Cotopaxi.

### 9.7.1. Ubicación del área experimental



FUENTE: Google Maps

- **Provincia:** Cotopaxi
- **Cantón:** Sigchos
- **Parroquia:** Chugchilan
- **Sector:** Chasualó
- **Planta:** Planta de procesamiento de chocho “COOPGRANACH”

## 9.8. Descripción del proceso de ozonificación del chocho

### 9.8.1 Recepción de materia prima

Recepción de la mezcla de INIAP 450 Andino y Nativo.



Fuente: Autor



### 9.8.2. Selección

El chocho una vez desamargado fue seleccionado con la finalidad de eliminar granos de mala calidad.



Fuente: Autor

### 9.8.3. Pesado

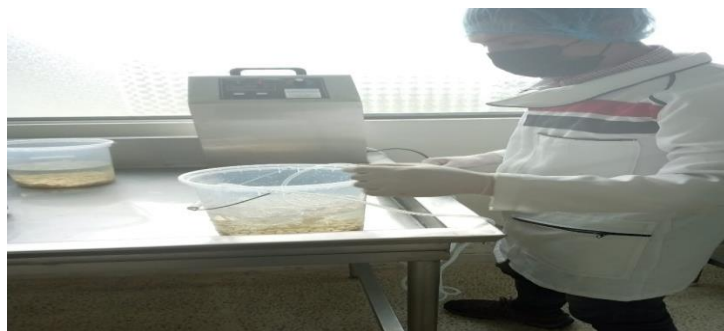
El pesado se realizó en forma aséptica, para evitar que el grano se contamine, se pesó 200g para cada repetición.



Fuente: Autor

### 9.8.4. Concentraciones requeridas de ozono

Después de la etapa de pesado del chocho, se procedió a aplicar las siguientes concentraciones y en diferentes tiempos de reposo con ozono requerido para este estudio: 0.26 ppm, 0.35 ppm y 0.42 ppm en 3 min. con 2 litros de agua cubriéndole completamente al producto para su desinfección.



Fuente: Autor

**Tabla 4.** Resultados de análisis físico-químico y microbiológicos del agua de río sin tratamiento

REPETI CIONES	PARAMETROS	METODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE
1	Dureza total	MFQ-84/ Ed. 23, 2017, 2340-C /Volumetría	SM, 2017, (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	97.92 .....
	Solidos disueltos	MFQ-89/ Ed. 23, 2017, 2540 C/Gravimetría	SM, 2017,	102.1 (mg/L) .....
	Recuento de e. coli (coliformes fecales)	MMI-41/ Standard Methods 9222B/ Filtración membrana		<1 (UFC/100mL)
2	Dureza total	MFQ-84/ Ed. 23, 2017, 2340-C /Volumetría	SM, 2017, (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	87.72 .....
	Solidos disueltos	MFQ-89/ Ed. 23, 2017, 2540 C/Gravimetría	SM, 2017,	115.6 (mg/L) .....
	Recuento de e. coli (coliformes fecales)	MMI-41/ Standard Methods 9222B/ Filtración membrana		2.6 x 10 <sup>4</sup> (UFC/100mL)

**Fuente:** Laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad (MULTIANALÍTYCA S.A.).  
Quito D.M., Ecuador.

**Tabla 5.** Resultados de análisis físico-químico del agua tratada

REPETICIONES	PARAMETROS	METODO	RESULTADO	ESPECIFICACIONES
1	Cloro residual	MFQ-91/SM, Ed. 23, 2017, 4500-CIB/ Espectrofotometría	0.00 mg/L	Ausencia
	Solidos totales disueltos	MFQ-89/SM, Ed. 23, 2017, 2540 C/Gravimetría	105 mg/L	Máx. 500 mg/L
2	Cloro residual	MFQ-91/SM, Ed. 23, 2017, 4500-CIB/ Espectrofotometría	Ausencia	Ausencia
	Solidos totales disueltos	MFQ-89/SM, Ed. 23, 2017, 2540 C/Gravimetría	124.2 mg/L	Máx. 500 mg/L

**Fuente:** Laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad (MULTIANALÍTYCA S.A.). Quito D.M., Ecuador.

### 9.8.5. Empaque

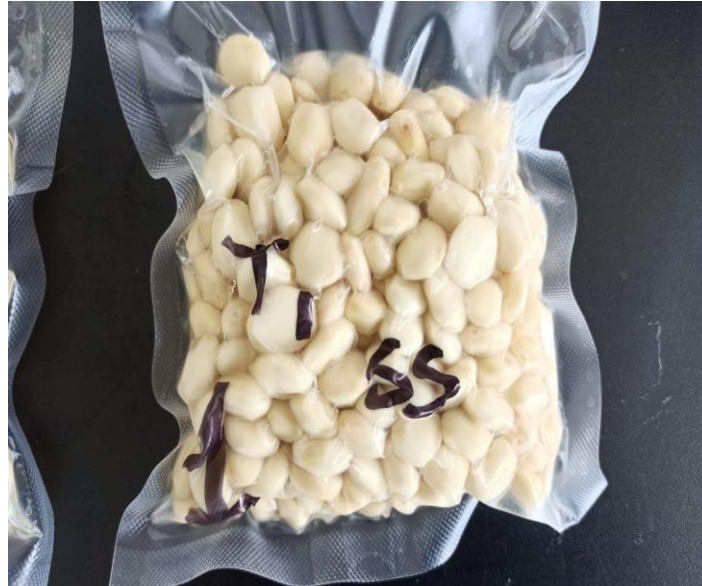
Se procedió a envasar en fundas de polietileno con sellador al vacío para la conservación de chocho.



**Fuente:** Autor

### 9.8.6. Almacenamiento

El tiempo de duración del ensayo 21 días para realizar análisis de laboratorio.



