



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGROINDUSTRIA

**USO DEL ACEITE ESENCIAL DE MOSTAZA COMO
AGENTE ANTIMICROBIANO PARA ALARGAR VIDA ÚTIL
DE HAMBURGUESAS VEGANAS A BASE DE QUINUA**
TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR
CRUZ VILLALTA KEVIN ALEXANDER

TUTOR
Ing. DANIEL BORBOR SUÁREZ, MSc

GUAYAQUIL - ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTÍZ
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. DANIEL BORBOR SUARÉZ**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación **“USO DEL ACEITE ESENCIAL DE MOSTAZA COMO AGENTE ANTIMICROBIANO PARA ALARGAR LA VIDA UTIL DE HAMBURGUESAS VEGANAS A BASE DE QUINUA”**, realizado por el estudiante **CRUZ VILLALTA KEVIN ALEXANDER**; con cédula de identidad **N°0706605409** de la carrera **AGROINDUSTRIA**, Campus Universitario **“Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”- Guayaquil**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. DANIEL BORBOR SUÁREZ, MSc.

Guayaquil, 3 de agosto del 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTÍZ
CARRERA AGROINDUSTRIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“USO DEL ACEITE ESENCIAL DE MOSTAZA COMO AGENTE ANTIMICROBIANO PARA ALARGAR LA VIDA UTIL DE HAMBURGUESAS VEGANAS A BASE DE QUINUA”** realizado por el estudiante **CRUZ VILLALTA KEVIN ALEXANDER**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

MIGUEL MORENO PAREDES, M.Sc.
PRESIDENTE

JULIO PALMAY PAREDES, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

YOANSY GARCÍA ORTEGA, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 1 de noviembre del 2023

Dedicatoria

A mis queridos padres y familia,

Este logro no habría sido posible sin vuestro amor incondicional, apoyo constante y sacrificios incansables. Su fe en mí, su constante aliento y su devoción han sido mi fuente de fortaleza y motivación a lo largo de este arduo camino.

Cada paso que di, cada desafío que enfrenté, lo hice con la seguridad de que tenía una red de amor y apoyo que me sostenía. Su paciencia en los momentos de estrés, su comprensión en los momentos de duda y su alegría en los momentos de triunfo han sido invaluable.

Este logro es tanto de ustedes como mío. Son la inspiración que me impulsó a dar lo mejor de mí y a nunca renunciar a mis sueños. Esta tesis es un tributo a su amor y dedicación, y quiero que sepan cuánto los aprecio.

Este proyecto de investigación es un tributo a todos ustedes, una manifestación de cómo su amor, apoyo y orientación han influido en mi desarrollo académico y personal.

Agradecimiento

En cada paso de este viaje, agradezco a Dios por la sabiduría, la fortaleza y las oportunidades que ha puesto en mi camino.

A mis amados padres, Ángel Cruz y Gina Villalta, a mis amados hermanos y a mi amada familia que, a lo largo de este viaje académico, su apoyo inquebrantable y amor incondicional han sido la fuerza impulsora que me ha llevado a alcanzar esta meta.

A mis queridos amigos, Luis, Martín, Joel, Lourdes, Arleth, su amistad inquebrantable ha sido un regalo invaluable en este viaje. A través de todas las etapas de esta linda y desafiante carrera universitaria.

A mi dedicado tutor, Daniel Borbor, no puedo expresar con palabras mi gratitud hacia usted. Su guía experta, sabiduría y compromiso con mi crecimiento académico han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

Gracias por ser mi fuente de inspiración y mi red de seguridad. Este logro es de ustedes tanto como mío.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **CRUZ VILLALTA KEVIN ALEXANDER**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“USO DEL ACEITE ESENCIAL DE MOSTAZA COMO AGENTE ANTIMICROBIANO PARA ALARGAR LA VIDA UTIL DE HAMBURGUESAS VEGANAS A BASE DE QUINUA”** para optar el título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 8 de noviembre del 2023

CRUZ VILLALTA KEVIN ALEXANDER
C.I. 0706605409

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Antecedentes del problema.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	18
1.2.1. Planteamiento del problema.	18
1.2.2. Formulación del problema.	19
1.3 Justificación de la investigación	19
1.4 Delimitación de la investigación	21
1.5 Objetivo general	21
1.6 Objetivos específicos.....	21
1.7 Hipótesis	22
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Estado del arte.....	23
2.2 Bases teóricas	26

2.2.1. Veganismo.....	26
2.2.1.1. <i>Productos veganos</i>	26
2.2.1.2. <i>Principales beneficios de una dieta vegana</i>	27
2.2.2. Proteínas de origen vegetal.....	27
2.2.3. Hamburguesas veganas.....	28
2.2.4. La mostaza.....	28
2.2.4.1. <i>Taxonomía</i>	28
2.2.4.2. <i>Descripción botánica</i>	28
2.2.5. Quinoa.....	29
2.2.5.1. <i>Taxonomía</i>	30
2.2.5.2. <i>Descripción botánica</i>	30
2.2.5.3. <i>Contenido nutricional</i>	30
2.2.6. Vida útil de los alimentos.....	31
2.2.7. Aceites esenciales.....	31
2.2.7.1. <i>Uso de los aceites esenciales en la industria de alimentos</i>	32
2.2.7.2. <i>Metodologías de obtención de aceites esenciales</i>	32
2.2.7.3. <i>Aceite esencial de mostaza</i>	33
2.2.7.4. <i>Efecto antimicrobiano del aceite esencial de mostaza</i>	33
2.2.8. Análisis sensorial.....	34
2.2.8.1. <i>Pruebas orientadas al consumidor</i>	34
2.3 Marco legal.....	36
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).....	36
2.3.2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1673 (2013).....	37
2.3.3. Norma Sanitaria MINSa DIGESA 071.XV.2 (2008).....	38
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39

3.1 Enfoque de la investigación	39
3.1.1. Tipo de investigación	39
3.1.2. Diseño de investigación	39
3.2 Metodología	39
3.2.1. Variables	39
3.2.1.1. Variable independiente	39
3.2.1.2. Variable dependiente	39
3.2.2. Tratamientos	40
3.2.3. Diseño experimental	41
3.2.4. Recolección de datos	41
3.2.4.1. Recursos	41
3.2.4.2. Métodos y técnicas	42
3.2.5. Análisis estadístico	50
4. RESULTADOS	51
4.1 Obtención del aceite esencial de mostaza (<i>Sinapsis alba</i>) por hidrodestilación y establecimiento de 3 diferentes formulaciones de hamburguesas veganas a base de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>), empleando el aceite en 0,5 %, 0,7 % y 1 % como agente antimicrobiano	51
4.2 Análisis microbiológico de las hamburguesas veganas durante 3, 5 y 10 días de vida útil en almacenamiento mediante las normas INEN 1673 (2013) y MINSA DIGESA 071.XV.2 (2008)	51
4.3 Determinación del contenido de proteína, carbohidratos totales y lípidos al tratamiento con menor recuento microbiológico	53
4.4 Establecimiento de la aceptabilidad del producto mediante una prueba de aceptación a un panel de 75 panelistas no entrenados	54

4.4.1. Resultados prueba sensorial de aceptación.	54
4.4.2. Resultados prueba de Kolmogorov.....	56
4.4.3. Resultados prueba prueba U de Mann-Whitney.....	57
5. DISCUSIÓN.....	59
6. CONCLUSIONES.....	63
7. RECOMENDACIONES	65
8. BIBLIOGRAFÍA	66
9. ANEXOS	75
9.1 Anexo 1. Caracterización de mostaza y quinua.....	75
9.2 Anexo 2. Normativas	80
9.3 Anexo 3. Obtención del aceite esencial de mostaza	83
9.4 Anexo 4. Elaboración de hamburguesas de quinua empleando aceite esencial de mostaza.....	84
9.5 Anexo 5. Resultados análisis microbiológicos	86
9.6 Anexo 6. Resultados análisis de varianza.....	91
9.7 Anexo 7. Resultados análisis bromatológicos	93
9.8 Anexo 8. Análisis sensorial a panelistas no entrenados	94
9.9 Anexo 9. Resultados prueba de Kolmogorov análisis sensorial.....	94
9.10 Anexo 10. Resultados prueba U de Mann-Whitney.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de la mostaza	75
Tabla 2. Taxonomía de la quinua.....	75
Tabla 3. Composición nutricional de la quinua.....	75
Tabla 4. Contenido de aminoácidos esenciales en la quinua	76
Tabla 5. Requisitos bromatológicos para quinua	37
Tabla 6. Requisitos microbiológicos para quinua	37
Tabla 7. Requisitos Microbiológicos para frutos secos, semillas y granos.....	38
Tabla 8. Formulación de los tratamientos experimentales	40
Tabla 9. Cuadro de ANOVA para los tratamientos en laboratorio.....	50
Tabla 10. Resultados estadísticos de los análisis microbiológicos.	52
Tabla 11. Resultados estadísticos del recuento de mohos.....	53
Tabla 12. Resultados prueba de Kolmogorov.....	57
Tabla 13. Resultados prueba U de Mann-Whitney.....	58
Tabla 14. Resultados prueba sensorial.....	76

Índice de figuras

Figura 1. INEN 1673:2013 Quinua: Requisitos.....	81
Figura 2. Norma Sanitaria MINSA DIGESA 071.XV.2.....	82
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de hamburguesas veganas a base de quinua con adición de aceite esencial de mostaza.....	43
Figura 4. Modelo de prueba de aceptación.....	82
Figura 5. Resultados promedio tratamiento control.....	55
Figura 6. Resultados promedio del tratamiento 3.....	56
Figura 7. Interacción entre los tratamientos.....	56
Figura 9. Pesado de la semilla de mostaza.....	83
Figura 10. Proceso de hidrodestilación para la obtención de aceite esencial.....	83
Figura 11. Elaboración de la hamburguesa de quinua.....	84
Figura 12. Hamburguesa de quinua sin aceite esencial de mostaza.....	84
Figura 13. Hamburguesa de quinua adicionada con 0,5% de aceite esencial de mostaza.....	85
Figura 14. Hamburguesa de quinua adicionada con 0,7% de aceite esencial de mostaza.....	85
Figura 15. Hamburguesa de quinua adicionada con 1% de aceite esencial de mostaza.....	86
Figura 16. Resultados microbiológicos día 3, 5 y 10 T1.....	87
Figura 17. Resultados microbiológicos día 3, 5 y 10 T2.....	89
Figura 18. Resultados microbiológicos día 3, 5 y 10 T3.....	90
Figura 19. Resultados ANOVA día 3 para aerobios mesófilos, mohos y levaduras.....	91

Figura 20. Resultados ANOVA día 5 para aerobios mesófilos, mohos y levaduras.....	92
Figura 21. Resultados ANOVA día 10 para aerobios mesófilos, mohos y levaduras.....	93
Figura 22. Resultados contenidos de proteína, carbohidratos totales y lípidos....	94
Figura 23. Prueba sensorial a 75 panelistas no entrenados.....	95
Figura 24. Resultados prueba de Kolmogorov para olor, color, textura y sabor.....	95
Figura 25. Resultados prueba U de Mann-Whitney para olor, color, textura y sabor.....	96

Resumen

El presente estudio evaluó el uso del aceite esencial de mostaza como agente antimicrobiano para alargar la vida útil de las hamburguesas veganas de quinua con el fin de encontrar otra alternativa de aplicación al aceite esencial, incrementando así su producción en la industria. Se evaluaron microbiológicamente 3 tratamientos con diferentes concentraciones de aceite esencial, T1 (0.5 %), T2 (0.7%) y, T3 (1 %). Se determinó el efecto antimicrobiano a través de un recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, durante los días 3, 5 y 10 de almacenamiento. Se realizó un ANOVA para determinar el mejor tratamiento, siendo T3 el tratamiento con menor recuento presentó en los 3 día evaluados. Se evaluó el contenido de proteína, carbohidratos totales y lípidos a T3, donde se obtuvieron porcentajes de 9.98, 62.19 y 3.68 % respectivamente, finalmente se estableció la aceptabilidad del producto mediante una prueba sensorial de aceptación a 75 panelistas, donde se comparó el olor, color, textura y sabor del T0 con respecto al mejor tratamiento (T3). Los resultados sugirieron que el T3 fue superior en todos los atributos evaluados, las pruebas de Kolmogorov y U de Mann-Whitney aseguraron que hay diferencias significativas a nivel de aceptación sensorial entre el testigo absoluto y T3, esto debido a la inclusión en una mayor cantidad de aceite esencial, ya que esta pudo otorgarle mejores atributos sensoriales, se concluyó que las hamburguesas de quinua con aceite esencial de mostaza podrían competir en el mercado frente a alimentos convencionales.

Palabras claves: antimicrobiano, esencial, mostaza, quinua, sensorial.

Abstract

The present study tested the use of mustard essential oil as an antimicrobial agent to extend the shelf life of vegan quinoa hamburgers in order to find another alternative application for the essential oil, thus increasing its production in the industry. Three treatments with different concentrations of essential oil, T1 (0.5 %), T2 (0.7 %) and T3 (1 %), were evaluated microbiologically. The antimicrobial effect was determined through a count of mesophilic aerobes, molds and yeasts, during days 3, 5 and 10 of storage. An ANOVA was performed to determine the best treatment, being T3 the treatment with the lowest count presented in the 3 days evaluated. The protein, total carbohydrate and lipid contents were evaluated at T3, where percentages of 9.98, 62.19 and 3.68 % were obtained, respectively. Finally, the acceptability of the product was established by means of a sensory preference test with 75 panelists, where the odor, color, texture and flavor of T0 were compared with the best treatment (T3). The results showed that T3 was superior in all the attributes evaluated, the Kolmogorov and Kruskal Wallis tests ensured that there are significant differences in sensory acceptance between the absolute control and T3, due to the inclusion of a greater amount of essential oil, since this could provide better sensory attributes, it was concluded that quinoa hamburgers with mustard essential oil could compete in the market against conventional foods.

Key words: antimicrobial, essential, mustard, quinoa, sensory.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

En los últimos años han existido cambios de patrones tanto dietéticos como sociales motivados principalmente por la preocupación de los consumidores por su salud, la ética y la sostenibilidad que junto a la aplicación de procesos innovadores de extrusión han fomentado el auge de una dieta basada en plantas. Analizando las tendencias actuales del mercado se observa una creciente demanda de los análogos cárnicos que sustituyen, en algunos casos, en su totalidad a la proteína de origen animal que se ha usado tradicionalmente dentro de sus formulaciones (Rodríguez, 2021).

En el mismo orden de ideas, las dietas veganas son cada día más adoptadas por personas alrededor del mundo, estas decisiones son argumentadas principalmente por la ética, la salud y el cuidado al ambiente, además, que este modo de alimentación al ser muy bien equilibrado y variado, es una pieza clave que incide positivamente en los requerimientos nutricionales de los consumidores (Marrone *et al.*, 2017).

