



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

“DESARROLLO DE UN TURRÓN NUTRITIVO A BASE DE GERMINADOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) Y CHÍA (*Salvia hispánica*)”

Perfil de Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.

AUTORES:

Rea Rosero Viviana Jazmín

Ubilluz Medina Kimberly Nicole

TUTOR:

Ing. José Luis Altuna MSc.

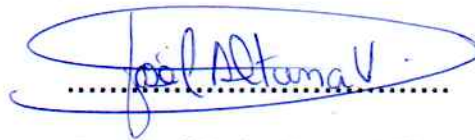
GUARANDA - ECUADOR

2024

TEMA:

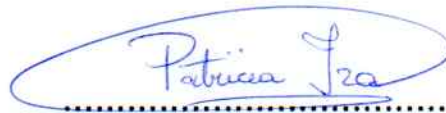
“DESARROLLO DE UN TURRÓN NUTRITIVO A BASE DE GERMINADOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) Y CHÍA (*Salvia hispánica*)”

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is "José Luis Altuna". Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. José Luis Altuna MSc.

TUTOR

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is "Patricia Iza". Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. Alim. Patricia Iza PhD.

PAR LECTOR

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is "Marcelo García". Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. Marcelo García MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Kimberly Nicole Ubilluz Medina, con CI: 1600824526 y Viviana Jazmín Rea Rosero, con CI: 0202433140, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Kimberly Nicole Ubilluz Medina

CI: 1600824526



Viviana Jazmín Rea Rosero

CI: 0202433140



Ing. José Luis Altuna MSc.

CI: 1802538056

TUTOR



ESCRITURA N° 20240201004P00280

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:

VIVIANA JAZMIN REA ROSERO Y
KIMBERLY NICOLE UBILLUZ MEDINA
CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 2 COPIA

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy miércoles a los diecisiete días del mes de abril del año dos mil veinticuatro, ante mi **DOCTORA MS. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, las señoritas **VIVIANA JAZMIN REA ROSERO**, de estado civil soltera y **KIMBERLY NICOLE UBILLUZ MEDINA**, de estado civil soltera, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliada la primera en comparecer en la parroquia San Pablo de Atenas, cantón San Miguel, provincia de Bolívar y de paso por este cantón de Guaranda, con número celular cero nueve nueve cinco nueve cinco siete uno nueve ocho; y, con correo electrónico vivianarea775@gmail.com; y, la segunda, en comparecer domiciliada en la parroquia Baños, cantón Baños de Agua Santa, provincia Tungurahua y de paso por este cantón de Guaranda, con número celular cero nueve nueve nueve ocho nueve cinco cuatro uno seis; y, con correo electrónico kimberlyubilluz.96@gmail.com; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, a petición de la compareciente se adjunta sus documentos personales como es la cedula y de votación, como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotros: **VIVIANA JAZMIN REA ROSERO**, de estado civil soltera y **KIMBERLY NICOLE UBILLUZ MEDINA**, de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **"DESARROLLO DE UN TURRÓN NUTRITIVO A BASE DE GERMINADOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus*) Y CHÍA (*Salvia hispánica*)"**. previo a la obtención del título de Ingenieras Agroindustriales, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a las comparecientes por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----



SRTA. VIVIANA JAZMIN REA ROSERO.

C.C. 09024 33 140



SRTA. KIMBERLY NICOLE UBILLUZ MEDINA.

C.C. 1600824526



DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis_Turron_Germinados_2024.pdf

AUTOR

Viviana Nicole Rea Ubilluz

RECuento DE PALABRAS

22248 Words

RECuento DE CARACTERES

127316 Characters

RECuento DE PÁGINAS

122 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.0MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 17, 2024 12:00 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 17, 2024 12:07 PM GMT-5

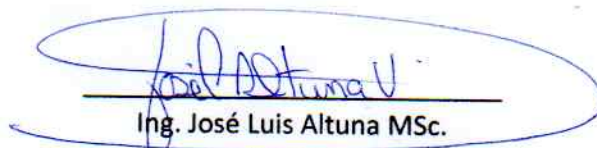
● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Bloques de texto excluidos manualmente


Ing. José Luis Altuna MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios quien ha sido mi luz de esperanza y fortaleza para cumplir una etapa muy importante en mi vida.

Mi más profundo agradecimiento a mis queridos y adorados padres José y Marisol quienes con su amor, paciencia, confianza me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por enseñarme que rendirse no es una opción, por haber contribuido significativamente a formar a la persona que hoy soy, por inculcándome la perseverancia y dedicación, a no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos por ser ejemplo de superación y llenarme de amor, por corregirme cuando me equivoco y hacerme recordar que los sueños son posibles si luchas con fe y optimismo aun cuando todo párese en contra.

Viviana Jazmín Rea

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi más sentido agradecimiento todos aquellos que han realizado contribuciones significativas para la realización de esta tesis

Primeramente, agradezco a Dios por estar siempre conmigo, a mis Padres gracias por ser los principales promotores de mi vida por cada día confiar en mí y en mis expectativas a mi Padre José Rea por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida por cada consejo y por cada una de sus palabras que me motivaron a seguir siempre adelante y no rendirme a mi amada Madre Marisol Rosero por el apoyo incondicional en todas mis etapas de mi vida quien ha sido el soporte especial fuente de amor inagotable

Agradezco también a mis hermanos por el apoyo y motivación de cada día que me han brindado

A la Universidad Estatal de Bolívar y a todos los expertos que compartieron sus experiencias y conocimientos ya que este logro no hubiera sido posible sin sus enseñanzas y contribuciones, gracias por ser parte de este importante capítulo en vida académica.

Mi más agradecimiento a mi tutor Ingeniero José Luis Altuna por ser mentor ejemplar por compartir sus sabiduría y experiencias conmigo por guiarme en este proceso muy importante para mí en mi vida académica para lograr mi meta.

Viviana Jazmín Rea

DEDICATORIA

Le dedicó el resultado de este trabajo de investigación primero a Dios porque ha sido el quien en el transcurso de todo este tiempo me ha regalado vida y sabiduría para poder culminarlo y nunca me soltó la mano siempre me dio la esperanza de poder hacerlo.

Quiero dedicar este trabajo a mi ángel del cielo Mamá Pepita, ella fue siempre mi luz en los momentos de oscuridad y tinieblas en todo este largo caminar, ahora ella estará orgullosa de lo que me eh convertido una mujer profesional y llena de valores.

Agradezco rotundamente a mi hermano con quien he compartido varios momentos y siempre ha estado para mí en las buenas y malas animándome para ser una persona de bien, así mismo mi gratitud a Christian por sus valiosos consejos y apoyo en esta fase de mi vida y por la colaboración brindada a lo largo de mi educación.