Fuente: Autor

### 9.9. Análisis de las características sensoriales por observación

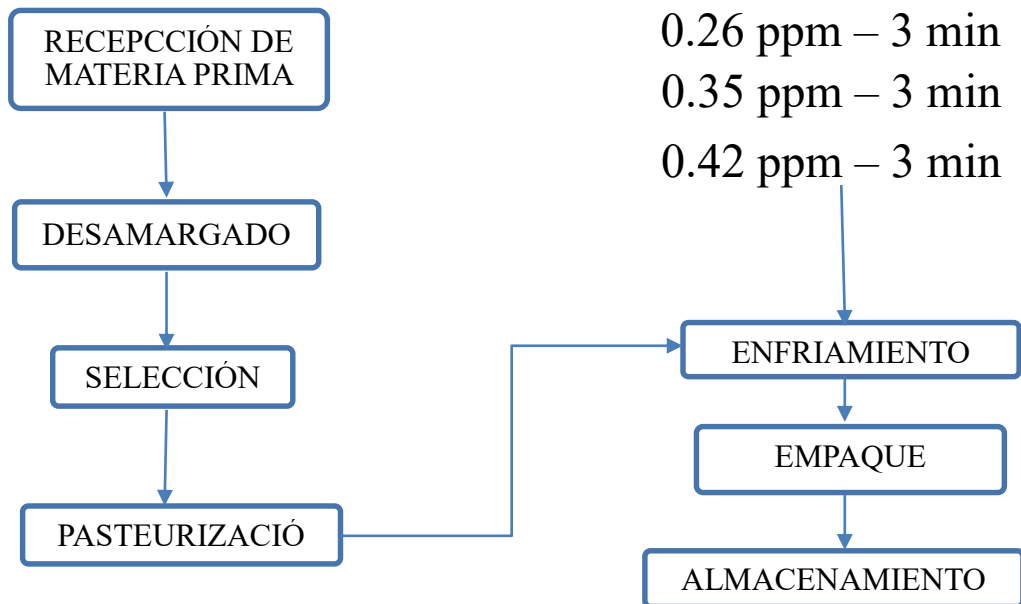
Para la realización de los análisis sensoriales se utilizó el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache, para la observación del comportamiento de la muestra del mejor tratamiento en los parámetros de: color olor, sabor y aspecto, durante 21 días de observación.

### 9.10. Análisis microbiológicos por recuento

Para la realización de los análisis microbiológicos se realizó en un laboratorio acreditado del mejor tratamiento de los siguientes parámetros: recuento de aerobios totales, recuento de coliformes totales, *recuento de Escherichia coli*, mohos (*Penicillium spp.*) y levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*).

## 9.11. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA APLICACIÓN DE OZONO

**Gráfico 1.** Diagrama de flujo para la aplicación de ozono



## 9.12. Diseño experimental

Para el análisis de los resultados del experimento se utilizó las tablas de datos sensoriales que constan de color, olor, sabor y aspecto. Para la interpretación de los resultados se tomo en cuenta datos obtenidos durante el proceso de investigación.

### 9.12.1. Características sensoriales en estudio

En el cuadro, se observan las características sensoriales que intercedieron en la presente investigación.

**Tabla 6.** Atributos arbitrarios de características sensoriales en estudio

<b>Color</b>	<b>Valores</b>	<b>Descripción</b>
Blanco-crema	1	La semilla inicia con un color característico para el consumo.
Blanco opaco	2	Algunos granos se tornaron de un color ligeramente blanco opaco.
Amarillo opaco	3	También de obtuvo granos de tonalidad amarillo opaco.
Amarillo intenso	4	Con el pasar de los días el grano se volvió amarillo intenso viéndolo ya desagradable.
<b>Olor</b>		
Característico	1	Olor característico del grano de chocho, libre de olores extraños.
Acre	2	Olor fuerte.
<b>Sabor</b>		
Característico	1	Sabor característico del grano de chocho.
Amargo	2	Sabor desagradable.
<b>Aspecto</b>		
Grano entero con cascara	1	Grano entero sin ningún daño físico en su cascara.
Grano entero con cascara suave	2	Grano con cascara suave que al manipular se desprende.

**Elaborado por:** Autor

### 9.12.2. Tratamientos en estudio

**Tabla 7.** Tratamientos en estudio

<b>Chocho</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
	<b>T0</b>	200 gr	200 gr	200 gr
	<b>T1</b> <b>(3 min 0.26ppm)</b>	200 gr	200 gr	200 gr
	<b>T2</b> <b>(3 min 0.35ppm)</b>	200 gr	200 gr	200 gr
	<b>T3</b> <b>(3 min 0.42ppm)</b>	200 gr	200 gr	200 gr

**Elaborado por:** Autor

### 9.13. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.

#### 9.13.1. Variable independiente.

- Concentraciones de ozono gaseoso en agua (0; 0.26; 0.35; 0.42 ppm de ozono)

#### 9.13.2. Variable dependiente.

- Características físicas y microbiológicas.
- Características sensoriales (color, olor, sabor y aspecto)

## **10. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **10.1. Análisis de resultados**

Los resultados de las distintas determinaciones realizadas en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad Técnica de Cotopaxi; y Laboratorio de Análisis y aseguramiento de calidad Multianálityca S.A. del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador; se presentan en el apartado expuesto a continuación.

Para el mejor tratamiento T1 con 0.26ppm, se procedió a realizar análisis sensoriales (color, olor, sabor y aspecto); físico-químico (humedad); y análisis microbiológicos: (Coliformes Totales, Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli*, Mohos & Levaduras). Todas estas sustentan las apreciaciones técnicas descritas en la presente sección.