Para Alcorta, Porta, Álvarez, Tárrega, y Vaquero (2020) la idea de introducir nuevos productos que intenten ocupar este nicho de mercado que representa el comercio de alimentos veganos procesados, debe apoyarse en las opiniones del consumidor, su experiencia y aspectos por mejorar y así conseguir una mejor aceptación de los mismos, una herramienta conocida para lograr este propósito son los paneles sensoriales.

Según Zapata-Álvarez, Mejía y Restrepo-Molina (2019), en la actualidad existe un incremento en el interés por el uso de sustancias antimicrobianas de origen natural y los aceites esenciales se encuentran dentro de esta variedad de opciones

que buscan, principalmente, aumentar el tiempo de vida útil de los alimentos sobre los que son aplicados, estos aceites esenciales que producen la mayoría de las plantas son ricos en fenoles que cuentan ya con un reconocido efecto antimicrobiano como el timol, carvacrol y eugenol.

En este mismo contexto, se conoce que los alimentos poseen una vida útil muy limitada, sobre todo aquellos que por sus características deben mantenerse refrigerados sin haber recibido anteriormente algún tipo de tratamiento térmico con altas temperaturas como es el caso de las hamburguesas. La principal causa del deterioro del alimento bajo estas condiciones es la proliferación de microorganismos como mohos, levaduras y bacterias (Rawat, 2015).

En los últimos años, se ha incrementado la preferencia de los consumidores por los productos que incluyen dentro de su formulación sustancias conservantes de origen natural debido a las crecientes preocupaciones sobre el uso de conservantes sintéticos y la gran mayoría de estos conservantes naturales son compatibles con otros métodos de conservación como los tratamientos térmicos, atmósferas modificadas y recubrimientos comestibles (Mei, Xie y Ma, 2020).

La mostaza es considerada una especia de la cual se han encontrado restos en una gran cantidad de asentamientos humanos prehistóricos a lo largo de todo el continente europeo y de Asia, su principal uso es como condimento, la mostaza ha sido generalmente utilizada como un condimento para carnes, pero en la actualidad se ha demostrado que su aceite esencial posee isocionato de p-hidroxibencilo, un potente antimicrobiano con un amplio potencial en la industria de alimentos (Du *et al.*, 2020; Reguera, 2020).

Todas las semillas de mostaza carecen de aroma, pero al ser trituradas desprenden un olor punzante y, en la actualidad son tres variedades las más

utilizadas en el ámbito culinario y son la mostaza negra, la mostaza blanca o amarilla y la mostaza parda (Reguera, 2020).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2016), la quinua (*Chenopodium quinoa*) es el pseudocereal más utilizado en la alimentación humana y animal debido a su importante contenido de proteínas y carbohidratos, además de su fácil cultivo y baja inversión y en la actualidad existe una importante campaña de revalorización de este alimento a nivel mundial.

En la agroindustria, la quinua se presenta como una materia prima potencial en la elaboración de productos veganos y libres de gluten, es incorporada principalmente como harina que se puede obtener a través de la molienda de sus semillas y a partir de la misma elaborar pan o sustitutos de carne (Vilcacundo y Hernández-Ledesma, 2017).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1. Planteamiento del problema.

La población actual está inmersa en un profundo debate sobre los beneficios que podría significar la disminución del consumo de carnes rojas y procesadas debido a su relación que tienen con el deterioro de la salud cardiovascular en sus consumidores. Los fundamentos bioquímicos que se consideran como responsables de dichas consecuencias están vinculados al metabolismo de proteínas, lípidos y el sodio, las carnes procesadas contienen grandes cantidades de estos dos últimos ingredientes, sobre todo de ácidos grasos saturados y sodio (Retuerto, Roset y Salas, 2021).

Al mismo tiempo, la mayor parte de los conservantes que se utilizan para preservar alimentos son de origen sintético, de los cuales, la evidencia científica

señala que muchos de ellos son tóxicos y acarrear efectos secundarios potencialmente mortales, mientras que los conservantes de origen natural como el aceite de mostaza se presentan como una opción cuyo único efecto secundario se podría manifestar como una leve reacción alérgica a algún compuesto presente en el mismo (Kumari, Akhila, Rao y Devi, 2019).

Sin embargo, diferentes investigaciones como la de Usano, Palá y Díaz (2014) mencionan que a pesar de que el uso de los aceites esenciales es extendido en las industrias alimenticias y farmacéuticas, hay ciertos compuestos presentes en el eucalipto, clavo, canela y nuez moscada que resultan peligrosos para el sistema nervioso central si se consumen de manera directa.

Según Fernández et al. (2021), en el mundo uno de cada diez personas se enferma por consumir alimentos contaminados, estas enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) son ocasionadas por microorganismos patógenos o sustancias químicas, gran parte de estas situaciones podrían evitarse con el estudio y aplicación de nuevos conservantes de origen natural que eviten la proliferación de microorganismos en los mismos y en cualquiera de sus formas de almacenamiento.

1.2.2. Formulación del problema.

¿El uso del aceite esencial de mostaza en hamburguesas a base de quinua permitirá alargar su vida útil?

1.3 Justificación de la investigación

La importancia de conocer y extender el tiempo de vida útil de un alimento puede enfocarse desde dos puntos de vista diferentes: el enfoque del consumidor y del fabricante, al tener una perspectiva certera de la misma se le puede brindar al público la seguridad de adquirir un producto inocuo y seguro para su consumo.

Asimismo, indicarle una fecha desde la cual el producto podría mostrar deficiencias notables dentro de su composición (Fernández y García, 2017).

Los aceites esenciales por su potencial antioxidante y antimicrobiano presentan características importantes y aplicables en la industria de alimentos, sobre todo por su uso como conservante natural que alarga la vida útil de los alimentos, poniendo así al alcance de los consumidores productos libres de microorganismos patógenos, los mismos pueden ser extraídos de distintas partes de las plantas como raíces, flores, hojas, frutas, semillas y madera variando significativamente en su composición química y propiedades que confieren al alimento en que se aplica (Ceballos y Londoño, 2017).

Reyes-Jurado, Cervantes-Rincón, Bachb, López-Malo y Palou (2019) mencionan que el aceite esencial de mostaza es una alternativa potencial a los agentes antimicrobianos sintéticos utilizados actualmente en los alimentos procesados o envasados, debido a sus compuestos con alta capacidad inhibitoria de microorganismos patógenos, una de las características que otorga esta cualidad es la alta volatilidad de sus compuestos.

Las hamburguesas de quinua se muestran en la actualidad como una interesante alternativa dentro del menú de las personas que han adoptado una dieta vegana, su proteína de alto valor biológico junto con otras características físicas como su bajo nivel de retención de aceite durante la fritura en comparación con la carne de res la convierten en un producto que progresivamente ha ocupado un nicho importante en este mercado (Bahmanyar, Marzieh-Housseini, Mirmoghtadaie y Shojaee-Aliabadi, 2021).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El trabajo de investigación se llevó a cabo en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias Dr. Jacobo Bucaram Ortiz de la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Tiempo:** Tuvo una duración de 7 meses, desde febrero de 2023 hasta agosto del 2023.
- **Población:** Estuvo dirigida al público en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar el uso del aceite esencial de mostaza (*Sinapsis alba*) como agente antimicrobiano para alargar la vida útil de hamburguesas veganas a base de quinua (*Chenopodium quinoa*).

1.6 Objetivos específicos

- Obtener el aceite esencial de mostaza (*Sinapsis alba*) por hidrodestilación y establecer 3 diferentes formulaciones de hamburguesas veganas a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) con aceite esencial de mostaza en concentraciones de 0,5 %, 0, 7 % y 1 % como agente antimicrobiano.
- Analizar la calidad microbiológica (mohos, levaduras, aerobios totales) de las hamburguesas veganas durante 3, 5 y 10 días de vida útil en almacenamiento mediante las normas INEN 1673 (2013) y MINSA DIGESA 071.XV.2 (2008).
- Determinar los parámetros bromatológicos (proteína, carbohidratos totales y lípidos) al mejor tratamiento verificando su calidad microbiológica, según la INEN 1673 (2013): Quinua y sus requisitos.

- Definir la aceptabilidad del producto mediante una prueba de aceptación a un panel de 75 panelistas no entrenadas.

1.7 Hipótesis

Utilizar el aceite esencial de mostaza como agente antimicrobiano, permitirá alargar la vida útil de la hamburguesa vegana a base de quinua.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Torrigo (2021) evaluó la aceptación sensorial y el tiempo de vida útil de hamburguesas veganas formuladas con quinua, avena y lenteja en 3 diferentes tratamientos experimentales siendo T1 (60 % de quinua, 30 % de lenteja y 10 % de avena), T2 (45 % de quinua, 45 % de lenteja y 10 % de avena) y T3 (30 % de quinua, 60 % de lenteja y 10 % de avena). El tratamiento con mayor aceptabilidad fue T1 con un total 85/100 puntos por parte de los panelistas y se determinó que su tiempo de vida útil era de 60 días congelado a -18 °C.

Adrianzén, Julca, Quiñones y Yalta (2022) desarrollaron un producto utilizando diferentes concentraciones (25 %, 50 % y 75 %) de quinua y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) para determinar su contenido nutricional y aceptación organoléptica por parte de un panel sensorial. Los resultados demostraron que el tratamiento con mayor aceptación por parte de los panelistas fue el que incluía 50 % de quinua y 50 % de cañihua recibiendo una puntuación para el parámetro de sabor de 4.5/5, olor 4,25/5 color de 4,25/5 y un contenido de 11,30 % de proteína y 6,38 % de grasa.

También, Aro y Calsin (2019) elaboraron un producto alimenticio en polvo a base de quinua (28,8 %), cañihua (9,25 %), cebada (5 %) y soya (8 %) para determinar su tiempo de vida útil y aceptación organoléptica. Los análisis bromatológicos demostraron que el producto contenía un 13,40 % de proteína bruta, recuento microbiológico determinó un tiempo de vida útil de 45 días a temperatura ambiente y sin uso de conservantes naturales o sintéticos, esto debido principalmente al bajo contenido de humedad del producto (2,3 %) y el producto obtuvo un puntaje de

3.89/5 para olor, 4.01/5 para sabor, 3.84/5 para textura y 3.89/5 en aceptación general.

Porter et al. (2020) evaluaron el efecto antimicrobiano de distintas concentraciones de aceite esencial de mostaza (0,75 % y 0,5 %) y carvacrol (0,1%) contra *Salmonella spp.* en pollo refrigerado a 4 °C. Los resultados demostraron que ambos tratamientos se mantuvieron por debajo de los límites permitidos el recuento de *Salmonella spp.* en la carne de pollo durante 12 días a una temperatura de 4 °C.

Arellano y Montesdeoca (2016) valoraron el efecto del aceite esencial de jengibre y romero sobre la vida útil de análogos cárnicos a base de quinua (68 % de la composición del producto). El recuento microbiológico confirma un producto libre de microorganismos patógenos a los 15 días empacado al vacío y en refrigeración, al usarse dentro de su formulación 4100 ppm de aceite esencial de romero y 3000 ppm de aceite esencial de jengibre. Por otro lado, el análisis sensorial demostró una aceptabilidad de 4/5 puntos en los parámetros de sabor, olor y color.

Yekta et al. (2019) determinaron la calidad microbiológica de hamburguesas almacenadas en refrigeración elaboradas con sustitución del 50% de la carne de res con harina de quinua, tras tres días de almacenamiento a 4 °C el recuento microbiológico de *E. coli* (9.36×10^2 UFC/g), *S. aureus* (8.36×10^2 UFC/g) y de mohos (4.19×10^2 UFC/g) indicaban que su consumo aún era seguro y las condiciones se repitieron así hasta el día 5.

El-Sohaimi, El-Wahab, Oleneva y Tosheb (2022) analizaron el tiempo de vida útil en refrigeración de *nuggets* de pollo con recubrimiento de harina integral de quinua durante 24 días de almacenamiento a 4 °C. Los resultados demostraron que la harina integral de quinua posee propiedades que retrasan la oxidación de lípidos

y proteínas. Al finalizar los 24 días los *nuggets* con recubrimiento de harina integral de quinua mostraron un recuento microbiológico (5.8×10^3 UFC/g para aerobios mesófilos) menor que los *nuggets* sin recubrimiento (10.5×10^3 UFC/g para aerobios mesófilos).

Huamán (2020) evaluó el efecto de 3 distintas concentraciones (0.0 %, 0.5 % y 1.0 %) del aceite esencial de huacatay (*Tagetes minuta*) sobre la vida útil en refrigeración (3, 6 y 12 días) y la aceptación sensorial de hamburguesas hechas con carne de res. El recuento microbiológico demostró que usando una concentración de 0.5 % de aceite esencial de huacatay se podía extender la vida útil de la hamburguesa hasta 6 días y con la concentración de 1 % se podía extender la vida útil de la hamburguesa hasta 12 días en comparación con el testigo sin inclusión de aceite esencial, que tuvo una vida útil de 3 días, en cuanto a la aceptación sensorial el tratamiento con 0,5 % de inclusión de aceite esencial no tuvo diferencias estadísticamente significativas con el testigo convencional para los parámetros de sabor (4,75/5), olor(4,25/5), y color(4,25/5).

Avalos-Velasco, Hernández-Castro, Mejía-Orellana, Torres y Palacios-Hernández (2021) investigaron la relación entre la adición en distintas proporciones (10 %, 7.5 %, 5 % y 2.5 %) de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y la aceptación de los parámetros sensoriales de un producto lácteo fermentado. Los resultados demostraron que la adición de aceite esencial de orégano si influye en la aceptación de los parámetros organolépticos por parte de jueces semientrenados ya que el tratamiento con mejor puntuación fue el que incluía 5 % de aceite esencial dentro de la composición del producto con una puntuación de 3.9/5 para el olor, 4.1/5 para color, 4.1/5 para sabor y 4/5 para textura.

Quishpe (2019) valoró el efecto sobre las características bromatológicas y la aceptación de los atributos sensoriales que tenía la sustitución del maíz por harina precocida de quinua (10 %, 15 %, 20 % y 25 % de sustitución) en pastas. Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento con mejores características sensoriales fue el que sustituía en 10 % la harina de maíz por harina precocida de quinua con una puntuación de 3.36/5 para color, 3.04/5 para olor, 3.32/5 para sabor y 3.40/5 para textura, presentando, además, un contenido de 14.93 % de proteína y 4.54% de grasa.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Veganismo.

Según Beck y Lawding (2021), el veganismo es una “filosofía y una forma de vida” en la que se busca excluir toda forma posible de crueldad y explotación de los animales para fines alimenticios, de vestimenta o cualquier otro propósito del ser humano como sociedad. La principal diferencia con el vegetarianismo es la exclusión incluso de los productos de origen animal en los que no es necesario el sacrificio de estos para obtenerlos, como es el caso de la leche y los huevos.