Finalmente, mi tesis se la dedico a mi madre Vanessa Medina por ser el motor en mi vida, por poner su fe y confianza en mí para ver este sueño hecho realidad, fue gracias a ella que, con su amor incondicional, su trabajo y su humildad me apoyo y nunca se rindió para verme cosechar el fruto de todos mis esfuerzos, gracias mamá.

Kimberly Nicole Ubilluz

AGRADECIMIENTO

Primeramente, mi sincero agradecimiento es a Dios por brindarme la sabiduría en este largo caminar universitario por ser quien me cobijo y me guio en los tiempos adversos. Un agradecimiento profundo a mi madre Vanessa, quien ha sido mi apoyo en mi vida, mi empuje y mi guía quien con su amor me lleno de ganas para nunca rendirme a pesar de las circunstancias, gracias a ella he podido alcanzar mis sueños plasmados. Extiendo mi agradecimiento a mi hermano por ser alguien muy importante en mi vida que con su amor incondicional nunca me dejo sola. Gracias a Christian Pérez por su apoyo constante y sus consejos brindados que me enseñaron a nunca bajar los brazos y hacerme ver que cuando uno tiene metas planteadas, todo se puede lograr, gracias por existir.

Mi gratitud también va para la Universidad Estatal de Bolívar a la carrera de Agroindustrias, que me abrieron las puertas para culminar mis estudios en el ámbito académico y formarme como profesional, gracias a mis profesores quienes formaron parte de mi vida, en la carrera universitaria otorgándome conocimientos y valores en sus clases impartidas.

Debo agradecer de manera especial a mi tutor de tesis, el Ing. José Luis Altuna por el apoyo y la confianza que puso en este trabajo investigativo para tener la capacidad de guiarnos, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis sino también el apoyo moral para nunca desanimarnos y seguir adelante. Debo destacar también que gracias a su paciencia y la disponibilidad de tiempo ha sido la clave para culminar los objetivos perseguidos, Muchas gracias Profesor.

Kimberly Nicole Ubilluz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Descripción	Pág
DEDICATORIA		IV
AGRADECIMIENTO		V
ÍNDICE DE CONTENIDOS		VIII
ÍNDICE DE TABLAS		XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....		XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....		XVI
RESUMEN.....		XVII
SUMMARY		XVIII
CAPÍTULO I.....		1
1.1. INTRODUCCIÓN		1
1.2. PROBLEMA		3
1.2.1.Planteamiento del problema		3
1.2.2.Situación del problema		3
1.2.3.Formulación del problema.....		4
1.2.4.Sistematización del problema.....		4
1.3. OBJETIVOS		5
1.3.1.Objetivo General.....		5
1.3.2.Objetivos Específicos		5
1.4. HIPÓTESIS.....		6
1.4.1.Hipótesis nula		6
1.4.2.Hipótesis alterna		6
CAPÍTULO II		7
2. MARCO TEÓRICO		7
2.1. Germinados		7

2.1.1. Características de los germinados.....	8
2.1.2. Composición química de los germinados	9
2.1.3. Beneficios de los germinados	9
2.1.4. Usos y aplicación de los germinados.....	10
2.1.5. Proceso de obtención de los germinados	10
2.2. Pseudocereales	10
2.2.1. Características nutritivas.....	11
2.2.2. Pseudocereales germinados	11
2.3. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	12
2.3.1. Taxonomía de la quinoa	12
2.3.2. Composición química de la quinoa	13
2.3.3. Valor nutricional de la quinoa	13
2.3.4. Germinados de quinoa	13
2.4. Amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>).....	15
2.4.1. Taxonomía del amaranto	15
2.4.2. Composición química del amaranto	15
2.4.3. Valor nutricional del amaranto	16
2.4.4. Germinados de amaranto	16
2.5. Chía (<i>Salvia hispánica</i>).....	17
2.5.1. Taxonomía de la chía.....	18
2.5.2. Composición química de la chía.....	18
2.5.3. Valor nutricional de la chía	19
2.5.4. Germinado de chía.....	19
2.6. Secado de germinados.....	20
2.7. Turrónes	20
2.7.1. Características de los turrónes	21

2.7.2. Valor nutricional de los turrónes	21
2.7.3. Función de los insumos	22
2.8. Análisis bromatológico	23
2.9. Análisis sensorial	23
CAPÍTULO III.....	24
3. MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1. Ubicación de la investigación	24
3.1.1. Localización de la investigación.....	24
3.1.2. Situación geográfica y climática de la localidad	24
3.1.3. Zona de vida	25
3.2. Materiales.....	25
3.2.1. Material experimental.....	25
3.2.2. Materias primas	25
3.2.3. Materiales de campo	25
3.2.4. Materiales de laboratorio	25
3.2.5. Equipos	26
3.3. Métodos.....	26
3.3.1. Factores en estudio para secado de germinados	26
3.3.2. Tratamientos	27
3.3.3. Características del experimento.....	27
3.3.4. Diseño experimental	27
3.3.5. Modelo de análisis de varianza (ANOVA).....	28
3.3.6. Modelo de pruebas de rangos múltiples	28
3.3.7. Factores en estudio para el turrón nutritivo	29
3.3.8. Tratamientos	30
3.3.9. Características del experimento.....	30

3.3.10. Variables respuestas del experimento	31
3.3.11. Diseño experimental.....	31
3.3.12. Modelo de análisis de varianza (ANOVA)	31
3.3.13. Modelo de pruebas de rangos múltiples.....	32
3.4. Metodología experimental	32
3.4.1. Parámetros aplicados en la obtención de germinados	33
3.4.2. Análisis físico y químico de los germinados frescos y secos	34
3.4.3. Descripción del proceso de secado de germinados	35
3.4.4. Diagrama de flujo del proceso de secado de los germinados	36
3.4.5. Cinética de secado y modelación matemática	37
3.4.6. Descripción de la elaboración de turrón nutritivo	38
3.4.7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de turrón nutritivo	39
3.4.8. Análisis sensorial para el turrón	40
3.4.9. Análisis estadístico	40
3.4.10. Análisis bromatológico del turrón.....	40
3.4.11. Análisis microbiológico	43
CAPÍTULO IV.....	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Análisis fisicoquímico de las materias primas “germinados de quinua, amaranto y chía	44
4.1.1. Germinado de quinua.....	44
4.1.2. Germinados de amaranto	45
4.1.3. Germinados de chía	47
4.2. Condiciones óptimas del secado de los germinados de quinua, amaranto y chía.....	49
4.2.1. Cinética de secado	49