### **10.2. Análisis de las características sensoriales**





La materia prima utilizada fue de las variedades INIAP 450 Andino y Nativo de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), que se la adquirió de la planta de procesamiento “COOPGRANACH” de la parroquia Chugchilan, del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi; la misma que fue ozonificada en el mismo lugar, para luego tenerlo en observación en el laboratorio de la carrera de ingeniería agronómica.

Se realizó la observación física de 12 muestras de chocho, planteadas en este estudio, determinando los análisis sensoriales del estado del producto como: es color, olor, sabor y aspecto.



### 10.3. Respuestas experimentales del Color

**Tabla 8.** Respuestas experimentales del Color

<b>Color</b>	<b>Grafico</b>	<b>Código</b>
<b>Blanco-crema</b>		1Y 8/1
<b>Blanco opaco</b>		2Y 8/3
<b>Amarillo opaco</b>		5Y 8/4
<b>Amarillo intenso</b>		5Y 7/6

**Elaborado por:** Autor

**Fuente:** (Lema, 2021)

#### **Interpretación**

En la presente tabla de respuestas experimentales del color se obtuvo los resultados basándose en los códigos establecidos en la tabla de Munsell como podemos observar (tabla 8), necesario para la interpretación, se tomó en cuenta valores arbitrarios para cada color con resultados obtenidos durante los 21 días de observación (tabla 6), dando un grado de significancia visual en el color de los granos de chocho, pero con mejor color característico en el tratamiento T1 con una concentración de 0.26 ppm de ozono en agua; es decir; la aplicación de ozono a diferentes concentraciones influye significativamente en la vida útil del chocho, relacionándose de manera directa con la hipótesis alternativa H1 y dando paso al rechazo de la hipótesis nula H0.

#### 10.4. Respuestas experimentales del Sabor.

**Tabla 9.** Respuestas experimentales del Sabor

Tratamientos	Días	Repeticiones		
		I	II	III
T0	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1
T1	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1
T2	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1
T3	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1

**Elaborado por:** Autor

#### Interpretación

Todos los valores de sabor del grano de chocho han resultado idénticos según la tabla arbitraria N° 9. No hay variabilidad en los datos. Según la (NTE INEN 2390, 2014), menciona que el sabor del grano de chocho desamargado para el consumo humano se establece por evaluación sensorial según las especificaciones de calidad del producto, relacionándose de manera directa con la hipótesis nula  $H_0$  y dando paso al rechazo de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

### 10.5. Respuestas experimentales del Olor.

**Tabla 10.** Respuestas experimentales del Olor

Tratamientos	Días	Repeticiones		
		I	II	III
<b>T0</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1
<b>T1</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1
<b>T2</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1
<b>T3</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	1	1

**Elaborado por:** Autor

### Interpretación

Todos los valores de olor del grano de chocho han resultado idénticos según la tabla arbitraria N° 10. No hay variabilidad en los datos. Según la (NTE INEN 2390, 2014), menciona que el olor del grano de chocho desamargado para el consumo humano se establece por evaluación sensorial según las especificaciones de calidad del producto, relacionándose de manera directa con la hipótesis nula  $H_0$  y dando paso al rechazo de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

## 10.6. Respuestas experimentales del Aspecto

**Tabla 11.** Respuestas experimentales del Aspecto

Tratamientos	Días	Repeticiones		
		I	II	III
<b>T0</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	2	2	2
	21	2	2	2
<b>T1</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	1	1	1
	21	1	2	1
<b>T2</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	2	1	2
	21	2	2	2
<b>T3</b>	1	1	1	1
	7	1	1	1
	14	2	2	2
	21	2	2	2

**Elaborado por:** Autor

### Interpretacion

Para determinar este indicador del aspecto se basó en la tabla arbitraria N° 11, necesario para la interpretación, nos muestra un grado de significación visual desde el día 7 hasta el día 21 en el aspecto; es decir, la aplicación de ozono a diferentes concentraciones influye significativamente en la vida útil del chocho, relacionándose de manera directa con la hipótesis alternativa H1 y dando paso al rechazo de la hipótesis nula H0.

### 10.7. Análisis de resultado físico-químico

**Tabla 12.** Análisis físico-químico del chocho ozonificado con concentración de 0,26 ppm del tratamiento T1

Parámetros	Resultados	Método	Especificaciones
<b>Humedad</b>	72.85 %	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire	72 - 75 %

**Fuente:** Laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad (MULTIANALÍTYCA S.A.). Quito D.M., Ecuador.

### Interpretación

En base a los resultados obtenidos en el parámetro expuesto en la Tabla N.º 12 del mejor tratamiento con ozono T1, determinado por análisis físico-químico después de 21 días de conservación, el porcentaje de humedad se encuentra dentro de rangos establecidos por la Norma NTE INEN 2390:2004 - Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Requisitos, con un valor experimental establecido en 72,85%, corroborando con lo manifestado en bibliografía y por normativa legal vigente (72 – 75%).