2.2.1.1. Productos veganos.

La creciente preocupación por el bienestar animal y el cuidado del ambiente ha creado una importante oportunidad dentro de la industria de alimentos y en la actualidad los productos con sustitución de la proteína de origen animal por harinas vegetales son las opciones con mayor demanda dentro de este mercado, contando con 4400 productos alrededor del mundo que cumplen con esta característica, siendo los más vendidos las hamburguesas, salchichas, suplementos de proteína para deportistas, sustitutos de salsas, etc. (Curtain y Grafenauer, 2019).

2.2.1.2. Principales beneficios de una dieta vegana.

En la actualidad se mantiene asociado al veganismo y vegetarianismo con muchos efectos benéficos, directos e indirectos, sobre la salud de quienes lo practican, disminuyendo significativamente la posibilidad de padecer sobrepeso, enfermedades cardiovasculares, trastornos en la presión arterial, hígado graso no alcohólico y distintos tipos de cáncer sobre todo el cáncer de colon e, incluso, hay evidencia científica de que influye positivamente sobre la longevidad (González-Ortiz, 2021).

González (2022) menciona que los beneficios de adoptar una dieta vegetariana no solo son los efectos positivos sobre la salud física y mental de sus practicantes, sino también sobre el ámbito político, ético, cultural, socioeconómico además de que sus defensores la presentan como una opción de dieta para cualquier etapa de crecimiento del ser humano. En la academia se la maneja también como un importante campo de investigación.

2.2.2. Proteínas de origen vegetal.

Pese a que, las proteínas de origen vegetal suelen considerarse como fuentes incompletas de aminoácidos, se ha demostrado que la combinación de distintas fuentes de proteína puede suplir en distintos niveles esta carencia, la proteína vegetal, al igual que la de origen animal, son ricas en péptidos funcionales que actúan en el organismo como potenciadores del sistema inmunitario. La producción de proteínas vegetales implica también un impacto ambiental considerablemente menor en comparación con la ganadería, la pesca y la avicultura (Quesada y Gómez, 2019).

En este mismo orden de ideas, según Rosciano y Villegas (2021), los principales ingredientes utilizados en la elaboración de sustitutos de carne y productos

veganos en general son las harinas y otros subproductos del garbanzo, soya, quinua cuyas principales características son un alto contenido en proteínas, carbohidratos y fibra además de un bajo contenido de grasa.

2.2.3. Hamburguesas veganas.

En los últimos años, las hamburguesas veganas han sido un sustituto de las hamburguesas tradicionales elaboradas con carne de res, cerdo y pollo o una combinación de ellas, se caracterizan principalmente por la materia vegetal alta en proteínas utilizada para su elaboración como la soya, trigo, garbanzos, quinua, entre otros, además de formulaciones que han llegado a incluir insectos dentro de las mismas (Cole, Goele-Slough, Cox y Nolden, 2021).

2.2.4. La mostaza.

La mostaza blanca o amarilla (*Sinapsis alba*) es una planta anual de origen Mediterráneo, se encuentra clasificada dentro de la familia *Brassicaceae*, en la actualidad se encuentra dispersa por todo el mundo tanto como cultivo y también como maleza, se la puede encontrar en rotación con cultivos de cereales y en el continente americano son la única especie destinada para la producción a niveles industriales de condimentos. Es ampliamente utilizada en la elaboración de mayonesa, aderezos para ensalada e incluso como extensores de carne (Mitrović et al., 2020).

2.2.4.1. Taxonomía.

Según Uniyal y Rahal (2022), la mostaza es una planta que pertenece a la familia *Brassicaceae* (ver Anexo, Tabla 1).

2.2.4.2. Descripción botánica.

La descripción botánica de la mostaza, según Tian y Deng (2020), es la siguiente:

Altura: La planta puede alcanzar un máximo de 80 cm.

Tallos: Híspidos con presencia de pelos.

Raíz: Delgada y fusiforme

Hojas: Las hojas superiores son ligeramente más pequeñas que las inferiores y ligeramente pecioladas

Flores: Color amarillo claro con presencia de 4 sépalos divergentes de 4 a 5 mm cada uno y 4 pétalos de 8 a 10 mm cada uno.

Fruto: El fruto es una silícula de 20 a 45 mm.

Semilla: La semilla mide aproximadamente entre 1.8 a 2.5 mm y es de color amarillo pardo, son ricas en glucosinolatos, y en polifenoles diversos, así como otras sustancias estructuralmente diversas con actividad biológica.

2.2.5. Quinua.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) también conocida como “parca” en idioma quechua es una planta perteneciente a la familia *Amaranthaceae* originaria del sur de América y fue considerada como la base económica, social y alimentaria de los pueblos originarios de esta región del planeta. En la actualidad la mayor concentración de cultivos de este pseudocereal se encuentra en Bolivia siendo a la vez el mayor exportador de quinua orgánica en el mundo con el 46 % de la producción total (García-Parra, Plazas-Leguizamón, Rodríguez, Torrado y Parra, 2018).

La quinua se siembra en 4 sistemas de producción: convencional (alta dependencia de insumos externos, mano de obra y maquinaria), tradicional (generalmente con poca inversión, pero con bajos índices de productividad y producción), mixtos o alternativos (uso responsable de los medios de producción y

agroquímicos) y orgánico (con asistencia técnica y dedicado principalmente para exportación (Pinedo-Taco, Gómez-Pando y Julca-Otiniano, 2018).

2.2.5.1. Taxonomía.

Según la FAO (2018), la quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal que pertenece a la familia *Chenopodiaceae* (Ver Anexo 1, Tabla 2).

2.2.5.2. Descripción botánica.

La descripción botánica de la quinua según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (2020), es la siguiente:

Altura: La planta puede alcanzar los 2 m de altura

Tallo: El tallo central puede o no tener ramas dependiendo de la variedad y densidad del sembrado.

Hojas: Lobuladas y quebradizas

Panículas: Crecen generalmente en la punta de la planta

Flores: Pequeñas, carecen de pétalos y son generalmente bisexuales

Raíz: La raíz principal mide entre 20 y 25 cm de longitud formando una densa trama de radículas.

Semilla: Usualmente lisa y de distintos colores dependiendo la variedad encontrándose de color blanco, amarillo, rojo, rosado y marrón.

2.2.5.3. Contenido nutricional.

Según Cárdenas, Romero, Salazar, Cevallos y Ruíz (2020), la quinua es un pseudocereal que se caracteriza principalmente por el porcentaje y la calidad de la proteína presente en su constitución nutricional, pero además contiene importantes porcentajes de grasa y carbohidratos como se muestra en la Tabla 3 (Ver Anexo 1, tabla 3).

Los aminoácidos esenciales presentes se pueden observar en la Tabla 4 (Ver Anexo 1, tabla 4).

2.2.6. Vida útil de los alimentos.

La vida útil de un alimento se define como el período de tiempo en el que un alimento permanece inocuo, conserva sus características (físicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales). Para determinar este tiempo de vida útil es necesario conocer el mecanismo de deterioro con el que se pueden perder dichas características se utilizan principalmente análisis de laboratorio como lo son el análisis de microorganismos indicadores de alteración, ensayos de desafío y los indicadores físicoquímicos de deterioro (Alapont, Simón y Torrejón, 2020).

El deterioro de alimentos se produce principalmente por la producción de metabolitos desde los microorganismos, ocasionando que el alimento adquiera olores y sabores desagradables, metabolitos producidos por microorganismos como *Staphilococcus aureus*, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* son potencialmente peligrosos para la salud de las personas en caso de ser consumidos en cantidades específicas y los aerobios mesófilos son los principales responsables del deterioro de alimentos que se conservan a temperatura ambiente (Carrillo y Reyes, 2017).

2.2.7. Aceites esenciales.

Falleh, Jeema, Saada y Ksouri (2020) afirman que los aceites esenciales son líquidos de origen natural, volátiles y aromáticos que son extraídos de ciertas plantas, se presentan como una mezcla compleja de metabolitos secundarios, principalmente terpenos, compuestos fenólicos y alcoholes. Su función biológica es principalmente como antimicrobiano y son responsables del olor característico de

las plantas aromáticas lo que induce también a la atracción de insectos polinizadores ayudando así a su reproducción.

2.2.7.1. Uso de los aceites esenciales en la industria de alimentos.

Según Castro-Alayo et al. (2019) los aceites esenciales poseen dos características que los convierten en materia prima de gran utilidad para la industria de alimentos, sus propiedades físico-químicas y su actividad antimicrobiana por lo que su aplicación en los alimentos se lo realiza para aprovechar su potencial como conservante de origen natural, convirtiéndolo en una alternativa dentro de la actual tendencia en la industria por la búsqueda de sustitutos a los conservantes de origen sintético.

2.2.7.2. Metodologías de obtención de aceites esenciales.

Usano, Pala y Díaz (2014) indican que existen variadas metodologías para la obtención de aceites esenciales, sin embargo, destacan las siguientes como las más eficientes y rentables para la industria.

- **Destilación en frío:** En esta técnica la muestra vegetal se somete a una corriente de vapor de agua que arrastra los compuestos volátiles, los mismos que son recogidos en un colector y se separan por densidad e inmiscibilidad con el agua, separando así el compuesto esencial.
- **Prensado en frío:** Es el método más usado para frutas y alimentos cítricos, en él se somete a una gran presión los epicarpes para liberar su contenido, el resultado obtenido contiene pigmentos, cumarinas y diferentes antioxidantes.
- **Extracción con solventes orgánicos:** En este proceso se destila las materias vegetales con hexano, éter de petróleo o diclorometano, posteriormente se refina con un rotavapor para obtener extracto puro.

- **Hidrodestilación o arrastre de vapor:** El material vegetal a destilar se sumerge en agua hasta que esta hierve, el vapor arrastra los compuestos volátiles que, al pasar por un serpentín con refrigerante, condensan y se pueden separar por diferencia de densidades. El tiempo de destilación depende del material vegetal, pero se suele establecer entre 3 y 8 horas.

2.2.7.3. Aceite esencial de mostaza.

El aceite esencial de mostaza es un producto que se obtiene directamente de las semillas de esta planta, generalmente tiene un color amarillo oscuro y en ocasiones suele apreciarse tonos rojizos, su sabor es fuerte y picante y se extrae comúnmente mediante el prensado en frío, los nutrientes presentes en este aceite esencial son principalmente grasas mono y poli insaturadas. Dentro de su composición se encuentran también glucosinatos que le confieren propiedades antimicrobianas (Velasco et al., 2020).

2.2.7.4. Efecto antimicrobiano del aceite esencial de mostaza.

Como se mencionó con anterioridad, el aceite obtenido de las semillas de mostaza es rico en sustancias bioactivas como son los glucosinatos y los compuestos fenólicos, la sinigrina y la sinalbina son los dos glucosinatos que se encuentran en mayor proporción dentro del aceite esencial de la mostaza amarilla mientras que el ácido sinápico es el principal compuesto fenólico presente en dicho aceite esencial. Todos estos compuestos tienen una comprobada actividad antimicrobiana y antioxidante que se puede aplicar en los alimentos (Adegbeye et al., 2020).

Evidencia científica como la de Porter, Morey & Monu (2020) indica que la inclusión de aceite esencial de mostaza en matrices alimentarias como hamburguesas es efectiva en porcentajes de entre 0,41 % hasta 1 %, ya que

superiores a esto, el sabor se torna un poco amargo debido a las características propias del aceite.

2.2.8. Análisis sensorial.

Se refiere a la disciplina científica que se utiliza para medir y realizar interpretaciones de reacciones que tiene el consumidor al momento que percibe por medio de los sentidos vista, olfato, gusto, tacto u oído, diferentes tipos de alimentos o sustancias. Pruebas como estas permiten traducir que tipo de producto prefieren los consumidores en cuanto a atributos, la metodología que se establece para este tipo de análisis son las pruebas orientadas al consumidor (Ramírez, 2012).

2.2.8.1. Pruebas orientadas al consumidor.

Se emplean para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta o disgusta un producto, también son conocidas como pruebas cuantitativas de consumo, las cuales se pueden desarrollar mediante el empleo de un cuestionario a partir de tres metodologías: mediante escalas, pruebas de preferencia, y de aceptabilidad o hedónica. Estas herramientas contribuyen a obtener información sobre las percepciones del producto por parte del consumidor (Salazar, 2019).

2.2.8.1.1. Pruebas de preferencia.

Este tipo de pruebas permiten la identificación de un producto entre 2 ó más alternativas, además de elegir la mejor opción de elaboración de productos donde hayan utilizado diferentes formulaciones. De acuerdo con Liria (2007) las pruebas de preferencia se utilizan para medir factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

Las pruebas de preferencia son indispensables en el lanzamiento de nuevos productos y en estudios de análisis de mercado en la industria alimentaria, ya que

otorga resultados en cuanto a que prefiere el consumidor. Casi siempre, análisis como estos se aplican a productos diferentes (Angulo y O'Mahony, 2009).

2.2.8.1.2. Pruebas de aceptabilidad.

La prueba de aceptabilidad o también llamada “prueba hedónica”, tiene como fin evaluar los diversos atributos que pueden presentar un alimento. Por lo general, en el sector de alimentos y bebidas, se comparan ciertos parámetros sensoriales a partir de las percepciones que se generan en el individuo, las cuales son medidas a través de los sentidos, aplicando escalas hedónicas de hasta nueve puntos (Salazar, 2019).

Según el directorio de investigación Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (2014), para pruebas afectivas se debe contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados los cuales deben ser consumidores potenciales o habituales del alimento o producto que se vaya a analizar sensorialmente.

2.2.8.1.3. Escala hedónica.

Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Generalmente existen escalas de 5, 7 y 9 puntos. De acuerdo con Gaytán et al. (2019) se puede obtener resultados de aceptabilidad confiables en una escala hedónica pictográfica de cinco puntos donde; 5: me gusta mucho; 4: me gusta moderadamente; 3: no me gusta ni me disgusta; 2: me disgusta moderadamente; 1: me disgusta mucho.

2.2.8.1.4. Propiedades organolépticas de los alimentos.

Existen cuatro propiedades organolépticas principales de los alimentos, las cuales son color, olor, sabor y textura.

- Color: se da por medio del sentido de la vista y es de suma importancia ya que los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de

apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga en los alimentos (Rettig y Ah-Hen, 2014).

- Olor: La medición de olores exige el uso de la nariz humana como sensor y tiene como fin obtener resultados válidos con una elevada repetibilidad, esta característica es esencial en la selección precisa, formación, y seguimiento de los evaluadores sensoriales (Di Rubbo, Alul, Mendoza y Cuellas, 2018).

- Sabor: El sabor es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el sentido del gusto. Dicha impresión a los componentes químicos de los alimentos está determinada en un 80 % por el olfato y el 20 % restante por el paladar y la lengua. Existen 5 tipo de sabores: dulce, salado, amargo, ácido, y umami (Colorado y Rivera, 2014).