4.2.2. Modelos matemáticos de la cinética de secado	51
4.3. Determinación del mejor tratamiento del turrón mediante pruebas sensoriales	57
4.3.1. Atributo color	57
4.3.2. Atributo olor	59
4.3.3. Atributo sabor	61
4.3.4. Atributo textura.....	62
4.3.5. Atributo aceptabilidad	64
4.4. Análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento del turrón.....	66
4.4.1. Análisis bromatológico.....	66
4.4.2. Análisis microbiológico.....	67
CAPÍTULO V	69
5.1. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	69
5.1.1. Hipótesis nula	69
5.1.2. Hipótesis alterna	69
5.2.3. Verificación de hipótesis	69
5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.2.1. Conclusiones.....	70
5.2.2. Recomendaciones	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Descripción	Pág
1.	Composición química de germinados de leguminosas	9
2.	Clasificación taxonómica de la quinua	12
3.	Composición química de la quinua	13
4.	Composición química de los germinados de quinua.....	14
5.	Clasificación taxonómica del amaranto	15
6.	Composición química del amaranto	16
7.	Composición química del germinado de amaranto	17
8.	Clasificación taxonómica de la chía.....	18
9.	Composición química del germinado de chía	20
10.	Análisis proximal del turrón tradicional	21
11.	Localización de la investigación	24
12.	Situación Geográfica y Climática	24
13.	Factores de estudio para el secado de los germinados	26
14.	Combinación de niveles de los factores	27
15.	Características del experimento	27
16.	Análisis de varianza ANOVA para el diseño AxB	28
17.	Factores de estudio para el turrón nutritivo.....	29
18.	Combinación de los tratamientos en la investigación	30
19.	Características del experimento	30
20.	Variables respuestas	31
21.	Análisis de varianza ANOVA para el diseño AxB	32
22.	Valores promedios de humedad, cenizas, fibra, proteína y pH de la quinua y los germinados	44

23. Valores promedios de humedad, cenizas, fibra, proteína y pH del amaranto y los germinados.....	46
24. Valores promedios de humedad, cenizas, fibra, proteína y pH de la chía y los germinados	47
25. Valores del proceso de secado de los germinados	49
26. Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T1	51
27. Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T2....	52
28. Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T3....	53
29. Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T4....	54
30. Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T5....	55
31. Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T6....	56
32. Análisis de varianza para el atributo color.....	57
33. Prueba de rangos múltiples para el color	58
34. Análisis de varianza para el atributo olor.....	59
35. Prueba de rangos múltiples para el olor	60
36. Análisis de varianza para el atributo sabor	61
37. Prueba de rangos múltiples para el sabor.....	61
38. Análisis de varianza para el atributo textura	62
39. Prueba de rangos múltiples para la textura	63
40. Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad.....	64
41. Prueba de rangos de Tukey para la aceptabilidad	64
42. Análisis bromatológico del turrón nutritivo.....	66
43. Análisis microbiológico del turrón nutritivo.....	67
44. Comprobación de los valores F calculado con el F de tablas	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Descripción	Pág
1.	Germinados o brotes	7
2.	Germinados de semillas, cereales o leguminosas	8
3.	Germinados de semillas	11
4.	Germinados de quinua	14
5.	Germinado de amaranto	17
6.	Germinados de chía.....	19
7.	Turrones	21
8.	Diagrama de flujo para el proceso de secado de los germinados.....	36
9.	Diagrama de flujo para la obtención del turrón nutritivo	39
10.	Comparación del tiempo de secado de los tratamientos	50
11.	Comparación de los modelos matemáticos	51
12.	Comparación de los modelos matemáticos	52
13.	Comparación de los modelos matemáticos	53
14.	Comparación de los modelos matemáticos	54
15.	Comparación de los modelos matemáticos	55
16.	Comparación de los modelos matemáticos	56
17.	Medias de los tratamientos.....	58
18.	Medias de los tratamientos.....	60
19.	Medias de los tratamientos.....	62
20.	Medias de los tratamientos.....	63
21.	Medias de los tratamientos.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Descripción	Pág
Anexo 1.	Mapa de ubicación de la investigación	87
Anexo 2.	Fichas de recolección de datos	88
Anexo 3.	Análisis fisicoquímico de los germinados frescos y secos.....	89
Anexo 4.	Datos del proceso de secado de los germinados	93
Anexo 5.	Análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento del turrón.	94
Anexo 6.	Fotografías del análisis fisicoquímico de las materias primas	95
Anexo 7.	Fotografías del proceso de secado de los germinados.....	96
Anexo 8.	Fotografías del desarrollo del turrón nutritivo	97
Anexo 9.	Fotografías del análisis sensorial del turrón nutritivo	98
Anexo 10.	Fotografías del análisis sensorial del turrón nutritivo	99
Anexo 11.	Fotografías del análisis bromatológico del mejor tratamiento del turrón... ..	99
Anexo 12.	Fotografías del análisis microbiológico del mejor tratamiento del turrón... ..	100
Anexo 13.	Etiqueta del producto	100
GLOSARIO DE TÉRMINOS		101

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un turrón nutritivo utilizando germinados de quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y chía (*Salvia hispánica*). Se llevó a cabo un análisis fisicoquímico exhaustivo tanto en los germinados en estado fresco como en los secos, abarcando la determinación de propiedades como humedad, cenizas, grasa, proteína y pH. Durante el proceso de secado de los germinados, se implementó un diseño experimental en arreglo factorial AxB, donde el Factor A representaba los distintos tipos de germinados con tres niveles (quinua, amaranto y chía), y el Factor B la temperatura con dos niveles (40°C y 50°C). Se evaluaron la humedad inicial y final para la cinética de secado, utilizando el modelo matemático de Henderson and Pabis, que demostró un ajuste óptimo a una temperatura de 50°C durante 7 horas, logrando niveles finales de humedad del 7,5% para la quinua, 6,32% para el amaranto y 5,87% para la chía. En el proceso de elaboración del turrón, se empleó un diseño factorial AxB, donde el Factor A representaba la combinación de germinados con tres niveles y el Factor B el tipo de endulzante con dos niveles. El tratamiento óptimo (T1) ($a_1 b_1$) de la combinación de germinados de 15% quinua, 20% amaranto, 25% chía, endulzado con un 40% de miel, fue determinado mediante un análisis sensorial realizado por un panel de 20 catadores semi-entrenados, quienes calificaron el turrón como "Muy Bueno a Excelente" con un valor promedio de 4,85. El turrón final presentó un contenido de humedad del 8,79%, cenizas 1,51%, grasa 3,97%, fibra 6,94%, carbohidratos 68,84% y una concentración significativa de proteínas del 9,95%, demostrando un alto valor nutritivo. Además, se comprobó la inocuidad del turrón al demostrar la inexistencia de contaminantes microbiológicos como coliformes totales, mohos, levaduras y *Escherichia coli*, y la ausencia de *Salmonella*.

Palabras claves: turrón nutritivo, germinados, quinua, amaranto, chía, secado.