### 10.8. Análisis de las características microbiológicas

En la tabla N° 13 se muestran los resultados obtenidos de análisis microbiológico del chocho con ozono del mejor tratamiento T1, después de 21 días de conservación, mismo que fue expresado por el laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad (Multianalítyca S.A.) donde se puede verificar diferentes datos:

**Tabla 13.** Análisis microbiológicos del chocho ozonificado con concentración de 0,26 ppm del tratamiento T1

Parámetros	Resultados	Método	Especificaciones
- Recuento de aerobios mesófilos totales	1.4 x 10 <sup>6</sup> UFC/g	NTE INEN-ISO 4833:2021 / REP.	M=1.0 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
- Recuento de coliformes totales	<10 UFC/g	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.	M=1.0 x 10 <sup>2</sup> NMP/g
- Recuento de Escherichia coli	<10 UFC/g	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.	Ausencia
- Recuento de mohos	<10 UFC/g	AOAC 997.02/ Petrifilm	M=5.0 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
- Recuento de levaduras	7.8 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	AOAC 997.02/ Petrifilm	M=5.0 x 10 <sup>2</sup> UFC/g

**Fuente:** Laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad (MULTIANALÍTYCA S.A.). Quito D.M., Ecuador.

### Interpretación

La aplicación de ozono es un método para la desinfección de productos alimenticios altamente perecibles, como es el caso con el chocho, variedad INIAP 450 Andino y Nativo, los parámetros están en un rango moderado a los establecido en la normativa (NTE INEN 2390, 2014) de análisis microbiológicos después de los 21 días de almacenamiento, y en las características sensoriales se pudo evidenciar cambios en color, olor, sabor, y aspecto. Adicional, las condiciones de almacenamiento son preponderantes para el alargamiento de la vida útil del producto, con lo cual, se debe contemplar escenarios de refrigeración (4 – 5 °C).

Si comparamos los resultados de la investigación de (Nelly L., & Susana O., 2014) que su conservación del chocho desamargado es de 10 a 12 días, cambiando el agua constantemente, este sistema es el más adecuado para prolongar la vida útil del producto; podemos decir, sin lugar a duda, que la utilización de ozono ha permitido incrementar de manera importante la vida útil del chocho manteniendo sus características organolépticas.

## 11. COSTO DE LA APLICACIÓN DE OZONO

**Tabla 14.** Resultados de costos de la aplicación de ozono

<b>Materiales principales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. total</b>
Chocho	Kg	30	2	\$132
Agua	Gl	6	2	\$12
<b>TOTAL</b>				<b>\$144</b>

<b>Empaque</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. total</b>
Fundas (Empaque al vacío)	U	100	0,15	\$15
Sellador al vacío	U	1	20	\$20
<b>TOTAL</b>				<b>\$35</b>

<b>Mano de obra directa</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantida d</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. total</b>
1 persona	U	1	20	\$20
<b>TOTAL</b>				<b>\$20</b>

<b>Costos indirectos de producción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. total</b>
Ozonificador	U	1	15	\$15
Medidor de Ozono	U	1	5	\$5
Energía	Kw	300	0,09	\$27
Agua de limpieza	Lt	40	0,02	\$8
Papel aluminio	U	1	2,5	\$2.5
Papel toalla	U	2	2	\$4
Análisis de control de calidad	U	1	300	\$200
<b>TOTAL</b>				<b>\$361.5</b>

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTAL</b>	<b>\$560.50</b>
-----------------------------------	-----------------

**Elaborado por:** Autor

### **Interpretación**

En referencia a los resultados, el costo de desinfección del chocho con ozono es de \$560.50 teniendo en cuenta los materiales principales, el empaque mano de obra directa y costos indirectos de producción.



## 12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

**Tabla 15.** Presupuesto del proyecto

	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL MES</b>
<b>EQUIPOS</b>	Ozonificador	1	\$1.200	\$120
	Medidor de ozono	1	\$850	\$85
	Destilador de agua	1	\$1.500	\$150
	Refrigerador a	1	\$2.800	\$28
	<b>SUB-TOTAL</b>			
	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>MATERIALES Y SUMINISTROS</b>	Papel absorbente	2	\$ 1,80	\$ 3,60
	Papel film	4	\$ 2,45	\$ 9,80
	Alcohol 96°	1 L	\$ 3,50	\$ 3,50
	Baldes	5	\$ 4,65	\$ 23,25
	Fundas de polietileno	200	\$ 0,15	\$ 30
	Culer	5	\$ 2,20	\$ 11
	Cinta adhesiva	1	\$ 1	\$ 1

	Papel absorbente	2	\$2	\$ 4
	Toalla absorbente	2	\$2.20	\$ 4.40
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>\$90,55</b>			
<b>MATERIA PRIMA E INSUMOS</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
	Chocho	30	Kg	\$ 132
	Agua	6	Gl	\$ 12
	Alcohol	2	Lt	\$ 7
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>\$ 151</b>			
<b>MATERIAL DE OFICINA</b>	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
	Papel boom	400	\$ 0,03	\$ 12
	Impresiones	200	\$ 0,10	\$ 20
	Fotocopias	100	\$ 0,05	\$ 5
	Anillados	5	\$ 5	\$ 25
	Empastados	5	\$ 12	\$ 60
	Internet	4	\$ 22	\$ 88
	Libreta	2	\$ 1,20	\$ 2,40
	Esferos	3	\$ 0,60	\$ 1,80
	Lápices	3	\$ 0,50	\$ 1,50
	Transporte	300	\$ 0,30	\$ 90
	Calculadora	1	\$ 15	\$ 15

<b>SUB-TOTAL</b>	<b>\$ 320.7</b>			
	<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>ANALISIS DE LABORATORIO</b>	(Microbioló gicos)  Recuento de aerobios totales.	2	\$ 16	\$ 32
	(Microbioló gicos)  Rec. Coliformes totales.	2	\$ 16	\$ 32
	(Microbioló gicos)  Recuento de Escherichia coli	2	\$ 16	\$ 32
	(Microbioló gicos)  Mohos y Levaduras	2	\$ 16	\$ 32
	(Microbioló gicos)  Humedad	2	\$ 10	\$ 20
	(Microbioló gicos)  Agua	2	\$ 80	\$ 160

<b>SUB-TOTAL</b>	<b>\$ 308</b>
<b>SUB-TOTAL DEL TOTAL</b>	<b>\$ 870,25</b>
<b>Imprevistos 12%</b>	<b>\$ 104,43</b>
<b>Total</b>	<b>\$974,68</b>

**Elaborado por:** Autor

### **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **13.1. Conclusiones**

De acuerdo con los resultados de la investigación obtenidos en el presente proyecto se cumplen con los objetivos planteados concluyendo lo siguiente.