- Textura: En cuanto al perfil de textura ha sido definido como la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y de superficie de los alimentos detectados a través de los sentidos de la vista, la audición, el tacto y la cinestésica. Contempla todas las características que describen al producto en relación a la textura desde la primera mordida hasta la deglución (Puma y Núñez, 2018).

2.3 Marco legal

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (p. 13).

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay (p. 13).

Art. 350.- El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo (p. 108).

2.3.2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1673 (2013).

La quinua y sus subproductos deben de cumplir con los requisitos bromatológicos y microbiológicos que se señalan a continuación.

Tabla 5. Requisitos bromatológicos para quinua

Requisito	Valores		Método de ensayo
	MIN	MAX	
Humedad % (m / m)	--	13.5	NTE INEN 1235
Proteínas % (m / m)	10	--	ISO 20483
Cenizas % (m / m)	--	3.5	NTE INEN 1671
Grasas % (m / m)	4	--	ISO 11085
Fibra Cruda % (m / m)	3	--	NTE INEN 1671
Carbohidratos % (m / m)	65	--	Determinación Indirecta

Requisitos para contenido de proteína en hamburguesas. INEN, 2013

Tabla 6. Requisitos microbiológicos para quinua

Requisito	n	C	m	M	Método de ensayo
Mohos	5	3	10 ²	10 ⁵	NTE INEN 1529-10

Requisitos para recuento microbiológico en quinua,
n= número de unidades en la muestra,
c= número de unidades defectuosas que se aceptan,
m= nivel de aceptación,
M= nivel de rechazo.
INEN, 2013

2.3.3. Norma Sanitaria MINSA DIGESA 071.XV.2 (2008).

En la tabla 7, se indican los parámetros microbiológicos a evaluar en frutos secos (dátiles, tamarindo, otros), Semillas y Granos (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, soya, otros).

Tabla 7. Requisitos Microbiológicos para frutos secos, semillas y granos

Agente microbiano	N	C	Límite por g o MI	
			M	M
Aerobios mesófilos	5	2	10^4	10^5
Mohos	5	2	10	10^2
Levaduras	5	2	10	10^2

Requisitos para recuento microbiológico en frutos secos (dátiles, tamarindo, otros), semillas y granos (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, soya, otros),

n= número de unidades en la muestra,

c= número de unidades defectuosas que se aceptan,

m= nivel de aceptación,

M= nivel de rechazo.

MINSA DIGESA, 2008

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación.

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental, ya que se buscó obtener una formulación de hamburguesas veganas con un mayor tiempo de vida útil, también fue de laboratorio ya que se analizaron un conjunto de variables que se midieron en los resultados del experimento en estudio como fue el tiempo de vida útil del producto, el contenido de proteína, recuento microbiológico y aceptación por parte de un panel sensorial.

3.1.2. Diseño de investigación.

El diseño aplicado a la presente investigación fue de carácter experimental, ya que se formularon y plantearon tres distintos tratamientos y cada tratamiento difirió de las mezclas porcentuales en cada uno de sus ingredientes para posteriormente ser comparados los resultados obtenidos.

3.2 Metodología

3.2.1. Variables.

3.2.1.1. Variable independiente.

- Concentraciones del aceite esencial de mostaza.
- Aporte de diferentes concentraciones de harina integral de quinua.

3.2.1.2. Variable dependiente.

3.2.1.2.1. Parámetros microbiológicos.

- Recuento microbiológico (aerobios mesófilos, *Salmonella*, *E. coli* y *S. aureus*)

3.2.1.2.2. *Parámetros bromatológicos.*

- Contenido de proteína
- Contenido de grasa
- Contenido de carbohidratos
- Análisis sensorial (color, olor, sabor y textura)

3.2.2. **Tratamientos.**

Los tratamientos consistieron en aplicar distintas concentraciones del aceite esencial de mostaza (0,5 %, 0,7 % y 1 %) dentro de la formulación de hamburguesas veganas elaboradas con quinua, se tomó el estudio de Huamán (2020) como referencia para las formulaciones. Los tratamientos se encuentran detallados a continuación.

Tabla 8. Formulación de los tratamientos experimentales

Ingrediente	Testigo absoluto		T1		T2		T3	
	g	%	g	%	g	%	g	%
Quinua pre-cocida	190	95	189,9	94,95	189,5	94,75	188,9	94,45
Aceite esencial de mostaza	0	0	1	0,5	1,4	0,7	2	1
Sal	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5
Pimienta negra en polvo	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25
Cebolla en polvo	1,5	0,75	1,5	0,75	1,5	0,75	1,5	0,75
Ajo en polvo	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5
Grasa vegetal	1,5	0,75	1,5	0,75	1,5	0,75	1,5	0,75
Pan rallado	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8
Total	200 g	100 %	200 g	100 %	200 g	100 %	200 g	100 %

Porcentajes representados para los tratamientos de la presente investigación.
Cruz, 2023

3.2.3. Diseño experimental.

Para el presente trabajo de investigación se implementaron dos fases, la primera comprendió un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y un testigo absoluto sin adición de aceite esencial para comparación de resultados microbiológicos en los días 3, 5 y 10 de refrigeración a 4 °C, el que obtuvo menor conteo microbiológico se sometió a análisis de proteínas, grasas y carbohidratos. La segunda fase comprendió el análisis sensorial (Ver anexo x, figura 6) de la formulación con mejor resultado microbiológico a 75 panelistas no entrenados, los resultados se analizaron mediante una prueba de Kolmogorov.

3.2.4. Recolección de datos.

3.2.4.1. Recursos.

3.2.4.1.1. Materia prima.

- Quinoa pre-cocida
- Aceite esencial de mostaza
- Sal
- Pimienta negra en polvo
- Cebolla en polvo
- Ajo en polvo
- Grasa vegetal
- Pan rallado

3.2.4.1.2. Equipos.

- Mezcladora eléctrica marca Kuppet
- Balanza analítica marca PCE
- Mesa de trabajo de acero inoxidable

3.2.4.2. Métodos y técnicas.

3.2.4.2.1. Obtención de aceite esencial de mostaza por hidrodestilación.

Para la obtención del aceite esencial de mostaza se utilizó la metodología de hidrodestilación propuesta por Meyer, Sarmiento, Ramírez y Guevara (2018) para ello se receptaron las semillas de mostaza, se pesaron y se colocaron un primer balón del sistema, se colocó el disolvente (agua) que se llevó a 100 °C para que el vapor de agua migre al segundo balón donde se encontraban las semillas de mostaza con el fin de que el agua al ser un solvente polar arrastre los aceites esenciales sin mezclarse con ellos esto se debe a que provoca que los aceites esenciales alcancen su punto de ebullición por medio de convección.

Las semillas fueron bombardeadas por ráfagas de vapor de agua caliente a una presión constante llevando sus aceites esenciales hacia el refrigerante, este vapor se condensó en el refrigerante precipitando como una suspensión con los aceites esenciales en una fiola, que estuvo al final del sistema esperando para su recolección. Los ciclos de destilación duraron alrededor de 40 minutos, el aceite esencial se extrajo a 105 °C aproximadamente. Se realizó varios ciclos hasta alcanzar un volumen de entre 60 y 100 ml.

3.2.4.2.2. Proceso para la elaboración de las hamburguesas veganas con adición de aceite esencial de mostaza.

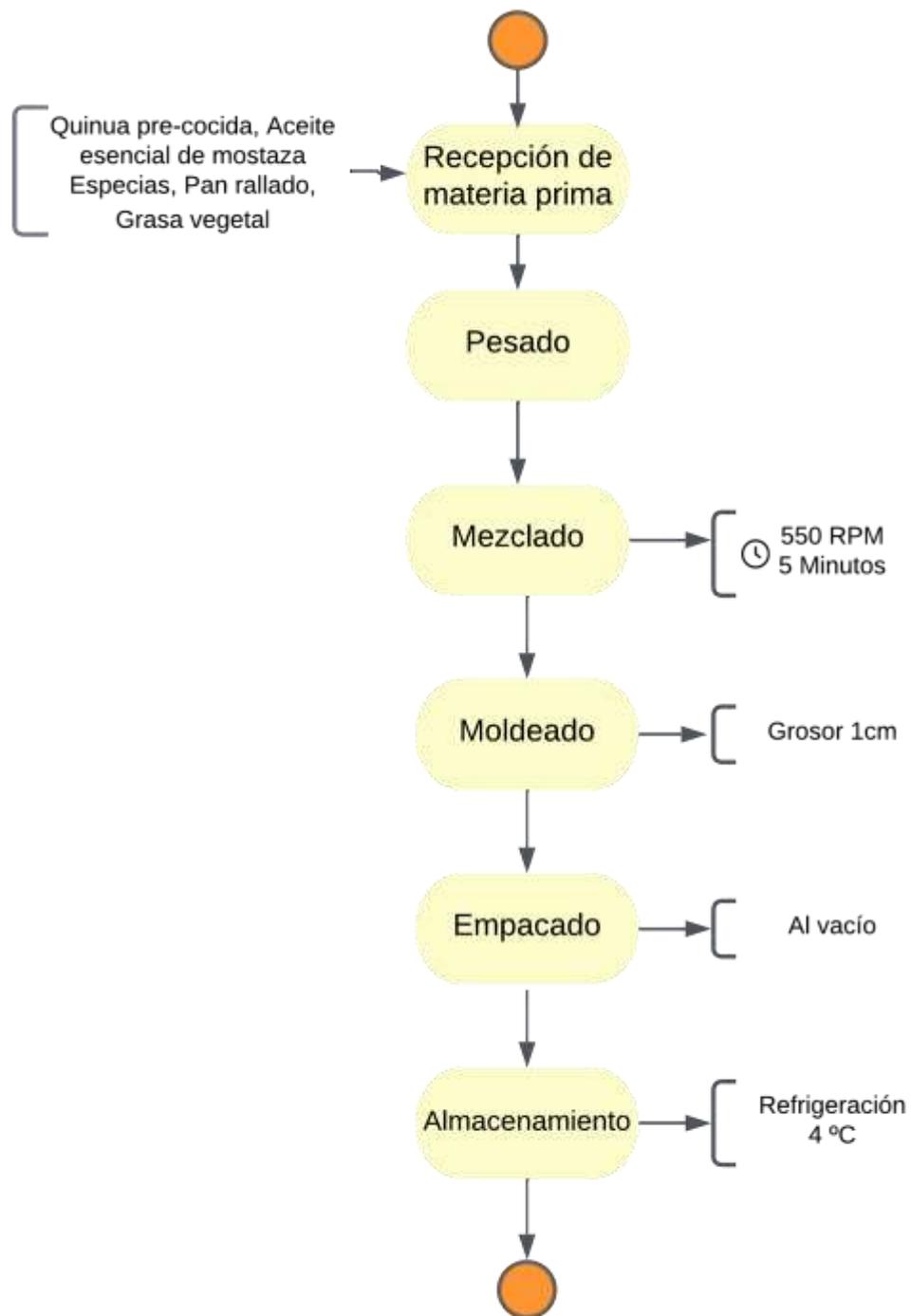


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de hamburguesas veganas a base de quinua con adición de aceite esencial de mostaza Cruz, 2023

- **Recepción de materia prima:** Se recibió la quinua pre-cocida, el aceite esencial de mostaza previamente obtenido, las especias (ajo, cebolla, pimienta en polvo), grasa vegetal y pan rallado.
- **Pesaje:** Esta operación se realizó siguiendo lo establecido por la formulación para la elaboración del producto.
- **Mezclado:** Para mezcla de los ingredientes se utilizó una mezcladora eléctrica en función de las concentraciones establecidas en cada una de las formulaciones de los tratamientos experimentales, el equipo estuvo programado a 550 rpm durante 5 minutos, en este paso antes de finalizar el tiempo requerido se añadió el aceite esencial de mostaza.
- **Moldeado:** La masa obtenida en el proceso anterior, se extendió sobre la mesa de trabajo previamente desinfectada hasta que obtuvo 1 cm de espesor, luego con ayuda de un cortador se separó en porciones circulares de 100 g cada una.
- **Empacado:** El empacado se realizó en condiciones que evitaron la contaminación del producto antes de su almacenamiento, se lo realizó de forma individual el empacado al vacío.
- **Almacenado:** Para una adecuada conservación del producto obtenido, se lo almacenó a una temperatura de 4 °C que fue la misma recomendada en la cadena de frío hasta llegar a los consumidores.

3.2.4.2.3. Recuento de mohos y levaduras.

Para el recuento de mohos y levaduras tomamos referencia el método NTE INEN 1529-10 (2013), el cual menciona lo siguiente:

Procedimiento

1. Sobre una placa de agar previamente fundido, utilizamos una pipeta estéril, transferimos 0,1 ml de la muestra si es líquido, o 0,1 ml de la suspensión inicial en el caso de otros productos. Sobre una segunda placa de agar, utilizamos una pipeta estéril fresco, transferimos 0,1 ml de la dilución decimal primera (10^{-1}) dilución (producto líquido), o 0,1 ml de la dilución 10^{-2} (otros productos). Para facilitar el recuento de bajas poblaciones de levaduras y mohos, los volúmenes pueden llegar hasta 0,3 ml de una dilución 10^{-1} de muestra, o de la muestra de prueba, si es líquido, puede ser extendido en tres placas. Repetimos estas operaciones con diluciones posteriores, utilizando una pipeta estéril nueva para cada dilución decimal. Si se sospecha un rápido crecimiento de mohos, extendimos el líquido sobre la superficie de la placa de agar con un esparcidor estéril hasta que el líquido se encuentre completamente absorbido en el medio.
2. Incubamos las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 5 días. Si es necesario, dejamos las placas de agar de pie con luz natural difusa durante 1 día a 2 días. Se recomendó incubar las placas en una bolsa de plástico abierta con el fin de no contaminar la incubadora en el caso de la difusión de los mohos de los platos

3.2.4.2.4. Recuento de aerobios mesófilos.

Para el recuento de aerobios mesófilos tomamos como referencia el método AOAC 966.23 (2005), el cual menciona los siguientes pasos enumerados, a continuación:

Procedimiento

1. De la suspensión inicial de las muestras a realizar se deben hacer diluciones decimales y el medio de cultivo se inocula.
2. El inóculo se incuba a una temperatura de 30 °C por un tiempo de 72 horas, una vez que se realizó este procedimiento se hace el conteo del número de colonias formadas.
3. El conteo del número de colonias sirvió para calcular la cantidad de microorganismos presentes por centímetro cúbico o gramo del alimento.