SUMMARY

The objective of this study was to develop a nutritious nougat using quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) and chía (*Salvia hispánica*) sprouts. An exhaustive physicochemical analysis was carried out on both fresh and dried sprouts, including the determination of properties such as moisture, ash, fat, protein and pH. During the sprout drying process, an AxB factorial experimental design was implemented, where Factor A represented the different types of sprouts with three levels (quinoa, amaranth and chía), and Factor B represented the temperature with two levels (40°C and 50°C). Initial and final moisture were evaluated for drying kinetics, using the Henderson and Pabis mathematical model $y = a \cdot \exp(-k) \cdot (t)$, which showed an optimum adjustment at a temperature of 50°C for 7 hours, achieving final moisture levels of 7,5% for quinoa, 6,32% for amaranth and 5,87% for chía. In the nougat production process, an AxB factorial design was used, where Factor A represented the combination of sprouts with three levels and Factor B the type of sweetener with two levels. The optimum treatment (T1) ($a_1 b_1$) of the sprout combination of 15% quinoa, 20% amaranth, 25% chía, sweetened with 40% honey, was determined by a sensory analysis performed by a panel of 20 semi-trained tasters, who rated the nougat as "Very Good to Excellent" with an average value of 4,85. The final nougat had a moisture content of 8.79%, ash 1,51%, fat 3,97%, fiber 6,94%, carbohydrates 68,84% and a significant protein concentration of 9,95%, demonstrating a high nutritional value. In addition, the safety of the nougat was proven by demonstrating the absence of microbiological contaminants such as total coliforms, molds, yeasts and *Escherichia coli*, and the absence of *Salmonella*.

Key words: nutritious nougat, sprouts, quinoa, amaranth, chía, drying.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, hay una creciente demanda de alimentos saludables y nutritivos. Los alimentos energéticos se han convertido en una tendencia popular para aquellos que buscan llevar un estilo de vida saludable (Siles & Guido, 2020). Los turronec que están hechas de varios componentes son consideradas las más nutritivas, ya que es importante que los pseudocereales y frutos secos con sabor dulce se combinen adecuadamente para garantizar que se complementen entre sí en sabor, textura y propiedades físicas. La función principal de estos turronec aparte de su dulzor, es proporcionar calorías, vitaminas, minerales, fibra y proteínas para el cuerpo (Verduga, 2019).

Los turronec nutritivos también son convenientes y portátiles, lo que los hace ideales para llevar como un snack rápido durante el día o para consumir antes o después de un entrenamiento, ya que son altamente valorados debido a su capacidad para brindar un impulso de energía rápido y constante, su contenido concentrado de nutrientes esenciales, su utilidad en la recuperación y el rendimiento físico, su conveniencia y portabilidad, y su función como una alternativa saludable a los snacks procesados. Estas cualidades convierten a los turronec nutritivos en una opción fundamental para deportistas, individuos activos y aquellos que buscan una fuente de energía nutritiva en cualquier momento y lugar, sin comprometer su bienestar y salud.

Los cereales pertenecen a la familia de plantas gramíneas y herbáceas que ostentan granos o semillas que resultan imprescindibles en la base de la alimentación humana y de los animales, estos cereales incluyen el trigo, la cebada, el maíz, el arroz, la quinua, la avena, el centeno, el mijo y el sorgo (Trejo, 2020). La producción mundial de los cereales en el año 2021 fue de aproximadamente 3.482 millones de toneladas, estos cereales se pueden consumir en su forma integral o pueden ser procesados para producir harina, pan, cereales para el desayuno, pastas, entre otros productos alimenticios, son una fuente importante de carbohidratos, fibra, vitaminas, minerales y otros nutrientes necesarios para una dieta saludable (Silva, 2020).

Los germinados son pequeñas plantas que crecen a partir de semillas que han sido remojadas en agua durante un período de tiempo (Geng et al., 2022). Durante este proceso, las semillas absorben agua y se activan enzimas internas, lo que aumenta la cantidad de nutrientes y libera la energía almacenada en ellas. Los germinados son una fuente rica en vitaminas, minerales, proteínas y antioxidantes, se pueden encontrar en muchos alimentos diferentes, incluyendo granos, legumbres, nueces y semillas (Arrieta, 2021). Además, los germinados son populares en la alimentación saludable y la cocina vegetariana, ya que pueden agregar sabor y nutrición a una variedad de platos (Liu et al., 2022).

A partir de lo expuesto anteriormente, se hace necesario crear un producto nutritivo que incluya ingredientes nutritivos y saludables como los pseudocereales germinados, huevo y la miel. Por tanto, el objetivo del presente estudio es elaborar un turrón nutritivo a base de germinados de quinua, amaranto y chía. De esta forma, se va a obtener un producto nutritivo que no solo aporte energía, sino que también provea nutrientes beneficiosos para la salud.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la mala alimentación se refiere a una dieta que no cumple con los requisitos nutricionales necesarios para mantener una buena salud y un funcionamiento adecuado del cuerpo. Esto puede incluir la falta de nutrientes esenciales, como proteínas, vitaminas, minerales y fibra, y el consumo excesivo de alimentos que son altos en grasas, azúcares y calorías vacías (Rivera, 2020).

Los alimentos nutritivos son aquellos que proveen una amplia variedad de nutrientes esenciales para nuestro cuerpo, tales como vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos complejos, grasas saludables y fibra dietética. Estos nutrientes son necesarios para mantener una buena salud y un funcionamiento óptimo del cuerpo (Molina, 2022). Es importante consumir una dieta equilibrada y variada que incluya alimentos nutritivos y asegurarse de estar recibiendo la cantidad adecuada de nutrientes para mantener una buena salud. Además, es recomendable evitar los alimentos procesados y grasas saturadas, trans y azúcares añadidos, ya que pueden tener un efecto negativo en la salud a largo plazo (Lascano, 2018).

Los turrone nutritivos son productos diseñados específicamente para proporcionar una fuente rápida de energía y nutrientes, especialmente durante actividades físicas intensas o cuando se necesita un impulso nutritivo inmediato. Estos turrone desempeñan un papel importante al ofrecer una opción práctica para obtener nutrientes esenciales en momentos en los que no se dispone de alimentos saludables y equilibrados. Algunos de los beneficios clave de los turrone nutritivos incluyen su capacidad para brindar una fuente rápida de energía, su facilidad de transporte y su contribución a la ingesta de nutrientes (López & Romero, 2021).

1.2.2. Situación del problema

Existe escasa información científica de la realización de estudios científicos y tecnológicos a nivel de la provincia Bolívar, acerca de la elaboración de turrone nutritivos a partir de germinados de quinoa, amaranto y chíá, que proporcionen nutrientes como, fibra, energía, proteína, calorías, carbohidratos, vitaminas y minerales.

1.2.3. Formulación del problema

En base a lo mencionado, la presente investigación se orienta a la obtención de un turrón con propiedades nutricionales, por lo cual se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto que tiene los germinados de quinua, amaranto y chía en la elaboración de un turrón nutritivo?