- La concentración de ozono de 0,26 ppm en la aplicación al mejor tratamiento (T1), mediante la observación en laboratorio para los análisis sensoriales, garantiza la inhibición del crecimiento microbiano comparado con otras concentraciones de ozono más alta en las cuales se registró crecimiento, demostrando que se ajusta a lo estipulado en la normativa NTE INEN 2390:2004 - Leguminosas. Grano desamargado de chocho.
- La aplicación de ozono disuelto en agua para la desinfección de productos alimenticios altamente perecibles, en la mezcla de variedades de chocho INIAP 450 Andino y Nativo, permitió alargar su tiempo de vida útil a 21 días, sin alteración de sus propiedades físicas-químicas, microbiológicas y sensoriales, ajustándose a lo estipulado en la normativa NTE INEN 2390:2004.
- Se pudo determinar el costo total de la aplicación de ozono en agua al chocho de \$560.50 que favorece su aplicación a nivel agroindustrial, como una alternativa de desinfección y prolongar la vida útil del chocho en percha.

#### **13.2. Recomendaciones**

- Se sugiere la aplicación inmediata del ozono hacia el producto, ya que al tratarse de un gas volátil la no aplicación inmediata disminuye la concentración en solución y consecuentemente su efecto desinfectante.
- Cuando se realice inoculación con ozono, no realizar muchas pruebas en el mismo lugar ya que al ser un gas volátil se satura en el lugar y las concentraciones varían.

- Se sugiere realizar análisis de laboratorio del agua periódicamente debido a pruebas realizadas que muestran resultados negativos, que no favorecen la calidad.
- Se recomienda que se continúe con la investigación para el uso del ozono como agente desinfectante en otras materias primas con potencial agroindustrial.

#### 14. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, J. (2012). *Métodos De Conservación De Alimentos. (Primera ed; M. E. Buendía López, Ed.).* Aliat.org.
- Alboleda, J. (2012). *Ozono desinfectante de microorganismos.* Quito.
- ARCSA. (2016). *Norma Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados.* Ministerio de Salud Pública.
- Asepcia, T. (2015). *Asepcia Tecnologia.* Asepcia Tecnología.
- Bacigalupo., A. (2020). *Procesos de desamargado | Cultivos Andinos. .* AGROINDUSTRIAS.
- Basantes, E. (2015). *Manejo de los cultivos andino del Ecuador.* Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE.
- Bautista, R. (2017). *Obtención de inhinbidores de la Dipeptidil Peptidasa-IV del grano de amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) y su efecto en la glucemia de ratones diabéticos.* Universidad Autónoma Metropolitana.
- Biomedica, C. d. (2018). *INVESTIGACIÓN DE LA UTE DEMUESTRA QUE CONSUMIR CHOCHO BENEFICIA A LAS PERSONAS CON DIABETES.* Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Borja., J. (2014). *Obtención de péptidos bioactivos de Lupinus mutabilis ("tarwi") mediante proteasas de Bacillus.*
- Boschin, J., & Arnoldi, A. (2011). *Legumes are valuable sources of tocopherols.* ELSEVIER-Química de Alimentos.
- Brodowska, A. J. (2018). *zone in the food industry: Principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: An overview.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58(13), 2176–2201.
- Camposano, J. (2019). *Diseño de una planta Agroindustrial para la produccion de alimentos de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Cotopaxi.* Cotopaxi: UDLA.

- Carranco, E., Calvo, C., & Pérez, F. (2011). Carotenoides y su función antioxidante. *SciELO*.
- Cerón, A. A. (2017). *Elaboracion de un producto alternativo de panificacion, a partir de subproductos semielaborados de chocho (Lupinus Mutabilis Sweet)*. Udla.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
- Chirinos, M. (2105). Andean Lupin (*Lupinus mutabilis Sweet*) a plant with nutraceutical and medicinal potential. *Revista Bio Ciencias*, 3(3), 163–172. .
- Cordova, J. (2020). *Componentes de valor funcional y proteico antes y después de la extrusión y secado en tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) desamargado*. Perú: Universidad Agraria La Molina.
- Coronado, H. M. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Rev Chil Nutr* ;42(2), 206.
- Cuadrado, L. V. (2015). *Actividad Antimicrobiana de extractos de Chocho (Lupinus mutabilis), quinua (Chenopodium quinoa wild)*. INIAP.
- Dobeic, M. (2017). *Ozone as a disinfectant in the food industry*. *Meso*, 19(4), 346–352.
- Dobeic, M. (2017). *Ozone as a disinfectant in the food industry*. *Meso*, 19(4), 346–352.
- FAO. (30 de Mayo de 2019). *Si no es inocuo, no es un alimento*. Obtenido de <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1180083/>
- FUNIBER. (2017). *Composicion nutricional chocho crudo-seco-5*. *Fundación Universitaria Iberoamericana*.
- Garay, O. (2015). *El tarwi alternativa de lucha contra la desnutrición infantil*. Quito: INIAP.
- García, G. (2018). *Determinación del efecto del desamargado y fermentado en el contenido de compuestos con capacidad antioxidante de tres variedades de chocho (Lupinus mutabilis sweet)*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- González, V., & Calderón, A. (2017). *Vitaminas*. GREDOS.
- Gutierrez. (2016). *Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gutierrez, A. I. (2016). *Evaluacion de los factores en el desamargado de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. En *Agroindustrial Science I* (págs. 145-149).