3.2.4.2.5. Recuento de Salmonella sp.

Para el recuento de *Salmonella sp.* tomamos como referencia el método AOAC 967.14 (2002) el cual menciona los siguientes pasos enumerados, a continuación:

Procedimiento

1. Pre-enriquecimiento en medio líquido no selectivo: La muestra de alimento balanceado inicial se sembró en agua peptona bufferada (BPW) a temperatura ambiente y después se incubó a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$.
2. Enriquecimiento en medio líquido selectivo: La muestra obtenida en la etapa 1 se inoculó en los siguientes medios líquidos:
 - Caldo Rappaport - Vassiliadis con Soja: se incubó a $41.5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$.
 - Caldo Muller - Kauffmann tetracionato/ novobiocina (MKTTn): se incubó a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$.
3. Aislamiento en medio selectivo y diferencial: Del cultivo obtenido en la etapa 2 se inocularon dos medios sólidos selectivos.

- Agar xilosa lisina desoxicolato.

- Otro medio sólido selectivo, complementario al XLD, apropiado para el aislamiento de cepas de *Salmonella typhi*.

4. El agar XLD se incubó a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24\text{h} \pm 3\text{h}$. El segundo medio selectivo fue incubado de acuerdo al procedimiento establecido por el fabricante del mismo.

5. Confirmación de colonias presuntivas aisladas: Las colonias sospechosas de *Salmonella* son aisladas nuevamente y su confirmación se realizó por sus propiedades bioquímicas y serología.

3.2.4.2.6. Recuento de *Escherichia coli*.

Para recuento de *E. coli* tomamos como referencia el método AOAC 991.14 (2002), el cual menciona los siguientes pasos enumerados, a continuación:

Procedimiento

1. El medio estuvo hidratado con 1 ml de material de muestra (diluido) y con un difusor automáticamente e incubado tamaño mediano completo en el plato de 20 cm^2 .

2. El agente gelificante solidifica, las placas se incubaron y se contaron las *E. coli* y coliformes.

3. El medio de cultivo se debe hidratar con la muestra diluida (1ml) y con un difusor luego se incubó.

4. Cuando las placas se incuban y el agente gelificante se solidifica se realizó el conteo de *E. coli* y coliformes.

3.2.4.2.7. Análisis de vida útil.

El análisis de vida útil se basó en los resultados de microbiología, mediante un estudio directo, donde se almacenó el producto en condiciones de tiempo y temperatura reales.

El análisis se basó en realizar a la muestra de la hamburguesa un control inicial de análisis microbiológicos de aerobios mesófilos (método AOAC 21TH 966.23 MODIFICADO). En una ficha de estabilidad luego de tres días se realizó el primer control evaluando aerobios mesófilos (método AOAC 21TH 966.23 MODIFICADO), mohos y levadura (método AOAC 997.02), seguidamente en dos días se reportó en la ficha el segundo control donde se realizó una prueba de aerobios mesófilos (método AOAC 21TH 966.23 MODIFICADO). Al día diez, siendo este el último control, se evaluó nuevamente aerobios mesófilos (método AOAC 21TH 966.23 MODIFICADO), mohos y levaduras (método AOAC 997.02). Todos los análisis microbiológicos discutieron basándose en las normas MINSA DIGESA 071.XV.2 (2008) e INEN 1673 (2013).

3.2.4.2.8. Análisis para la determinación del contenido de proteínas.

Para determinar el contenido de proteínas tomamos como referencia el método AOAC 920.87 (2003), el cual menciona los siguientes pasos enumerados, a continuación:

Procedimiento:

1. Colocamos 0.3 g de nuestra en el tubo de digestión Kjendahl y se adicionan 0.15 g de sulfato de cobre pentahidratado.
2. Activamos el equipo Kjeldahl y se calibro a 360° C.
3. Colocamos los tubos de digestión que se van a calentar.

4. Los tubos de digestión los ubicamos bajo la unidad extractora de gases y la misma se acciona antes de empezar el proceso.
5. Una vez que la solución tome una coloración azul verdosa dejamos reposar durante 4 horas sin retirar de la unidad extractora de gases.
6. Adicionamos 50 ml de ácido clorhídrico 0.1 N y 50 ml de ácido bórico al 4 % en un matraz de Erlenmeyer de 250 ml.
7. Encendimos el destilador y se colocaron los tubos de digestión con la muestra en solución en 10 ml de agua destilada.
8. Programamos el equipo para adicionar 40 ml de soda cáustica al 36 %.
9. Encendemos el destilador hasta que alcance un volumen de 100 a 150 ml y se recogió el agua destilada de lavado sobre el destilado. El sobrante de ácido se tituló con ácido clorhídrico 0.1 N.

Cálculo de proteína

Se multiplicó el porcentaje de proteína obtenido por un factor de conversión, que en este caso es 6.25.

3.2.4.2.9. Análisis para la determinación del contenido de grasa.

Para determinar el contenido de grasa tomamos como referencia el método AOAC 922.06 (2017), el cual menciona los siguientes pasos enumerados, a continuación:

Procedimiento

1. Determinamos la humedad, de acuerdo a NTE INEN 49.

Determinación del residuo no graso

1. Secamos el crisol filtrante a 102 ± 2 °C hasta masa constante.
2. Dejamos enfriar el crisol en el desecador y pesar.

3. Pesamos con una precisión de 10 mg, en un vaso (o cápsula) limpio y seca, aproximadamente 10 g de muestra de alimento balanceado
4. Añadimos 15-25 ml de éter de petróleo
5. Trasvasamos la solución y el residuo al crisol filtrante
6. Secamos el crisol
7. Dejamos enfriar en el desecador

3.2.5. Análisis estadístico.

En el presente trabajo de investigación se elaboró una hamburguesa vegana a base de quinua incluyendo dentro de su formulación diferentes concentraciones de aceite esencial de mostaza como agente antimicrobiano. La investigación contó de dos fases: en la primera se utilizó un ANOVA para el recuento microbiológico (Aerobios mesófilos, Mohos y Levaduras) en los días 3, 5 y 10 días de almacenamiento a 4 °C, además del análisis de contenido proteico y grasa del tratamiento que presentó menor recuento microbiológico. La segunda constó de un análisis sensorial mediante una prueba de Kolmogorov y U de Mann-Whitneyal tratamiento elegido de la fase anterior, este se realizó a 75 panelistas no entrenados.

Tabla 9. Cuadro de ANOVA para los tratamientos en laboratorio

Fuente de Variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de Libertad
Tratamiento	T-1	4-1	3
Error	N-T	12-4	8
Total	N-1	12-1	11

Representación del análisis de la varianza utilizando la tabla ANOVA.

Cruz, 2023

H0: No existen diferencias entre los tratamientos

H1: Al menos un tratamiento es diferente al resto

4. Resultados

4.1 Obtención del aceite esencial de mostaza (*Sinapsis alba*) por hidrodestilación y establecimiento de 3 diferentes formulaciones de hamburguesas veganas a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), empleando el aceite en 0,5 %, 0, 7 % y 1 % como agente antimicrobiano

Se obtuvo el aceite esencial de mostaza mediante hidrodestilación, para ello se utilizó 1 kg de semilla de mostaza (ver Anexo 3, Figura 9) y agua como solvente, todo esto en una columna de destilación que, por medio del vapor, separó las fases acuosas y lipídicas (ver Anexo 3, Figura 10). Se obtuvo un aproximado de 15 ml de aceite puro de mostaza. Una vez obtenido el aceite esencial se establecieron las tres formulaciones indicadas en el capítulo de metodología, para esto se receptó la quinua pre-cocida, el aceite esencial de mostaza previamente obtenido, las especias (ajo, cebolla, pimienta en polvo), grasa vegetal y pan rallado. Se pesaron y mezclaron los ingredientes para ser mezclados mediante el uso de una mezcladora eléctrica en función de las concentraciones establecidas en cada una de las formulaciones de los tratamientos experimentales, el mezclado se realizó a 550 rpm durante 5 minutos, en este punto se añadió el aceite esencial de mostaza. Posteriormente, la masa obtenida se extendió sobre la mesa de trabajo hasta obtener 1 cm de espesor, se dividió en porciones de 100 g (ver Anexo 4, Figura 11). Finalmente fueron empacadas y almacenadas en condiciones de refrigeración.

4.2 Análisis microbiológico de las hamburguesas veganas durante 3, 5 y 10 días de vida útil en almacenamiento mediante las normas INEN 1673 (2013) y MINSA DIGESA 071.XV.2 (2008)

Una vez obtenidos los tres tratamientos establecidos con sus respectivas formulaciones se realizó el análisis microbiológico en el cual se detalló el recuento

de mohos, levaduras y aerobios mesófilos durante los días 3, 5 y 10 de almacenamiento (ver Anexo 5, Figura 16). Los resultados obtenidos para el recuento de aerobios mesófilos se observan en la tabla 10. Los datos fueron sometidos a un ANOVA y sus medias fueron comparadas mediante una prueba de Tukey al 5 %. Los resultados demuestran que al paso de los días la calidad microbiana de las muestras decreció, específicamente se puede notar un aumento en el recuento de aerobios totales (ver Anexo 6, Figura 17). En cuanto a las diferencias observadas entre los distintos tratamientos se puede recalcar que el T1 (0.5 %), es decir, el que menor cantidad de aceite esencial de mostaza contenía, mostró las medias más altas durante el transcurso del tiempo evaluado: Día 3 (2.36×10^3 UFC/g), día 5 (2.8×10^3 UFC/g) y día 10 (2.86×10^3 UFC/g).

Tabla 10. Resultados estadísticos del recuento de aerobios totales.

Tratamiento	Día 3 (UFC/g)	Día 5 (UFC/g)	Día 10 (UFC/g)	Límites permisibles según NTE INEN 1673	
1	2.36×10^3	2.8×10^3	2.86×10^3		Sí cumple
2	0.3×10^1	0.66×10^1	0.86×10^1	10^5	Sí cumple
3	0.23×10^1	0.46×10^1	0.76×10^1		Sí cumple

Medias obtenidas en el recuento de aerobios totales a los días 3, 5 y 10 de almacenamiento
Cruz, 2023

En cuanto a los mohos, se observa que el T1 (0.5 %) es superior al T2 (0.7 %) y T3 (1%), es decir, se contabilizó una mayor cantidad de colonias de mohos en las muestras formuladas con el T1. Adicionalmente, en base a los valores obtenidos se determinó que todos los tratamientos cumplen con el límite permisible establecido por la normativa vigente nacional NTE INEN 1673 (10^5), sin embargo,

dichos valores no cumplen con la normativa extranjera MINSA DIGESA 071.XV.2 tomada como referencia.

Para el recuento de levaduras no se observaron diferencias sustanciales entre las tres formulaciones propuestas, se estableció que todos los tratamientos cumplieron con los límites permisibles indicados por la norma NTE INEN 1673.

A partir de los datos obtenidos, se estableció a T3 como el mejor tratamiento, es decir, el que mejor calidad microbiana mantuvo durante el período de evaluación.

4.3 Determinación del contenido de proteína, carbohidratos totales y lípidos al tratamiento con menor recuento microbiológico

Según los resultados obtenidos en el análisis microbiológico, se estableció como mejor tratamiento a T3 (1 %), ya que fue el que mantuvo el recuento más bajo en el día 3, 5 y 10 de almacenamiento. Se sometió a las muestras de T3 a la determinación del contenido de proteína, carbohidratos totales y lípidos, obteniéndose como resultados para proteína de 8.98 %, carbohidratos totales 62.19 % y lípidos 3.68 % (ver Anexo 7, Figura 22). La tabla 11 detalla los parámetros bromatológicos resultantes de T3.

Tabla 11. Resultados del análisis bromatológico de T3

Parámetro	Resultados	Unidad	Límites admisibles según NTE INEN 1673 (2013)		
			MIN	MAX	
Proteína	8.98	%	10	--	No cumple
Carbohidratos totales	62.19	%	65	--	No cumple
Lípidos	3.68	%	4	--	No cumple

Valores correspondientes al mejor tratamiento según los resultados microbiológicos.
Cruz, 2023

4.4 Establecimiento de la aceptabilidad del producto mediante una prueba de sensorial afectiva a un panel de 75 panelistas no entrenados

4.4.1. Resultados prueba sensorial de aceptación.

Los resultados microbiológicos demostraron que el tratamiento que menor recuento para los microorganismos evaluados presentó fue T3 (1 %), por lo que se realizó una prueba sensorial de aceptación empleando un panel de 75 panelistas no entrenados (ver Anexo 8, Figura 23), cada tratamiento fue puntuado en una escala del 1 al 5, siendo el 1 la menor preferencia y 5 la mayor. Los parámetros evaluados fueron olor, color, textura y sabor. La prueba se la realizó mediante Microsoft Forms para una mayor agilidad. Los datos obtenidos fueron tabulados y sometidos a una prueba de Kolmogorov (Ver Anexo 9, figura 24) y U de Mann-Whitney (Ver anexo 10, figura 25) para determinar si es que existen diferencias significativas entre las formulaciones comparadas (T0 y T3).

En la figura 5 se puede visualizar los puntajes promedio en los cuatro aspectos sensoriales evaluados en el tratamiento control, el mejor resultado lo obtuvo textura

con un valor de 2,2 / 5 (No me gustó). El sabor un factor relevante para un producto, obtuvo la segunda calificación más baja, eso se puede deber a la falta de condimentos que modifiquen el sabor natural de la quinua.

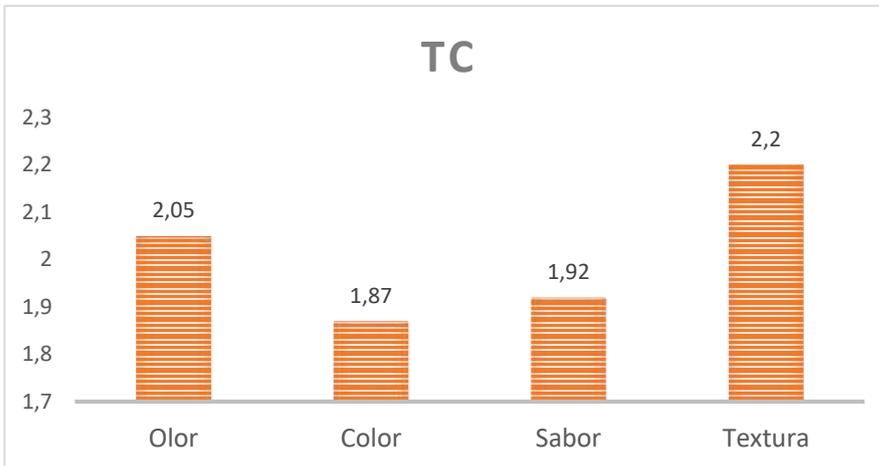


Figura 5. Resultados promedio tratamiento control Cruz, 2023

El gráfico de barras expuesto en la figura 6, se puede observar que la adición del aceite de mostaza al 1 % modificó la textura, pues pudo emulsificar y convertir en chiclosa la hamburguesa, el olor y el sabor mantuvieron valores similar tratamiento anterior, sin embargo, el color varió, esto se puede ser debido a que la presencia de una mayor cantidad de aceite dora de forma más rápida la capa exterior al momento de cocer las hamburguesas.