1.2.4. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la composición físico química de los germinados de quinua, amaranto, chía?
- ¿Cuál es el tiempo y la temperatura óptima de secado de los germinados de la quinua, amaranto y chía?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento de turrón de acuerdo al análisis sensorial?
- ¿Cuáles son las características bromatológicas y microbiológicas del turrón nutritivo?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un turrón nutritivo a base de germinados de quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y chía (*Salvia hispánica*).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el análisis fisicoquímico de las materias primas “germinados de quinua, amaranto y chía”.
- Establecer las condiciones óptimas de tiempo y temperatura de secado para los germinados de quinua, amaranto y chía.
- Determinar el mejor tratamiento del turrón nutritivo mediante pruebas sensoriales.
- Realizar el análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis nula

H₀: Los germinados de quinua, amaranto y chía no influyen en la calidad sensorial y nutricional del turrón.

1.4.2. Hipótesis alterna

H_a: Los germinados de quinua, amaranto y chía influyen en la calidad sensorial y nutricional del turrón.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Germinados

Los brotes y germinados se forman cuando las semillas o partes vegetativas de almacenamiento se desarrollan y crecen en condiciones de luz y oscuridad. Estos alimentos son una excelente fuente de nutrientes, incluyendo aminoácidos, péptidos, vitaminas y minerales. Además, los brotes y germinados tienen niveles más bajos de componentes anti nutricionales como taninos, lectinas, inhibidores de la tripsina y galactósidos en comparación con las semillas que no han germinado (Le et al., 2021).

Figura 1

Germinados o brotes



Nota. Germinados de lenteja. Tomado de (Acosta, 2019).

Los germinados se cultivan típicamente en ambientes oscuros con alta humedad relativa. Se recolectan cuando los cotiledones están poco desarrollados y las hojas verdaderas aún no han brotado, generalmente de 3 a 5 días después de la hidratación de la semilla. Se consume toda la planta, incluyendo la raíz, la semilla y el brote (Ebert, 2022). Según Okla et al. (2021), se considera que los germinados contienen una cantidad significativa de metabolitos bioactivos, como vitaminas, minerales y polifenoles, lo que les otorga diversas propiedades biológicas, como actividad antioxidante y antitumoral.

2.1.1. Características de los germinados

Según Geng et al. (2022), la germinación es una técnica sencilla que consiste en remojar semillas, frutos secos, legumbres o cereales en agua durante un período de tiempo determinado. Esta práctica es económica y efectiva para mejorar la calidad nutricional de las plantas. Asif et al. (2020), señalan que el proceso de germinación se ha utilizado para mejorar las propiedades nutricionales de los alimentos al aumentar la cantidad de nutrientes esenciales, disminuir la presencia de anti nutrientes y aumentar el contenido de antioxidantes.

Figura 2

Germinados de semillas, cereales o leguminosas



Nota. Representación de brotes jóvenes. Tomado de (So et al., 2023).

Durante la germinación de una semilla, ocurren cambios físicos, químicos y biológicos en su interior. La activación de las enzimas hidrolíticas es un ejemplo de cambio químico, ya que éstas hidrolizan las proteínas presentes en la semilla. Los cambios biológicos que ocurren en los granos germinados facilitan su procesamiento y dan lugar a la creación de color, aroma, sabor y propiedades funcionales únicas (Ispiryan et al., 2021).

La germinación ofrece numerosas ventajas en términos de mejora de las cualidades nutricionales y funcionales en comparación con las semillas. Durante la germinación se acumulan muchos compuestos biológicamente activos, tales como el ácido γ -aminobutírico, minerales, ácidos fenólicos, flavonoides y vitaminas, lo cual contribuye a esta mejora (Liu et al., 2022).

2.1.2. Composición química de los germinados

Una planta que ha germinado posee una composición nutricional más rica, que incluye aminoácidos, proteínas, ácidos grasos, vitaminas, azúcares y macro y microelementos (Geng et al., 2022).

Tabla 1

Composición química de germinados de leguminosas

Tipo de leguminosa	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	Humedad (%)	Carbohidratos (%)	Ph
Vainita	26,0	1,4	3,0	10,1	59,7	6,4
Lenteja	29,5	1,0	3,1	8,8	59,0	6,4
Soja	40,2	17,9	5,1	10,5	26,3	6,3
Garbanzo	21,1	5,2	3,6	9,4	60,7	6,1
Chocho	39,4	6,9	3,4	10,3	40,0	5,5

Nota. Composición química de algunos germinados de leguminosas. Tomado de (Atudorei et al., 2021).

2.1.3. Beneficios de los germinados

De acuerdo a Kumar et al. (2022), varios estudios han demostrado que el consumo de cereales y legumbres germinados puede contribuir a la prevención de enfermedades crónicas, como el cáncer, la diabetes, la hipertensión, la hiperlipidemia, la obesidad y las cardiopatías. Xu et al. (2020) e Ikram et al. (2021), mencionan varios beneficios nutricionales que aportan los germinados, los cuales son:

- Los germinados son ricos en vitaminas, minerales y enzimas, lo que los hace una fuente excelente de nutrientes.
- Su proceso de germinación aumenta la cantidad de nutrientes disponibles. Además, su digestibilidad mejora ya que las enzimas comienzan a descomponer los almidones y proteínas en formas más simples para el cuerpo.
- Los germinados también reducen la cantidad de anti nutrientes, lo que ayuda a mejorar la absorción de nutrientes.

- También son una fuente de fibra y otros nutrientes que promueven la salud intestinal y contienen probióticos naturales.
- Finalmente, los germinados son bajos en calorías y ricos en nutrientes, lo que los convierte en una excelente opción para perder peso.

2.1.4. Usos y aplicación de los germinados

Los germinados son una fuente rica en proteínas, vitaminas y minerales y se utilizan a menudo en la producción de alimentos, como cereales, bebidas, ensaladas, barras, panes y suplementos nutricionales para aumentar la cantidad de nutrientes. Además, los germinados se pueden encontrar en productos de belleza debido a sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. En la producción de alimentos para animales, como alimento para aves de corral, cerdos y ganado. Por último, los germinados se pueden utilizar como abono orgánico en la agricultura para mejorar la calidad del suelo y aumentar la producción agrícola (Atudorei et al., 2021).

2.1.5. Proceso de obtención de los germinados

La germinación se refiere al proceso que comienza con la absorción de agua por una semilla seca e inactiva y culmina con el crecimiento de la plántula. En este proceso, la radícula se extiende para penetrar en su entorno y se movilizan las principales reservas de almacenamiento para el crecimiento de la planta. El proceso de obtención de los germinados según Benincasa et al. (2019), es el siguiente:

- **Fase I:** Las semillas secas absorben rápidamente agua durante la germinación, de modo que todas las células y contenidos celulares se hidratan completamente.
- **Fase II:** Durante la germinación, se produce una fase de meseta en la que la absorción de agua es limitada, pero hay una fuerte reactivación metabólica.
- **Fase III:** La fase III de la germinación se caracteriza por un aumento en la absorción de agua, lo que lleva a la elongación celular y a la finalización del proceso de germinación.