- Herrera, F., Betancur, D., & Segura, M. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad: péptidos biológicamente activos. *Nutrición Hospitalaria*, 29, 10-20.
- Hidritec. (2016). *El ozono en la agricultura*.
- Horvitz, S. &. (2014). *Application of Ozone for the Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables*. . Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 312-339.
- Horvitz, S. (2018). *Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (Rubus)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Hwang, I. M.-W.-S.-J. (2020). *Rapid and Simultaneous Quantification of Five Quinolizidine Alkaloids in Lupinus angustifolius L*. ACS omega, 5(33).
- INIAP. (2013). *Granos andinos: quinua, chocho, amaranto y ataco. Valor nutricional y funcional. Poderosos alimentos del pasado para gente del futuro*. Quito: INIAP.
- INIAP. (2020). *El INIAP realiza investigación en chocho, alimento natural rico en proteínas, que se cultiva en varias provincias de la Sierra ecuatoriana – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. INIAP.
- INIAP. (2014). *CULTIVO DE CHOCHO*. INIAP.
- Ivey, K. J. (2017). Association of flavonoid-rich foods and flavonoids with risk of all-cause mortality. *British Journal of Nutrition*, 117(10), 1470-1477.
- Juárez Fuentes, B. L. (2018). *Efecto de tratamientos hidrotérmico, remojo y germinación en la composición química de semillas de Lupinus silvestre*. Agro Productividad.
- Lalić, J. D. (2014). ). Assessment of thiamine content in some dairy products and rice milk. *CyTA - Journal of Food*, 12(3), 203-209.
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (2014). *Zonificación Agroecológica Económica Del Cultivo De Chocho (Lupinusmutabilis) En El Ecuador*. SINAGAP. AGRICULTURA.
- Muhammad, K. W. (2015). Phytochemical composition and bioactivities of lupin. *Journal of Food Science & Technology*.
- Nelly L., & Susana O. (2014). *Propuesta gastronómica de aplicación innovadora del chocho*.
- NTE INEN 2390. (2004). *Leguminosas. Grano desamargado de chocho*.

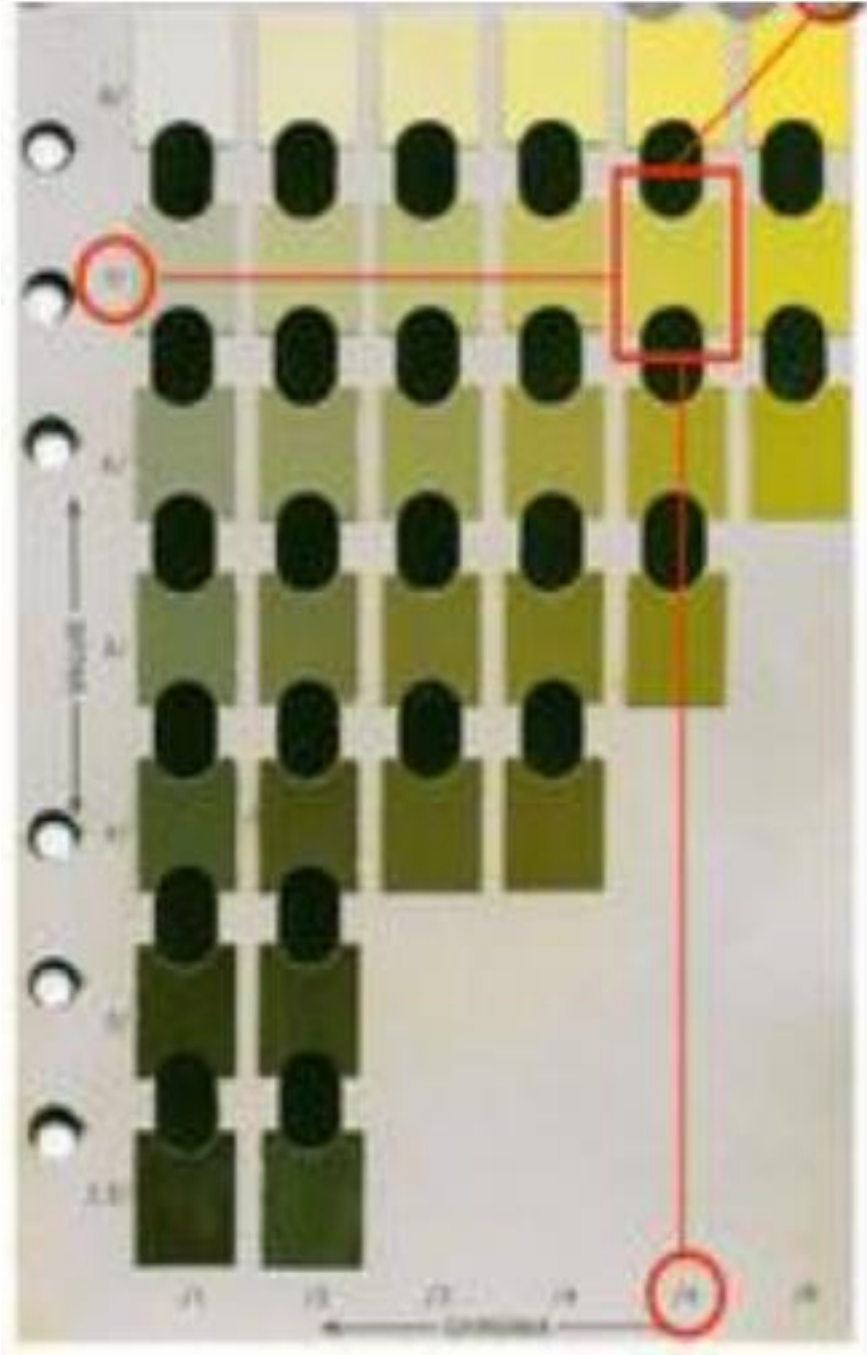
- OMS. (06 de 06 de 2019). *La inocuidad de los alimentos es responsabilidad de todos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/detail/06-06-2019-food-safety-is-everyones-business>
- Ortega, D. R. (2015). Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. . (págs. 111-118). *Acta agronómica*, 59(1).
- Parzanese, M. (2012). *Ozono en alimentos*. *Alimentos Argentinos*, 54, 72–80.
- Perez, E., Barrera, C., & Castelló, L. (2017). *Métodos para la desinfección en la industria alimentaria*. In *UPV (Vol. 1)*.
- Pesca, M. d. (2014). *Zonificación Agroecológica Económica Del Cultivo De Chocho (Lupinusmutabilis) En El Ecuador Quito*.
- Pozo, V. E. (2010). *Efecto del ozono (O3) sobre adultos de adultos Zabrotes subfasciatus (Bohemann) y granos de frijol común*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Quispe, E. (2018). *Diseño de un equipo para el procesamiento del desmargado del tarwi*. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Quispe, E. (2019). *Diversidad genética y contenido total de proteínas y alcaloides en semillas de especímenes silvestres de Lupinus de la región Arequipa*. Arequipa: Facultad de Ciencias Biológicas.
- Sarooei, S. J. (2019). *Effect of Ozone as a Disinfectant on Microbial Load and Chemical Quality of Raw Wheat Germ*. . *Science & Engineering*, 41(6), 562–570. .
- Suca, G. &. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím*, 18, , 55–71.
- Tapia, M. (2015). *El Tarwi, Lupino Andino*. Fondazione L'albero della Vita Onlus.
- Ullco, M. V. (2019). *EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS POSCOSECHA ( TEMPERATURA Y DESINFECCIÓN) EN CHOCHO VERDE A DOS ÍNDICES DE COSECHA, EN CAMPUS EXPERIMENTAL SALACHE, EN EL PERÍODO 2018 - 2019 (VOL. 23, Número 3)*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Vargas, T. M. (2019). *“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE OZONO (O3) EN TRES CONCENTRACIONES EN TRES VARIEDADES DE CHOCHO (Lupinus mutabilis) DESAMARGADO DISUELTO EN AGUA”*. Universidad Técnica de Cotopaxi.