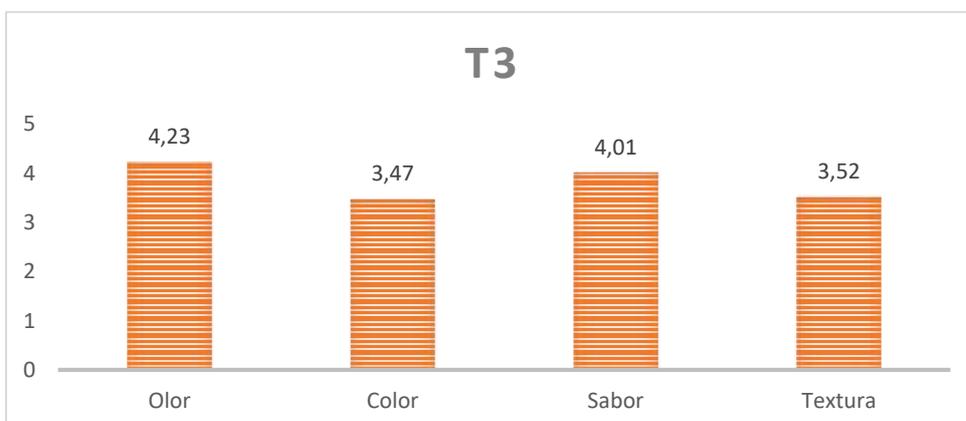


Figura 6. Resultados promedio del tratamiento 3 Cruz, 2023

En la figura 7 se puede observar la comparación de todas las medias obtenidas en el TC y el T3, siendo el tratamiento 3 el que presentó una mayor aceptación. Estos resultados se pueden comprobar estadísticamente en la prueba de Kolmogorov.

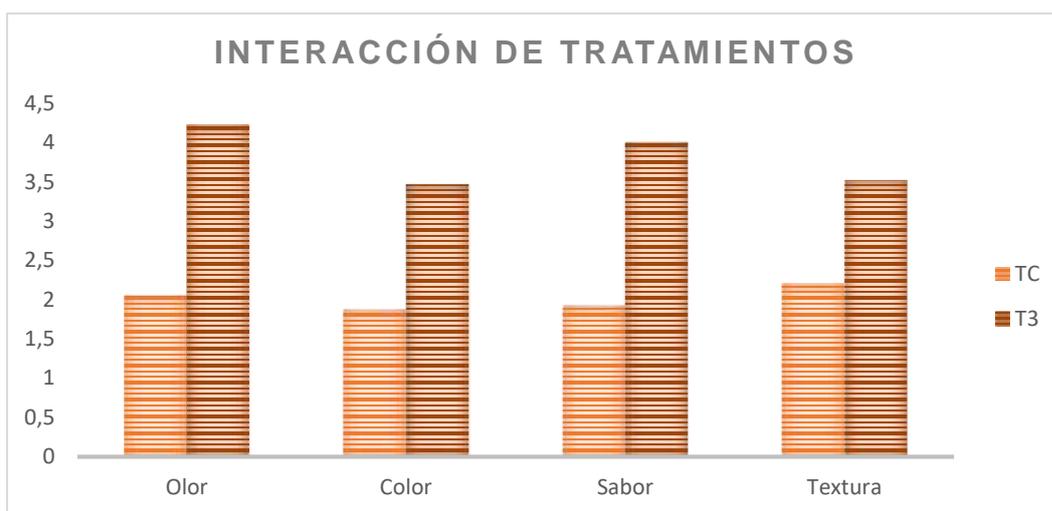


Figura 7. Interacción entre los tratamientos
Cruz, 2023

4.4.2. Resultados prueba de Kolmogorov.

La tabla 12 detalla los resultados obtenidos mediante la prueba de Kolmogorov indicando la media, la varianza y el p-valor.

Como se aprecia en la tabla 12, el p – valor es inferior al nivel de significancia (0.05) en todas las comparaciones realizadas, por lo que es correcto interpretar que los datos obtenidos en el análisis sensorial no siguen una distribución normal, por lo tanto, para conocer si existen diferencias sustanciales entre los tratamientos a evaluar, las medias fueron analizadas mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Tabla 12. Resultados prueba de Kolmogorov

Parámetro	Media	Varianza	P - valor
Olor	3.14	1.65	<0.0001
Color	2.67	1.06	<0.0001
Textura	2.86	0.81	<0.0001
Sabor	2.97	1.44	<0.0001

Resultados del análisis sensorial realizados al tratamiento de control y al mejor tratamiento obtenido según la calidad microbiológica.

Cruz, 2023

4.4.3. Resultados prueba U de Mann-Whitney.

Los resultados obtenidos del análisis sensorial fueron sometidos a la prueba U de Mann-Whitney para determinar si existen diferencias estadísticamente válidas entre el T0 y el T3 (1 % de adición de aceite esencial de mostaza). La tabla 13 detalla los valores alcanzados y el p - valor para los parámetros de olor, color, textura y sabor.

Como se observa, todos los atributos sensoriales manifestaron diferencias sustanciales entre el tratamiento de control y el tratamiento 3, el olor obtuvo una media de 2.71 en T0 y de 4.29 en T3. El color por su parte alcanzó una media de 2.21 para T0 y para T3 una de 3.88, la textura así mismo experimentó un incremento significativo, ya que para T0 obtuvo una media de 2.50 mientras que para T3 una de 3.80. Finalmente, el sabor también experimentó un aumento entre las medias analizadas, para T0 obtuvo 2.57 de media y para T3 obtuvo 4.02. El p-valor obtenido en todos los parámetros evaluados (<0.0001) fue inferior al nivel de

significancia establecido (0.05), lo cual sugiere que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento de control y el T3.

Tabla 13. Resultados prueba U de Mann-Whitney

Tratamiento	Olor	Color	Textura	Sabor
0	2.71	2.21	2.50	2.57
3	4.29	3.88	3.80	4.02
p - valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Medias y p- valor obtenidos en la prueba de U de Mann-Whitney ($p > 0,05$).
Cruz, 2023

5. Discusión

El presente estudio tuvo como principal objetivo evaluar el uso de aceite esencial de mostaza como agente microbiano que permita alargar la vida útil de hamburguesas veganas elaboradas a partir de quinua, los resultados obtenidos se pueden contrastar con los alcanzados por Torrico (2021) trabajo en el cual evaluó la aceptación sensorial y el tiempo de vida útil de hamburguesas veganas formuladas en tres tratamientos con distintos porcentajes de quinua, lenteja y avena, T1: 60 %, 30 % y 10 %; T2: 45 %, 45 % y 10 % y T3: 30 %, 60 % y 10 % de cada materia prima, el tratamiento que obtuvo una mayor aceptabilidad fue T1 con una puntuación de 85/100, lo cual no se aleja del tratamiento con mayor aceptación de la presente investigación (T3), ya que en ambos casos es el tratamiento que incluye la mayor cantidad de quinua (60 % y 94.45 % respectivamente), esta gran aceptación puede deberse a las propiedades sensoriales positivas que otorga la quinua en alimentos cocidos, principalmente dotados por la reacción de Maillard ocasionada por la presencia de una gran cantidad de quinua, en donde sus proteínas y azúcares sometidos a altas temperaturas generan color, sabor y olor a tostado (Luna, 2021), que en muchos casos es deseable en determinados alimentos, como es el caso de las hamburguesas. En cuanto a los resultados microbiológicos, el estudio contrastado demostró un tiempo de vida útil fue de 60 días en condiciones de congelación, sin agregarle ningún agente antimicrobiano, mientras que los tratamientos evaluados en esta investigación únicamente alcanzaron una vida útil de 10 días en condiciones de refrigeración, esto debido a que la temperatura de congelación inhibe de una manera más drástica la proliferación bacteriana.

A su vez, Aro y Calsin (2019) determinaron que la vida útil de su producto elaborado a base de quinua, cañihua, cebada y soya es de 45 días a temperatura ambiente y sin la presencia de conservantes, esto gracias al bajo contenido de humedad (2.3 %), ya que al tratarse de un producto extruido, la mayoría del agua libre presente fue evaporada durante el proceso de extrusión, por otra parte, la hamburguesa de quinua tiene formulada en el presente estudio, contiene una notoria presencia de humedad, lo cual facilitó que el tiempo de vida sea menor. Adicionalmente se realizaron estudios bromatológicos, en el cual se obtuvo un 13.40 % de proteína, el porcentaje obtenido en el actual estudio fue de 8.98 %. Esta diferencia puede deberse a que la cañihua es una fuente vegetal rica en proteína aportándole a la formulación 13.23 % de proteína por 100 g de materia prima. En cuanto a los resultados del análisis sensorial, es correcto afirmar que el olor mostró superioridad en el T3 formulado en la presente investigación con una media de 4.23, en contraste a la media obtenida para este atributo por los autores citados, ya que registraron una media de 3.89. El sabor obtuvo la misma puntuación media en ambos estudios (4.01), mientras que la textura fue superior en el estudio de Aro y Casin (2019). La diferencia de sabor pudo darse debido a que la cañihua presenta un característico sabor dulce, lo cual pudo haber ocasionado rechazo a los panelistas, en cuanto a textura, la diferencia podría radicar en la crocancia aportada por la misma cañihua, resultando más aceptable que las hamburguesas de quinua.

Por otra parte, el estudio de Porter, Morey y Monu (2020) acerca del efecto antimicrobiano del aceite esencial de mostaza en dos concentraciones (0.75 y 0.5%) junto a carvacrol a 0.1 % contra *Salmonella* spp en muestras de pollo a 4 °C demostró que los dos tratamientos evaluados alcanzaron mantenerse por debajo de los límites permitidos durante 12 días, estos resultados se asemejan a los

obtenidos en el presente estudio, ya que en el transcurso de 10 días no se superaron los límites establecidos por la Norma Sanitaria MINSa DIGESA 071.XV.2 para aerobios, mohos y levaduras en ninguno de los tratamientos, siendo T3 el que menor recuento registró. Esta similitud demuestra el potencial del aceite esencial de mostaza como conservante natural para ser utilizado en una variedad de productos debido a su amplia actividad antimicrobiana (Monu et al., 2014).

El trabajo experimental realizado por Arellano y Montesdeoca (2016) en el cual se evaluó el efecto de aceite esencial de jengibre y romero sobre la calidad microbiológica de análogos cárnicos a base de quinua, los resultados demostraron que el producto no presentó contaminación microbiana durante 15 días en condiciones de refrigeración y empaçado al vacío, estos resultados se distancian levemente con los obtenidos en esta investigación, principalmente debido al empaçado del producto final, ya que las condiciones de vacío alargaron la vida útil de los análogos de carne (Arroyo et al., 2018).

Por su parte, Yekta et al. (2019) formuló tres tratamientos de hamburguesas sustituyendo 50 % de la carne de res con harina de quinua y los sometió a análisis microbiológico a los tres días de almacenamiento a 4 °C, sus resultados, *E. coli* (9.36×10^2 UFC/g), *S. aureus* (8.36×10^2 UFC/g) y de mohos (4.19×10^2 UFC/g) sugirieron que el consumo de las hamburguesas era seguro hasta el día 5, en la presente investigación se obtuvieron resultados que aseguran que el producto es inocuo hasta el día 10 de almacenamiento a 4 °C, además se apreció un recuento muy inferior con respecto al contenido de mohos, ya que para los autores citados se registró 4.19×10^2 UFC/g mientras que esta investigación registra <10 UFC/g . Esta diferencia radica principalmente en la formulación, ya que al haber incluido aceite esencial de mostaza se alargó la vida útil del producto, además que inhibió

de gran manera el crecimiento de mohos en las hamburguesas de quinua, también tendría influencia al contenido de humedad de las muestras.

Los resultados obtenidos por El-Sohaimi, El-Wahab, Oleneva y Tosheb (2022) muestran similitudes con los arrojados en el presente estudio, ya que al analizar el tiempo de vida útil de *nuggets* de pollo recubiertos con quinua en condiciones de refrigeración obtuvo que el recuento microbiológico fue menor (5.8×10^3 UFC/g para aerobios mesófilos) que el de los *nuggets* sin recubrimiento (10.5×10^3 UFC/g para aerobios mesófilos), de la misma forma, las hamburguesas de quinua formuladas con aceite esencial de mostaza mostraron un comportamiento parecido, esta similitud se dio gracias a la capacidad para retrasar la oxidación de lípidos y proteínas que posee la quinua, lo cual, en el caso de este estudio resulta de manera conjunta con el aceite esencial de mostaza en un doble efecto positivo para alargar la vida útil del producto, lo que a su vez explica que el recuento para mesófilos sea menor 0.76×10^1 .

Por último, los resultados expuestos por Quishpe (2019) en su estudio acerca de la sustitución de harina de maíz y trigo por harina de quinua en 4 concentraciones (10, 15, 20 y 25 %) difieren a los alcanzados en la presente investigación a nivel bromatológico, ya que para el primer caso se obtuvo un 14.93 % de proteína y 4.54 % de grasa, mientras que para el segundo se obtuvo 8.98 % y 3.68 % respectivamente. Esta diferencia se dio debido a la formulación de los tratamientos evaluados, ya que Quishpe utilizó mayores cantidades de harina de quinua, la cual le otorgó el elevado nivel proteico, a su vez incrementó el contenido graso, la interacción con la harina de trigo y maíz potenció este aumento, mientras que en el caso de las hamburguesas, la cantidad de quinua es inferior, lo cual se vio reflejado en sus resultados bromatológicos.

6. Conclusiones

Se obtuvo el aceite esencial de mostaza (*Sinapsis alba*) por hidrodestilación y se establecieron 3 diferentes formulaciones de hamburguesas veganas a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) incluyendo el aceite esencial de mostaza en concentraciones de 0,5 %, 0, 7 % y 1 % como agente antimicrobiano, donde se logró obtener un aproximado de 15 ml de aceite puro de mostaza listo para incluir en las formulaciones propuestas.

Se analizó la calidad microbiológica (Mohos, Levaduras, Aerobios Totales) de las hamburguesas veganas durante 3, 5 y 10 días de vida útil en almacenamiento acorde lo indicado en las normas INEN 1673 (2013) y MINSA DIGESA 071.XV.2 (2008) se pudo determinar que el producto permanece inocuo durante los 10 primeros días de almacenamiento en condiciones de refrigeración, así mismo, se concluyó que la adición de aceite esencial de mostaza en concentraciones de 1 % inhibió de mejor manera la proliferación microbiana, ya que el T3 fue estadísticamente el que presentó menores medias de recuento para todos los agentes microbiológicos evaluados.