2.2. Pseudocereales

Pirzadah & Malik (2020), afirman que los pseudocereales son plantas alimenticias que están recibiendo mayor atención debido a su alto valor nutricional y funcional como alimentos, aunque aún no se utilizan tanto como deberían. Entre las especies

más significativas se encuentran la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), el amaranto (*Amaranthus sp.*) y el trigo sarraceno (*Fagopyrum sp.*). Tanto la quinua como el amaranto, que pertenecen a la familia Chenopodiaceae, son originarios de la región andina de Sudamérica (Martínez et al., 2020).

2.2.1. Características nutritivas

Los pseudocereales son semillas que se utilizan como cereales, pero no pertenecen a la familia de las gramíneas. Tienen características nutricionales únicas. Son una buena fuente de proteína vegetal (la quinua y el amaranto contienen entre el 14% y el 18% de proteína), grasas saludables, fibra, vitaminas y minerales esenciales como el hierro, calcio, magnesio, fósforo y las vitaminas B y E. Además, son libres de gluten, lo que los hace una excelente opción para las personas con intolerancia al gluten o enfermedad celíaca (Paucar et al., 2022).

2.2.2. Pseudocereales germinados

La germinación de granos es una estrategia fácil, económica y eficiente para incrementar el valor nutricional de los granos de cereales y pseudocereales, además de mejorar la calidad y suavidad de su estructura, y aumentar la cantidad de compuestos bioactivos en las semillas. Para llevar a cabo este proceso, se requiere higienizar y remojar los granos en agua con oxígeno, y luego someterlos a germinación en un ambiente con temperatura, humedad y luz controladas (Islam et al., 2020).

Figura 3

Germinados de semillas



Nota. Germinados buenos para la salud. Tomado de (Gómez, 2019).

La higienización inadecuada y la presencia de microorganismos no deseados y enzimas exógenas son el mayor desafío en el proceso de germinación de granos. Es importante realizar un remojo adecuado del grano para mantener la actividad metabólica del embrión y permitir la síntesis y liberación eficiente de enzimas endógenas. La germinación puede mejorar el valor nutricional de los compuestos bioquímicos y biofuncionales al promover la hidrólisis de los materiales de reserva para la respiración y la síntesis de nuevos componentes celulares para el embrión en desarrollo en la semilla (Paucar et al., 2022).

2.3. Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La quinoa, también conocida con nombre hispánica¹² (*Chenopodium quinoa Willd.*), es una planta herbácea que se cultiva como tetraploide y es capaz de crecer en suelos salinos (halófila). Pertenece a la clase *Dicotyledoneae*, a la familia *Chenopodiaceae*, al género *Chenopodium* y a la especie quinoa (Angeli et al., 2020). Es una valiosa planta herbácea dicotiledónea medicinal y comestible. El alto valor nutricional de la quinoa se deriva de su composición equilibrada de proteínas, aminoácidos, fibras, minerales y compuestos traza (por ejemplo, vitaminas y antioxidantes) (Le et al., 2021).

2.3.1. Taxonomía de la quinoa

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la quinoa

Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	
División	Magnoliofita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Subfamilia	Chenopodioidee
Género	Chenopodium
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i> Will.

Nota. Tomado de (López, 2021).

2.3.2. Composición química de la quinua

La razón por la cual la quinua es considerada superior a otros granos como el maíz, trigo y cebada, se debe a su mayor contenido de proteínas, grasas y cenizas. Las principales proteínas de almacenamiento de la quinua son las albúminas y las globulinas, y las proteínas de la quinua son consideradas de alta calidad (Kuktaite et al., 2022).

Tabla 3

Composición química de la quinua

Componente	Unidad	Germinado de quinua
Humedad	g/100g	10,77
Proteína	g/100g	15,31
Grasa cruda	g/100g	7,14
Fibra cruda	g/100g	10,77
Carbohidratos	g/100g	61,42
Cenizas	g/100g	5,36

Nota. Tomado de (Darwish et al., 2021).

2.3.3. Valor nutricional de la quinua

Debido a su alto valor nutricional, la quinua es considerada como un superalimento, una excelente fuente de proteínas completas que contiene todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo humano necesita. Además, es rica en fibra, vitaminas B y E, así como minerales como calcio, hierro, fósforo, magnesio, zinc y potasio. También tiene antioxidantes y ácidos grasos omega-3; por su valor nutricional, consumir quinua puede mejorar la salud cardiovascular, reducir el riesgo de diabetes y promover la pérdida de peso (Villacrés et al., 2022).

2.3.4. Germinados de quinua

Los brotes de quinua tienen un alto valor nutricional y funcional, ya que son ricos en fenoles totales (TP) y flavonoides totales (TF). Los estudios de capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC), lipoxigenasa/4-nitroso-N, N-dimetilanilina (LOX/RNO) y trolox (TEAC) han demostrado que los brotes de quinua tienen una alta capacidad antioxidante, lo que sugiere que pueden ser un

ingrediente nutracéutico valioso para la industria alimentaria saludable (OAC) (Lim et al., 2020).

Darwish et al. (2021), indican que los componentes antinutricionales que se encuentran en la quinua, como las saponinas, los taninos y los ácidos fítics, pueden reducir la cantidad de minerales, como el zinc y el hierro, que pueden ser absorbidos por el cuerpo debido a la formación de compuestos insolubles. Sin embargo, este efecto puede ser contrarrestado mediante la germinación de la quinua.

Figura 4

Germinados de quinua



Nota. Tomado de (Nutriyachay, 2023).

2.3.4.1. Composición química de los germinados de quinua

Tabla 4

Composición química de los germinados de quinua

Componente	Unidad	Germinado de quinua
Humedad	g/100g	12,54
Proteína	g/100g	13,50
Grasa cruda	g/100g	7,95
Fibra cruda	g/100g	12,54
Carbohidratos	g/100g	58,69
Cenizas	g/100g	7,32

Nota. Tomado de (Darwish et al., 2021).

2.4. Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*)

El amaranto es un cultivo pseudo-cereal altamente nutritivo con propiedades nutraceuticas atractivas. Es una planta C4 que tiene la capacidad de tolerar condiciones climáticas adversas y enfermedades vegetales. Las principales especies son: *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus caudatus* (Manyelo et al., 2022). Sandoval et al. (2021), señala que este pseudocereal es una excelente fuente de lípidos, fibra dietética, vitaminas antioxidantes y proteínas de alta calidad debido a su equilibrio de aminoácidos esenciales.

2.4.1. Taxonomía del amaranto

Tabla 5

Clasificación taxonómica del amaranto

Amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>)	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Orden	Caryophyllales
Clase	<i>Monocotyledoneae</i>
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Genero	<i>Amaranthus</i>
Especie	<i>A.hipochondriacus</i>

Nota. Tomado de (Loor, 2020).