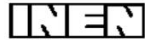


- Vásquez, V. S. (2019). *Empleo de tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de Lupinus mutabilis Sweet*. *Agroindustrial science*, 9(1), 53–59.
- Villacrés, E. C. (2013). *Los granos andinos: Chocho (Lupinus mutabilis Sweet), quinua (Chenopodium quinoa Willd), amaranto (Amaranthus caudatus L.) y sangorache (Amaranthus hybridus L.) fuente de metabolitos secundarios y fibra dietética*. Quito: INIAP.
- Villacreses, F. (2011). *Evaluación del procesamiento artesanal del chocho (lupinus mutabilis Sweet) sobre el consumo de agua, tiempo empleado y la calidad nutricional y microbiológica*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO .
- Vitalmor. (2018). *Aplicaciones Agricultura Ecológica con Ozono*. Aplicaciones Agricultura Ecológica con Ozono.

15. ANEXOS

Anexo 1.- Tabla de Munsell



**Anexo 2.- Normativa NTE INEN 2390 Leguminosas: Chocho desamargado****INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA****NTE INEN 2 390:2004**

---

---

**LEGUMINOSAS. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO.  
REQUISITOS.****Primera Edición**

PULSES. LUPIN UNBITTER GRAIN. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

**DESCRIPTORES:** Tecnología de alimentos, granos, granos y cereales, chocho, requisitos.

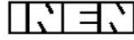
AG 05.04-415

CDU: 633.3

CIIU: 1110

ICS: 67.060

CDU: 633.3  
ICS: 67.060



CIU: 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;"><b>1. OBJETO</b></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;"><b>2. DEFINICIONES</b></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 <i>Grano desamargado.</i> 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 <i>Grano imperfecto.</i> 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 <i>Grano dañado.</i> Grano que ha sufrido deterioro, debido a la acción de microorganismos y otras causas.</p> <p>2.1.3.1 <i>Grano dañado por microorganismos.</i> Grano que ha sido alterado en sus características organolépticas debido a la acción de microorganismos dañinos.</p> <p>2.1.3.2 <i>Granos desnudos y/o pelados.</i> Comprende todo grano de chocho desprovisto total o parcialmente de su cáscara (testa o cubierta).</p> <p>2.1.4 <i>Olores objetables.</i> Todos aquellos olores diferentes del característico del grano de chocho desamargado.</p> <p>2.1.5 <i>Chocho infectado.</i> Grano con presencia parcial o total de microorganismos vivos como hongos, bacterias y levaduras.</p> <p>2.1.6 <i>Chocho limpio.</i> Aquel que no contiene impurezas.</p> <p>2.1.7 <i>Grado muestra.</i> Es el grano de chocho que no cumple con los requisitos de calidad establecidos en esta norma.</p> <p style="text-align: center;"><b>3 CLASIFICACIÓN</b></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 <i>Grano de chocho tipo I.</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 <i>Grano de chocho tipo II.</i> 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;"><i>(Continúa)</i></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	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	%	72 – 75	INEN 1 235
Materia Seca	%	28 – 25	INEN 1 235
Proteína	%	50 – 52	AOAC 955.04
Grasa	%	19 – 24	AOAC 920.85
Fibra	%	7 – 9	AOAC 962.09
Cenizas	%	1,9 – 3,0	AOAC 942.05
ELN. (ver nota 1)	%	12,0 – 22,0	Por diferencia
Energía	cal/g	5 369 – 6 476	Aplicación de la Ecuación 1
Alcaloides	%	0,02 - 0,07	Von Baer, D. y colaboradores. 1979 (ver nota 2)