Se determinaron los parámetros bromatológicos (Proteína, carbohidratos totales y lípidos) al mejor tratamiento verificando su calidad microbiológica según la INEN 1673 (2013): Quinua y sus requisitos, en este caso, el T3 fue sometido a análisis bromatológicos obteniéndose un contenido de 8.98 % de proteína, 62.19 % de carbohidratos totales y 3.68 % de lípidos, por lo que se concluye que la adición de quinua y aceite esencial alteraron la composición proximal del alimento, otorgándole un mayor aporte proteico.

Se estableció la aceptabilidad del mejor tratamiento (T3) mediante una prueba de aceptación a un panel de 75 panelistas no entrenadas, lo cual determinó que el tratamiento 3 fue el que presentó una mayor aceptación en todos los parámetros evaluados, ya que obtuvo mayores medias estadísticas, el p – valor obtenido en la prueba U de Mann-Whitney fue inferior al nivel de significancia (0.05) en todas las comparaciones realizadas, por lo que es correcto concluir que existió una diferencia significativa a nivel de aceptación sensorial en todos los parámetros entre el testigo absoluto y T3.

7. Recomendaciones

Se recomienda homogenizar bien la masa al momento de realizar las hamburguesas para asegurar un mayor efecto antimicrobiano, esto para que cada partícula de las muestras se mantenga en contacto con el aceite esencial de mostaza y así se ejerza de mejor manera el efecto antimicrobiano.

Se recomienda realizar investigaciones futuras en las cuales se evalúen en periodos más largos de tiempo la viabilidad, el comportamiento y la inhibición de las hamburguesas formuladas con quinua y aceite esencial de mostaza, para así poder establecer nuevas condiciones de almacenamiento.

Se recomienda continuar investigando la obtención y aplicación de aceites esenciales extraíbles de raíces, tallos, y más especies vegetales, para de esta forma ampliar las aplicaciones en la industria de muchas especies sin valor productivo.

8. Bibliografía

- Adegbeye, M., Elghandour, M., Faniyi, T., Rivero, N., Barbabosa-Pilego, A., Zaragoza-Bastida, A., & Salem, A. Z. (2020). Antimicrobial and antihelminthic impacts of black cumin, pawpaw and mustard seeds in livestock production and health. *Agroforestry Systems*, 94(4), 1255-1268. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-018-0337-0>
- Adriánzén, O., Julca, A., Quiñones, L., y Yalta, R. (2022). Barras de cereales a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y hierro hemínico. *Revista Científica Pakamuros*, 10(1), 106-119. Recuperado de: <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/272>
- Alapont, C., Simón, P., Torrejón, M. (2020). La vida útil de los alimentos. Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos.
- Alcorta, A., Porta, A., Álvarez, M. D., Tárrega, A., y Vaquero, M. P. (2020). Percepción del consumidor hacia productos veganos-vegetarianos. *IV congreso virtual FESNAD 2020 (Zaragoza, 3 al 6 de noviembre de 2020)*. Recuperado de: <https://digital.csic.es/handle/10261/228238>
- Arellano, A. y Montesdeoca, F. (2016). *Evaluación de preservantes naturales, para incrementar el tiempo de vida útil de análogos proteicos elaborados con quinua* (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Aro, J. M., y Calsin, M. (2019). Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* W), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A), cebada (*Hordeum vulgare* L.), maíz (*Zea mays* L.), haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glycine max* L.) por el proceso de cocción-extrusión. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 21(2), 293-303.

- Arroyo, C., Reynoso, C., y García, M. (2018). Evaluación del efecto de la presión de vacío y potencial Hidrógeno sobre la vida útil de embutidos de pollo (*Gallus gallus domesticus*). *Revista de Sistemas Experimentales*, 5(15), 17-23. http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol5num15/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V5_N15_4.pdf
- Avalos-Velasco, R., Hernández-Castro, J., Mejía-Orellana, W., Torres, B., y Palacios-Hernández, D. J. (2021). Evaluación de la adición de diferentes dosis de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) en la elaboración de queso semi madurado y su efecto en la conservación de sus propiedades organolépticas. *Revista Agrociencia*, 5(20), 6-15. Recuperado de: <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/21>
- Bahmanyar, F., Hosseini, S. M., Mirmoghtadaie, L., & Shojaee-Aliabadi, S. (2021). Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. *Meat Science*, 172, 108305. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174020307373>
- Beck, V., & Ladwig, B. (2021). Ethical consumerism: veganism. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12(1), e689. Recuperado de: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.689>
- Carrillo M., y Reyes, A. (2017). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA*, 2(3), 3. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063620>
- Castro-Alayo, E., Chávez-Quintana, S., Auquiñivín-Silva, E., Fernández-Jeri, A., Cruz, O., Rodríguez-Hamamura, N. y Sepúlveda-Ahumada, D. (2019).

Aceites esenciales de plantas nativas del Perú: Efecto del lugar de cultivo en las características fisicoquímicas y actividad antioxidante. *Scientia*

Agropecuaria, 10(4), 479-487. Recuperado de:

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S165913212019000100010&script=sci_arttext

Ceballos, V., y Londoño, L. (2017). Aceites esenciales en la conservación de alimentos. *Revista MICRO-CIENCIA Investigación, Desarrollo e Innovación*. 6 (1), 35-45. Recuperado

de:<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17599>

Cole, E., Goeler-Slough, N., Cox, A., & Nolden, A. (2022). Examination of the nutritional composition of alternative beef burgers available in the United States. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(4), 425-432.

Recuperado de:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09637486.2021.2010035>

Curtain, F., & Grafenauer, S. (2019). Plant-based meat substitutes in the flexitarian age: an audit of products on supermarket shelves. *Nutrients*, 11(11), 2603.

Recuperado de: <https://www.mdpi.com/563642>

Du, X., Zeng, T., Feng, Q., Hu, L., Luo, X., Weng, Q., & Zhu, B. (2020). The complete chloroplast genome sequence of yellow mustard (*Sinapis alba* L.) and its phylogenetic relationship to other *Brassicaceae* species. *Gene*, 731, 144-170. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378111920300093>

El-Sohaimy, S., El-Wahab, A., Miral, G., Oleneva, Z., & Toshev, A. (2022). Physicochemical, organoleptic evaluation and shelf life extension of quinoa

- flour-coated chicken nuggets. *Journal of Food Quality*, 2022. Recuperado de:
<https://www.hindawi.com/journals/jfq/2022/9312179/>
- FAO. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. www.fao.org/publications/es
- FAO. (2018). *La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>
- Falleh, H., Jemaa, M., Saada, M., & Ksouri, R. (2020). Essential oils: A promising eco-friendly food preservative. *Food Chemistry*, 330, 127268. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620311304>
- Fernández, J., y García, T. (2017). *Predicción de la vida útil de los alimentos Serie: Investigación Publicaciones del Área de Estudios de Postgrado*.
- Fernández, S., Marcía, J., Bu, J., Baca, Y., Chávez, V., Montoya, H., Varela, I., Ruíz, J., Lagos, S., y Ore, F. (2021). Enfermedades transmitidas por Alimentos (Etas); una alerta para el Consumidor. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), 2284–2298. Recuperado de:
https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V5I2.433
- García-Parra, M., Plazas-Leguizamón, N., Rodríguez, C., Torrado, C., y Parra, J. (2018). Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en relación con el suelo y el clima: una revisión. *Informador técnico*, 82(2), 241-249. Recuperado de
[:http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1451](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1451)
- Gaytán, J., Solís, M., López, L., Cobos, L., y Silva, S. (2019). Desarrollo y evaluación sensorial se un postre de gelatina funcional del Fruto rojo de *Stenocereus queretaroensis* (F.A.C. Weber) Buxbaum. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 576-580.

- González-Ortiz, J. (2022). Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). Recuperado de: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/16661>
- González, M. (2022). Vegetarianismo y Veganismo en la Formación e Investigación en Educación Física y el Deporte. Una Perspectiva desde Ecuador. *Revista Científica Hallazgos* 21, 7(1), 22-41. Recuperado de: <https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/554>
- Huamán, M. (2020). *Evaluación de la influencia del aceite esencial de huacatay (Tagetes minuta) en la conservación de la hamburguesa de carne de res (Bos taurus)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas, Perú.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 1529:2013 Control microbiológico de los alimentos. mohos y levaduras viables. recuentos en placa por siembra en profundidad. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN 1673:2013 Quinoa: Requisitos. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1673-1R.pdf>
- Kumari, P., Akhila, S., Rao, Y., & Devi, B. (2019). Alternative to artificial preservatives. *Syst. Rev. Pharm*, 10, 99-102. Recuperado de: <https://www.sysrevpharm.org/articles/alternative-to-artificial-preservatives.pdf>
- Liria, M. (2007). *Guía para evaluación sensorial de alimentos*. Lima: Publicaciones Agro Salud.

- Marrone, G., Guerriero, C., Palazzetti, D., Lido, P., Marolla, A., Di Daniele, F., & Noce, A. (2021). Vegan diet health benefits in metabolic syndrome. *Nutrients*, 13(3), 817. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/3/817>
- Mei, J., Ma, X., & Xie, J. (2020). Review on natural preservatives for extending fish shelf life. *Foods*, 8(10), 490. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/551970>
- Meyer, G., Sarmiento, O., Ramírez, R., y Guevara, O. (2018). Evaluación del rendimiento del aceite esencial de caléndula (*Calendula officinalis* L.) obtenido por OAHD. *Revista ION (Versión Web)*, 31(1). doi:10.18273/revion.v31n1-2018002
- Mitrović, P., Stamenković, O., Banković-Ilić, I., Djalović, I., Nježić, Z., Farooq, M., & Veljković, V. (2020). White mustard (*Sinapis alba* L.) oil in biodiesel production: A review. *Frontiers in plant science*, 11, 299. Recuperado de: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00299/full>
- MIDAGRI, (2020) *Quinoa, ficha técnica*.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasd/ecultivosemergentes/QUINUA.pdf>
- Monu, E. A., David, J. R. D., Schmidt, M., & Davidson, P. M. (2014). Effect of white mustard essential oil on the growth of foodborne pathogens and spoilage microorganisms and the effect of food components on its efficacy. *Journal of Food Protection*, 77(12), 2062-2068. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-257>
- NTS N°071-MINSA DIGESA-V.01. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de alimentos y bebidas de consumo humano*. Lima, Perú: Publicaciones Ministeriales de la República del Perú.

- Pinedo-Taco, R., Gómez-Pando, L., y Julca-Otiniano, A. (2018). Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(15), 399-409. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282018000300399&script=sci_abstract&tlng=pt
- Porter, J., Morey, A., & Monu, E. (2020). Antimicrobial efficacy of white mustard essential oil and carvacrol against *Salmonella* in refrigerated ground chicken. *Poultry Science*, 99(10), 5091-5095. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579120303898>
- Quesada, D., y Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de nutrición clínica y metabolismo*, 2(1), 79-86. Recuperado de: <http://199.89.53.2/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/102>
- Quishpe, S. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (Chenopodium quinoa) y maíz (Zea mays) en la calidad sensorial de la pasta* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador.
- Ramírez, J. (2012). *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor*. Cali, Colombia: Publicaciones de ReCiTeLa.
- Reguera, M. (2020). La mostaza una de las especias picantes utilizadas desde la antigüedad. *The Gourmet Journal*. 30(2) 25-32. Recuperado de: <https://www.thegourmetjournal.com/a-fondo/mostaza/>
- Reyes-Jurado, F., Cervantes-Rincón, T., Bach, H., López-Malo, A., y Palou, E. (2019). Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de orégano mexicano (*Lippia berlandieri*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y mostaza (*Brassica*

nigra) en fase gaseosa. *Cultivos y productos industriales*, 131, 90-95.

Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669019300457>

Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian journal of plant science and Research*, 5(4), 47-56. Recuperado de:

[https://www.academia.edu/download/60960043/food-spoilage-](https://www.academia.edu/download/60960043/food-spoilage-microorganisms-and-their-prevention20191020-53292-qxr8t.pdf)

[microorganisms-and-their-prevention20191020-53292-qxr8t.pdf](https://www.academia.edu/download/60960043/food-spoilage-microorganisms-and-their-prevention20191020-53292-qxr8t.pdf)

Retuerto, M., Roset, P., y Salas, R. (2021). Consumo de carnes rojas y procesadas y su impacto sobre la salud cardiovascular en España. *Atención Primaria*, 53(1), 1–2. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102133>

Rodríguez, L. (2021). *Desarrollo de una hamburguesa vegana a partir de proteína texturizada de guisante*.(Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid. Valladolid, España.

Rosciano, C., y Villegas, S. (2021). *Desarrollo de un embutido vegetal estilo longaniza manabita, a base de proteína de soya texturizada* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Salazar, D. (2019). Aplicabilidad de cuestionarios aplicados a pruebas sensoriales gastronómicas orientados al producto y al consumidor. *INNOVA Research Journal*, 4(3), 116-130. doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v4.n3.2019.970>

Torrico, I. (2021). *Formulación de hamburguesa vegetal a base de quinua (Chenopodium quinua), Avena (Avena Sativa) y Lenteja (Lens culinaris)* (Tesis de posgrado). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia

Uniyal, D., & Rahal, A. (2022). Phytochemical and proximate analysis of mango leaves and yellow mustard seed. *The Pharma Innivation Journal*, 11(3), 453-457. Recuperado de:

<https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue3S/PartG/S-11-2-272-970.pdf>

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. (2014). *Análisis sensorial*. Puebla: Publicaciones de la UPAEP.

Usano, J., Palá, J., y Díaz, S. (2014). Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad antibacteriana. *REDUCA*, 7(2), 60-70. Obtenido de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/1553>

Velasco, L., Reza, C., Estrada, M., Manríquez, M., Torres, E., y Barrios, A. (2020). Estudio de la obtención de aceite de semillas de mostaza por dos métodos convencionales. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 6(6), 535-539. Recuperado de: <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/7760>.

Vilcacundo, R., & Hernández-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799316301679>

Yekta, M., Rezaei, M., Nouri, L., Azizi, M., Jabbari, M., Eş, I., & Khaneghah, A. (2020). Antimicrobial and antioxidant properties of burgers with quinoa peptide-loaded nanoliposomes. *Journal of Food Safety*, 40(2), e12753.