2.4.2. Composición química del amaranto

El amaranto es un alimento altamente nutritivo y ha sido valorado como tal desde su domesticación. El potencial de este cultivo para su uso en la alimentación continúa siendo importante. Cabe destacar que la composición química del amaranto puede variar en función de la especie o cultivar utilizado, así como de la utilización de fertilizantes durante su desarrollo y las condiciones ambientales y agronómicas del cultivo (Schmidt et al., 2021).

Tabla 6*Composición química del amaranto*

Parámetro	Amaranto (%)
Humedad	10,31
Grasa	5,35
Fibra	3,83
Cenizas	2,32
Proteína	17,40
Carbohidratos	60,79

Nota. Tomado de (Thakur et al., 2021).

2.4.3. Valor nutricional del amaranto

El grano de amaranto es un alimento altamente nutritivo que contiene proteínas de alta calidad con todos los aminoácidos esenciales, fibra para mejorar la salud digestiva, carbohidratos complejos que proporcionan energía sostenible y estabilidad en los niveles de azúcar en la sangre, vitaminas y minerales como hierro, calcio, magnesio, fósforo, potasio, zinc y vitaminas del complejo B, y grasas saludables como ácidos grasos omega-3 y omega-6 que son importantes para la salud cardiovascular y cerebral (Thakur et al., 2021).

2.4.4. Germinados de amaranto

Los brotes de amaranto son el inicio del crecimiento del amaranto, donde se generan hojas pequeñas y tiernas, y donde los nutrientes de la semilla germinan, lo que los hace una fuente valiosa de nutrientes concentrados y compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. Los brotes de amaranto se pueden agregar a ensaladas, salteados y diversas recetas culinarias (Sandoval et al., 2020).

Pérez et al. (2022), consideran que las semillas de amaranto son una fuente económica de fibra dietética, proteínas y compuestos antioxidantes, que se incrementan durante el proceso de germinación.

Figura 5

Germinado de amaranto



Nota. Tomado de (Devi, 2020).

2.4.4.1. Composición química del germinado de amaranto

Tabla 7

Composición química del germinado de amaranto

Parámetro	Germinado (%)
Humedad	9,79
Grasa	2,58
Fibra	6,69
Cenizas	2,09
Proteína	18,62
Carbohidratos	60,68

Nota. Tomado de (Thakur et al., 2021).

Los brotes de amaranto contienen una variedad de nutrientes importantes como la vitamina C, la tiamina (vitamina B1), la riboflavina (vitamina B2), el niacina (vitamina B3) y el ácido fólico. También contienen biotina y proteína de lisina, así como minerales esenciales como el calcio, el fósforo y el potasio (Arrieta, 2021).

2.5. Chía (*Salvia hispánica*)

La chía es una semilla pequeña y ovalada de textura lisa que se encuentra en el fruto de la planta *Salvia hispánica*, de la familia *Lamiaceae*. El color de las semillas de chía puede variar desde negro, pardo, moteado, café oscuro o claro, blanco o gris (Sánchez, 2022).

La planta en cuestión tiene una altura aproximada de 1 metro, posee hojas con bordes dentados y produce frutos esféricos que contienen numerosas semillas ovales extremadamente pequeñas con una longitud de 2 mm y un ancho de 1 mm. Estas semillas son oleaginosas y tienen una superficie lisa y brillante de color negro, a excepción de un punto blanco que se encuentra en la parte superior (Silva et al., 2021).

2.5.1. Taxonomía de la chía

Tabla 8

Clasificación taxonómica de la chía

Chía (<i>Salvia hispánica</i>)	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i> – Planta vascular
División	<i>Magnoloiphyta</i> – Planta con flores
Clase	Magnoliopsida – Dicotiledóneas
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	Lamiales
Familia	<i>Lamiaceae</i>
Genero	<i>Salvia</i>
Especie	<i>Hispánica</i>

Nota. Tomado de (Shrestha et al., 2022).

2.5.2. Composición química de la chía

En comparación con otras semillas oleaginosas, como el lino, la quinua y el girasol, las semillas de chía tienen una composición química única que las hace especialmente nutritivas. El contenido calórico de las semillas de chía secas es de 486 kcal por cada 100 gramos. Son una buena fuente de grasas (30-33%), proteínas (15-25%) e hidratos de carbono (26-41%), incluyendo una alta cantidad de fibra dietética (18-30%); contienen una variedad de vitaminas (A, E, C, B1, B2, B3), bioelementos (calcio, fósforo, potasio, magnesio) y otros nutrientes esenciales para una dieta equilibrada (Motyka et al., 2023).

2.5.3. Valor nutricional de la chía

Silva et al. (2021), mencionan que la chía es considerada una de las mejores fuentes vegetales de ácido α -linolénico, que es un tipo de ácido graso omega-3 (ω -3). Hablando en términos de nutrición, las semillas de chía poseen un porcentaje del 16% de proteínas, un 30% del total de grasas, un 42% de carbohidratos, de los cuales el 34% es fibra dietética. Además, las semillas de chía contienen una cantidad favorable de vitaminas y minerales en su composición, y también tienen micronutrientes como polifenoles, carotenoides y antocianinas (Oteri et al., 2022).

Diversas investigaciones realizadas en seres humanos y animales han comprobado que el consumo de chía tiene efectos positivos en la salud, tales como la reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre, la supresión del apetito, la pérdida de peso, el control de los niveles de glucosa en sangre y la regulación del tránsito intestinal (Beltrán et al., 2020).

2.5.4. Germinado de chía

Se ha encontrado que los brotes de chía poseen una actividad antioxidante superior a la de las semillas de chía y contienen una mayor cantidad de compuestos fenólicos, flavonoides, aminoácidos esenciales y ácido γ -aminobutírico. Este último es un compuesto con propiedades antidiabéticas, anticancerígenas y antiinflamatorias, lo que los convierte en una opción nutricionalmente valiosa (Bermejo & Munné, 2022).

Figura 6

Germinados de chía



Nota. Germinados o brotes de chía. Tomado de (Aguilar, 2021).

2.5.4.1. Composición química del germinado de chía

Tabla 9

Composición química del germinado de chía

Componentes	Germinado de chía (g/g)
Humedad	9,87
Lípidos	0,097
Proteína	0,229
Carbohidratos	0,644
Calcio	7,26

Nota. Tomado de (Calvo et al., 2020).

2.6. Secado de germinados

En el contexto del procesamiento de alimentos, el secado de germinados emerge como una etapa crítica para la conservación de su valor nutricional y cualidades organolépticas. Los germinados de diversos granos como quinua, amaranto y chía han adquirido relevancia en la alimentación saludable debido a su alta densidad de nutrientes y beneficios para la salud. Para lograr un secado óptimo, es fundamental considerar la temperatura y el tiempo adecuados (Choque & Molina, 2018).