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

**TABLA 2: Análisis microbiológico del chocho desamargado**

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

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

**TABLA 3: Análisis físico del chocho desamargado**

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

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

(Continúa)

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

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

<b>Descripción</b>	Producto comestible limpio húmedo
<b>Presentación</b>	Natural, uniforme, color blanco-crema preferentemente
<b>Olor</b>	Característico, libre de olores extraños
<b>Sabor</b>	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

- a) Pesar 0,2 g de muestra de chocho previamente molida y homogenizada en un mortero.
- b) Agregar 0,6 g de Oxido de Aluminio Básico, mezclar bien hasta formar un polvo impalpable.
- c) Añadir 0,2 ml de KOH al 15%, mezclar bien hasta formar una pasta homogénea.
- d) 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).
- e) 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.
- f) Se lava el embudo por dentro y por fuera con aproximadamente 15 ml de cloroformo.
- g) 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.
- h) 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.
- i) El contenido de alcaloides se reporta como lupanina.

#### 7.2.1.2 Cálculos

1 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01N equivale a 2,48 mg de lupanina.

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

## 8. ENVASADO

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

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

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

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

### 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. *Oficial Methods of Análisis*. 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 Forsh 169. Pág. 27 -31. Alemania, 1979.*



### Anexo 3.- Análisis físico-químicos del chocho.



#### INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.65021b

#### DATOS DEL CLIENTE

<b>Cliente:</b>	TAPIA BORJA ALEXANDRA ISABEL
<b>Dirección:</b>	AMBATO
<b>Teléfono:</b>	0992910139

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Descripción:</b>	CHOCHO OZONO SIN SAL (OZONO:0.26ppm, variedad:450andino)		
<b>Lote</b>	---	<b>Contenido Declarado:</b>	100g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	---	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	---
<b>Fecha de Recepción:</b>	2023-02-13	<b>Hora de Recepción</b>	10:26:03
<b>Fecha de Análisis:</b>	2023-02-13	<b>Fecha de Emisión:</b>	2023-02-15
<b>Material de Envase:</b>	---		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	EL CLIENTE		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido.	<b>Conservación:</b>	Refrigeración
<b>Temperatura de la muestra:</b>	5°C		

#### RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	ESPECIFICACIONES
HUMEDAD	72.85	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire	72 - 75 %

**Nota 1:** El resultado obtenido en el producto analizado, para el ensayo de humedad CUMPLE, con las especificaciones dadas por la Norma NTE INEN 2390:2004 Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Requisitos. Tabla 1: Composición química proximal del chocho desamargado.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra  
Jefe División Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CAPITÁN CRISTOBAL SANDOVAL  
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

## Anexo 4.- Análisis microbiológicos del chocho.



### INFORME DE RESULTADOS



INF.DIV-MI.65020b

#### DATOS DEL CLIENTE

<b>Cliente:</b>	TAPIA BORJA ALEXANDRA ISABEL
<b>Dirección:</b>	AMBATO
<b>Teléfono:</b>	0992910139

#### DATOS DE LA MUESTRA

<b>Descripción:</b>	CHOCHO OZONO SIN SAL (OZONO:0.26ppm, variedad:450andino)		
<b>Lote</b>	---	<b>Contenido Declarado:</b>	100g
<b>Fecha de Elaboración:</b>	---	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	---
<b>Fecha de Recepción:</b>	2023-02-13	<b>Hora de Recepción</b>	10:20:09
<b>Fecha de Análisis:</b>	2023-02-14	<b>Fecha de Emisión:</b>	2023-02-17
<b>Material de Envase:</b>	---		
<b>Toma de Muestra realizada por:</b>	EL CLIENTE		
<b>Observaciones:</b>	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

<b>Color:</b>	Característico	<b>Olor:</b>	Característico
<b>Estado:</b>	Sólido	<b>Conservación:</b>	Refrigeración
<b>Temperatura de la muestra:</b>	5°C		

#### RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE	ESPECIFICACIONES
RECuento DE AEROBios MESOFILOS TOTALES	1.4 x 10 <sup>6</sup>	UFC/g	MMI-107	NTE INEN-ISO 4833:2021 / REP.	± 1.78%	M=1.0 x 10 <sup>3</sup> UFC/g
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	<10	UFC/g	MMI-108	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.	± 5.96%	M=1.0 x 10 <sup>2</sup> NMP/g
RECuento DE ESCHERICHIA COLI	<10	UFC/g	MMI-108	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.	± 6.25%	Ausencia
RECuento DE MOHOS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm	± 0.73 Log	M=5.0 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
RECuento DE LEVADURAS	7.8 x 10 <sup>2</sup>	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm	± 0.28 Log	M=5.0 x 10 <sup>2</sup> UFC/g



JORGE ERAZO N50-109 Y CAPITÁN CRISTOBAL SANDOVAL  
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR  
Telf: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo 5.- fotos del proceso de ozonificación en agua al chocho



Desamargado de la materia prima



Pasteurización



Selección de la materia prima



Selección de la materia prima



Pesado de la materia prima



Aplicación de ozono en el chocho



Empacado al vacío



Colocación de las muestras



Muestras en observación a 5°C

**Anexo 6.- Aval de traducción**

UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI



CENTRO  
DE IDIOMAS

***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO (O3) EN LA ÚLTIMA ETAPA DE DESAMARGADO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) PARA LA CONSERVACIÓN DEL PRODUCTO FINAL”** presentado por: **Pruna Veintimilla Welinton Carlos** egresado de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, 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 aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 3 de marzo del 2023.

Atentamente,



CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

CC: 0502666514