Zapata-Álvarez, A., Mejía, C. E., y Restrepo-Molina, D. A. (2019). Efecto Protector de un Antimicrobiano Natural Frente a *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* y *E. coli* en Salchicha y Mortadela. *Información Tecnológica*, 30(2), 235–244. Recuperado de: <https://doi.org/10.4067/S0718-0764201900020023>

9. Anexos

9.1 Anexo 1. Caracterización de mostaza y quinua

Tabla 1. Taxonomía de la mostaza

Clasificación	Nombre
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Sinapsis</i>
Especie	<i>S. alba</i>

Clasificación taxonómica de la mostaza.
Uniyal y Rahal, 2022

Tabla 2. Taxonomía de la quinua

Clasificación	Nombre
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>C. quinoa</i> Wild

Clasificación taxonómica de la quinua.
FAO, 2018

Tabla 3. Composición nutricional de la quinua

Variedad	Proteínas	Grasas	Carbohidratos
<i>Chenopodium quinoa</i> Wild	13,1 g	5,8 g	68,9 g

Presencia de nutrientes por cada 100 g de quinua fresca.
Cárdenas et al., 2019

Tabla 4. Contenido de aminoácidos esenciales en la quinua

Aminoácido	mg
Histidina	4.6
Isoleucina	7
Lisina	7.3
Metionina	2.1
Fenilalanina	5.3
Treonina	5.7
Triptófano	0.9
Valina	7.6
Ácido aspártico	8.6
Ácido glutámico	16.2
Cisteína	7
Tirosina	6.7
Arginina	7.4
Prolina	3.5
Glicina	5.2

Presencia de nutrientes por cada 100 g de quinua fresca.
Cárdenas et al., 2019

9.2 Anexo 2. Resultados análisis sensorial.

Tabla 14. Resultados prueba sensorial.

Tratamiento	Olor	Color	Textura	Sabor
0	3	3	2	2
0	2	2	3	1
0	2	2	4	2
0	2	2	3	2
0	2	2	2	1
0	2	2	2	2
0	5	3	4	3

0	5	5	5	5
0	2	2	3	2
0	2	2	2	2
0	2	2	3	2
0	2	2	2	2
0	2	2	3	2
0	2	2	3	2
0	1	2	1	1
0	2	2	2	2
0	2	2	3	2
0	2	2	2	2
0	2	1	2	2
0	3	2	3	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	2	2	1
0	2	2	3	2
0	2	2	2	1
0	2	1	2	2
0	2	2	2	1
0	2	1	2	1
0	2	2	2	2
0	2	2	2	2
0	2	2	2	1
0	2	2	2	2
0	2	2	2	1
0	2	2	2	2
0	2	2	2	2
0	2	1	2	2
0	2	1	2	2
0	2	2	2	2
0	2	1	2	2
0	2	2	2	2
0	2	2	2	2
0	1	2	2	1
0	1	2	2	2
0	1	2	2	2
0	2	1	2	2
0	2	2	2	2
0	2	2	2	2

3	4	4	4	4
3	4	4	4	4
3	3	3	3	3
3	4	4	4	4
3	4	4	4	4
3	4	4	4	4
3	4	4	4	4
3	3	4	4	4

Valores tabulados a partir del análisis sensorial afectivo realizado a los 3 tratamientos propuestos.

Cruz, 2023

9.3 Anexo 3. Normativas



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1673:2013

Primera revisión

QUINUA. REQUISITOS

Primera edición

QUINUA. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, Cereales, leguminosas y productos derivados, quinoa.
AG 03.04-412
CDU: 633.1
ICS: 67.080

4.1.5 *Requisitos bromatológicos.* La quinua en grano debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos bromatológicos de la quinua

REQUISITO	VALORES		
	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %(m/m)	-	13,5%	NTE INEN 1235
Proteínas, %(m/m)	10,0 %	-	ISO 20483
Cenizas, %(m/m)	-	3,5 %	NTE INEN 1671
Grasa, %(m/m)	4,0 %	-	ISO 11085
Fibra cruda, %(m/m)	3,0 %		NTE INEN 1671
Carbohidratos, %(m/m)	65,0 %		Determinación indirecta

4.1.6 *Requisitos microbiológicos.* La quinua debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 4.

TABLA 4. Requisitos microbiológicos de la quinua

MICROORGANISMO	N	c	VALORES		Método de ensayo
			M	M	
Mohos	5	3	10 ⁻²	10 ⁻⁵	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras que se van a examinar

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable.

Figura 1. INEN 1673:2013 Quinua: Requisitos INEN, 2013

MINISTERIO DE SALUD No. 591-2008/H.M.S.A

REPUBLICA DEL PERU



Resolución Ministerial

Lima, 27 de AOSTO del 2008

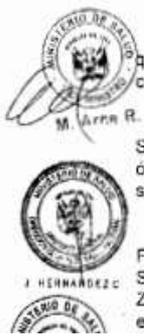
Visto: el Expediente N° 07-051670-002, que contiene el Oficio N° 5868-2008/DG/DIGESA, cursado por la Dirección General de Salud Ambiental;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 92° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud establece que la Autoridad de Salud de nivel nacional es la encargada entre otros, del control sanitario de los alimentos y bebidas;

Que, el literal a) del artículo 25° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud, señala que la Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA es el órgano técnico-normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente;

Que, el literal c) del artículo 49° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA, establece como función general de la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis de la DIGESA, concertar y articular los aspectos técnicos y normativos en materia de inocuidad de los alimentos, bebidas y de prevención de la



14.5 Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y Semillas (castañas, mani, pecanas, nuez, almendras, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 ²
Levaduras	3	3	5	1	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²

Figura 2. Norma Sanitaria MINSA DIGESA 071.XV.2
MINSA DIGESA, 2008

9.4 Anexo 4. Escala prueba de aceptación

HAMBURGUESA VEGANA DE QUINUA ADICIONADA DE ACEITE ESENCIAL DE MOSTAZA

Género: Masculino Femenino

Edad: _____

Indicaciones generales:

La prueba sensorial mide la aceptabilidad de un producto basándose en diferentes factores, por lo que: Pruebe la muestra, y señale el nivel de agrado de acuerdo a los puntajes de referencia del 1 al 5 para cada uno de los atributos evaluados.

¡MUCHAS GRACIAS!



Atributo	PUNTAJE
Color	
Olor	
Sabor	
Textura	

Comentarios

Figura 4. Modelo de prueba de aceptación
Cruz, 2023

9.5 Anexo 5. Obtención del aceite esencial de mostaza



Figura 9. Pesado de la semilla de mostaza
Cruz, 2023



Figura 10. Proceso de hidrodestilación para la obtención de aceite esencial
Cruz, 2023

9.6 Anexo 6. Elaboración de hamburguesas de quinua empleando aceite esencial de mostaza



Figura 11. Elaboración de la hamburguesa de quinua
Cruz, 2023



Figura 12. Hamburguesa de quinua sin aceite esencial de mostaza
Cruz, 2023



Figura 13. Hamburguesa de quinua adicionada con 0,5% de aceite esencial de mostaza.
Cruz, 2023



Figura 14. Hamburguesa de quinua adicionada con 0,7% de aceite esencial de mostaza.
Cruz, 2023



Figura 15. Hamburguesa de quinua adicionada con 1% de aceite esencial de mostaza
Cruz, 2023

9.7 Anexo 7. Resultados análisis microbiológicos



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 35295-2023						
						Fecha: 06 de junio del 2023
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Cuayaquí					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	21.1	Humedad (%)	61.1			
Fecha de Inicio de Análisis	26 de mayo del 2023 - (Días: 3)					
Fecha de Finalización del análisis	31 de mayo del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T1 0.5%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	2.4×10^2	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	3×10^3	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 35295-2023						
Fecha: 06 de junio del 2023						
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	19.4	Humedad (%)	60.14			
Fecha de Inicio de Análisis	28 de mayo del 2023 - - (Días: 5)					
Fecha de Finalización del análisis	2 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T1 0.5%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	2.9×10^3	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	3×10^3	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 35295-2023						
Fecha: 9 de junio del 2023						
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	18.8	Humedad (%)	68.28			
Fecha de Inicio de Análisis	4 de junio del 2023 - (Días: 10)					
Fecha de Finalización del análisis	13 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T1 0.5%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	2.9×10^3	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	3.5×10^3	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

Figura 16. Resultados microbiológicos día 3, 5 y 10 T1 Cruz, 2023



INFORME DE RESULTADOS
IDR 35295-2023

Fecha: 06 de junio del 2023

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	21.1	Humedad (%)	61.1			
Fecha de Inicio de Análisis	28 de mayo del 2023 -- (Días: 3)					
Fecha de Finalización del análisis	31 de mayo del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T2 0.7%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	0.3 x 10 ⁵	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones: 1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. 3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. 4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. 5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



INFORME DE RESULTADOS
IDR 35295-2023

Fecha: 06 de junio del 2023

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	19.4	Humedad (%)	60.14			
Fecha de Inicio de Análisis	28 de mayo del 2023 -- (Días: 5)					
Fecha de Finalización del análisis	2 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T2 0.7%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	0.7 x 10 ⁵	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones: 1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. 3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. 4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. 5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 35295-2023						
						Fecha: 9 de junio del 2023
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	18.8	Humedad (%)	58.28			
Fecha de Inicio de Análisis	4 de junio del 2023 - (Días: 10)					
Fecha de Finalización del análisis	9 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T2 0.7%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	0.9 x 10 ¹	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. 3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. 4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. 5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

Figura 17. Resultados microbiológicos día 3, 5 y 10 T2 Cruz, 2023

INFORME DE RESULTADOS						
IDR 35295-2023						
						Fecha: 06 de junio del 2023
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	21.1	Humedad (%)	61.1			
Fecha de Inicio de Análisis	26 de mayo del 2023 - (Días: 3)					
Fecha de Finalización del análisis	31 de mayo del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T3 1.0%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	0.2x 10 ¹	UFC/g	
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	
		Levaduras		<10	UFC/g	
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. 3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen. 4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada. 5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

FOR ADM. 04 R01



Página 1 de 1





INFORME DE RESULTADOS

IDR 35295-2023

Fecha: 06 de junio del 2023

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	19.4	Humedad (%)	#0.14			
Fecha de Inicio de Análisis	28 de mayo del 2023 -- (Días: 5)					
Fecha de Finalización del análisis	2 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T3 1.0%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	0.5×10^3	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	<10	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; pip = Peso Peso; pv = Peso Volumen.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						



INFORME DE RESULTADOS

IDR 35295-2023

Fecha: 9 de junio del 2023

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	18.8	Humedad (%)	#0.28			
Fecha de Inicio de Análisis	4 de junio del 2023 - (Días: 10)					
Fecha de Finalización del análisis	9 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T3 1.0%	UBA-35295-1	Aerobios Totales	BAM-FDA CAP. #3 2001 (Recuento en placas)	0.8×10^2	UFC/g	10
		Hongos	INEN 1529-10 1998 (Recuento en placa)	10	UFC/g	10
		Levaduras		<10	UFC/g	10
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; pip = Peso Peso; pv = Peso Volumen.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						

Figura 18. Resultados microbiológicos día 3, 5 y 10 T3 Cruz, 2023

9.8 Anexo 8. Resultados análisis de varianza

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aerobios Totales	9	1,00	1,00	4,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11176992,67	2	5588496,33	5029,14	<0,0001
Tratamiento	11176992,67	2	5588496,33	5029,14	<0,0001
Error	6667,33	6	1111,22		
Total	11183660,00	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=83,51203

Error: 1111,2222 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	2366,67	3	19,25 A
2	3,00	3	19,25 B
3	2,33	3	19,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 19. Resultados ANOVA día 3 para aerobios mesófilos.
Cruz, 2023

Aerobios totales

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aerobios totales	9	1,00	1,00	6,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15616603,56	2	7808301,78	2342,33	<0,0001
Tratamiento	15616603,56	2	7808301,78	2342,33	<0,0001
Error	20001,33	6	3333,56		
Total	15636604,89	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=144,64467

Error: 3333,5556 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	2800,00	3	33,33 A
2	6,67	3	33,33 B
3	4,67	3	33,33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 20. Resultados ANOVA día 5 para aerobios mesófilos
Cruz, 2023

Aerobios totales

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aerobios totales	9	1,00	1,00	3,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16342046,00	2	8171023,00	7352,45	<0,0001
Tratamiento	16342046,00	2	8171023,00	7352,45	<0,0001
Error	6668,00	6	1111,33		
Total	16348714,00	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=83,51620

Error: 1111,3333 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	2866,67	3	19,25	A
2	8,67	3	19,25	B
3	7,67	3	19,25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 21. Resultados ANOVA día 10 para aerobios mesófilos Cruz, 2023

9.9 Anexo 9. Resultados análisis bromatológicos



ANALYTICAL LABORATORIES®
TESTING & CONSULTING

INFORME DE RESULTADOS
IDR 35296-2023

Fecha: 19 de junio del 2023

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	CRUZ KEVIN					
Dirección	Guayaquil					
Teléfono	-					
Contacto	Sr. Kevin Cruz					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Hamburguesa	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Envoltura de aluminio	Fecha de recepción	25 de mayo del 2023			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.1	Humedad (%)	59.1			
Fecha de inicio de Análisis	16 de junio del 2023		- (Días: 3)			
Fecha de Finalización del análisis	19 de junio del 2023					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación
Hamburguesa vegana a base de quinua adicionada con aceite esencial de mostaza T3 1.0%	UBA-35296-1	Proteína	ISO 11085	8,96	%	--
		Carbohidratos totales	Determinación directa	62,19	%	--
		Lípidos	ISO 11085	3,68	%	--
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos; p/p = Peso Peso; p/v = Peso Volumen.						
4. <10 Ausencia de crecimiento en la menor dilución empleada.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados.						



UBA ANALYTICAL LABORATORIES
KEVIN CRUZ
RODRIGO VILLAGRA



Av. Carlos L. Plaza Darín, Cda. La FAE No. 20 solar 12 / Frente al primer bloque de la Atarazana
 Conmutador: 04 2289 578 / 04 801 7 745 - Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671
 Email: info@ubalab.com
 Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com

Figura 22. Resultados contenidos de proteína, carbohidratos totales y lípidos Cruz, 2023

9.10 Anexo 10. Análisis sensorial a panelistas no entrenados



Figura 23. Prueba sensorial a 75 panelistas no entrenados.
Cruz, 2023

9.11 Anexo 11. Resultados prueba de Kolmogorov análisis sensorial

Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov)

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
Olor	Normal (3,14,1,65)	3,14	1,65	150	0,31	<0,0001

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
Color	Normal (2,67,1,06)	2,67	1,06	150	0,26	<0,0001

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
Textura	Normal (2,86,0,81)	2,86	0,81	150	0,27	<0,0001

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
Sabor	Normal (2,97,1,44)	2,97	1,44	150	0,29	<0,0001

Figura 24. Resultados prueba de Kolmogorov para olor, color, textura y sabor.
Cruz, 2023

9.12 Anexo 12. Resultados prueba U de Mann-Whitney

Prueba de Wilcoxon para muestras independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
Tratamiento	Olor	0	3	109	41	2,71	4,29	1,21	0,56	4564,50	<0,0001
Tratamiento	Color	0	3	109	41	2,21	3,88	0,81	0,33	5093,50	<0,0001
Tratamiento	Textura	0	3	109	41	2,50	3,80	0,77	0,40	4879,00	<0,0001
Tratamiento	Sabor	0	3	109	41	2,57	4,02	1,17	0,27	4547,00	<0,0001

Figura 25. Resultados prueba U de Mann-Whitney para olor, color, textura y sabor Cruz, 2023