Generalmente, se recomienda mantener una temperatura en el rango de 40°C a 50°C en secadores industriales, permitiendo un proceso gradual que evite la degradación de nutrientes y sabores. Los tiempos de secado varían según el tipo de germinado: se estima que los germinados de quinua y amaranto pueden requerir alrededor de 8 a 10 horas, mientras que los germinados de chía podrían necesitar aproximadamente 4 a 6 horas. Es imperativo adaptar estos parámetros a las condiciones específicas de cada variedad de germinado, la humedad inicial y las capacidades del equipo de secado empleado, con el fin de obtener un producto final de alta calidad y valor nutricional (Nina, 2021).

2.7. Turrónes

Los turrónes son dulces tradicionales que se disfrutaban en varios países, caracterizados por su textura sólida obtenida a partir de una mezcla de almendras y azúcar. Los tipos más famosos son el turrón de Jijona, suave y tierno, hecho con

almendras molidas, azúcar y ocasionalmente miel, y el turrón de Alicante, duro y compacto, elaborado con almendras enteras y azúcar. Ambos son moldeados en tabletas o bloques después de mezclar cuidadosamente los ingredientes (López & Romero, 2021).

Figura 7

Turrones



Nota. Tomado de (Val, 2021).

2.7.1. Características de los turrones

Las características principales de los turrones son su textura firme y consistente, su elaboración a base de almendras y azúcar, su amplia variedad de sabores, su presentación en tabletas o bloques, su asociación con tradiciones y ocasiones especiales, su durabilidad, y su valor nutricional como fuente de proteínas, grasas saludables, fibra, vitaminas y minerales (Villalba, 2021).

2.7.2. Valor nutricional de los turrones

El valor nutricional del turrón puede variar dependiendo de los ingredientes específicos utilizados en su elaboración.

Tabla 10

Análisis proximal del turrón tradicional

Composición	Cantidad (%)
Humedad	10,2
Grasa	8
Carbohidratos totales	72

Fibra dietética	0
Proteína	8,8
Cenizas	1
Energía (Kcal)	98

Nota. Tomado de (Caicedo, 2018).

2.7.3. Función de los insumos

2.7.3.1. Germinados de pseudocereales

Los germinados son considerados alimentos funcionales debido a que se consumen durante su etapa de desarrollo y facilitan la asimilación y aprovechamiento de nutrientes en el organismo, mientras que reducen la presencia de factores anti nutricionales. La germinación provoca cambios significativos en la composición de estos alimentos, ya que los nutrientes almacenados (carbohidratos, lípidos y proteínas) son utilizados para el desarrollo del embrión, lo que aumenta el contenido de antioxidantes y mejora su sabor y aroma (Castro et al., 2019).

2.7.3.2. Huevo

El huevo es un alimento de origen animal producido por las aves, principalmente las gallinas. Tiene una forma ovalada y una cáscara dura y resistente. En su interior, se encuentra una yema amarilla rodeada por una clara transparente. Además de ser una fuente de proteínas de alta calidad, el huevo también contiene vitaminas, minerales y grasas saludables. Es un ingrediente altamente versátil en la cocina y se utiliza en una amplia variedad de recetas y preparaciones culinarias (Campos, 2021).

2.7.3.3. Miel de abeja

La miel es un elemento muy utilizado para aportar sabor a una combinación de ingredientes, y además de su agradable sabor, tiene propiedades bactericidas beneficiosas. Aunque los carbohidratos son la parte principal de la miel, con una cantidad significativa de fructosa y glucosa, esta también contiene diversas sustancias que aportan beneficios para la salud, como enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales (Noblecilla, 2020).

2.7.3.4. Aceite de oliva

En la elaboración del turrón nutritivo, el aceite de oliva es utilizado por su contenido en grasas saludables, como los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, que son beneficiosos para el corazón y pueden mejorar el rendimiento físico. Además, el aceite de oliva puede mejorar la textura y consistencia de los turrónes y actuar como un agente humectante natural para evitar que se sequen (Calle, 2023).

2.8. Análisis bromatológico

La Bromatología se enfoca en la composición química, el valor nutricional y las posibles adulteraciones de los alimentos. Es importante para la distribución en el mercado, ya que los productores pagan según la cantidad de nutrientes presentes en el producto. Conocer la composición química permite un uso racional y ayuda a evitar deficiencias o excesos de nutrientes, y también proporciona información sobre las características fisicoquímicas del alimento (Zuñiga, 2019).

2.9. Análisis sensorial

El análisis sensorial es una técnica utilizada para evaluar alimentos u otros materiales a través de los sentidos, en particular el gusto, olfato, vista y tacto. La evaluación sensorial se basa en las sensaciones experimentadas por el degustador o consumidor, desde el momento en que se observa el alimento hasta después de ingerirlo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas percepciones pueden variar significativamente dependiendo del individuo, el contexto y el momento en que se realiza la evaluación (Gastulo & Quevedo, 2021).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se desarrollará en el Complejo Agroindustrial y Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.1.1. Localización de la investigación

Tabla 11

Localización de la investigación

Ubicación	Localidad
País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Dirección	Laguacoto II km ½ vía Guaranda-San Simón
Establecimiento	Universidad Estatal de Bolívar
Unidad de producción	Complejo Agroindustrial

Nota. Tomado de Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB 2024.

3.1.2. Situación geográfica y climática de la localidad

Tabla 12

Situación Geográfica y Climática

Parámetros	Valores
Altitud	2800 msnm
Latitud	01° 36' 52'' sur
Longitud	78° 59' 54'' oeste
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Humedad relativa	70%

Nota. Tomado de Estación Meteorológica Laguacoto II. 2024.

3.1.3. Zona de vida

La zona de vida donde se llevará a cabo la investigación corresponde al bosque húmedo montado bajo (BHMB), de acuerdo a la clasificación del botánico climatólogo Leslie Holdridge.

3.2. Materiales

3.2.1. Material experimental

- Germinados de pseudocereales secos:
 - ✓ Quinoa (*Chenopodium quinoa*)
 - ✓ Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*)
 - ✓ Chía (*Salvia hispánica*)

3.2.2. Materias primas

- Miel de abeja
- Clara de huevo
- Aceite de oliva
- Hojas de oblatos

3.2.3. Materiales de campo

- Hojas
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Bolsas sellables

3.2.4. Materiales de laboratorio

- Crisoles
- Papel filtro
- Espátulas
- Vasos de precipitación
- Matraz Erlenmeyer
- Tubos de ensayo
- Pinzas
- Probetas

- Termómetro
- Moldes
- Bandejas de aluminio
- Cortador
- Sellador

3.2.5. Equipos

- Balanza analítica
- Horno de secado
- Horno industrial
- Triturador
- Estufa
- Selladora

3.3. Métodos

Para la obtención de germinados secos de quinua, amaranto y chía se estableció el diseño experimental.

3.3.1. Factores en estudio para secado de germinados

Para realizar el procedimiento de deshidratación del germinado, se abordaron dos factores de investigación esenciales. El Factor A, vinculado al tipo de germinado con tres niveles quinua, amaranto y chía. El Factor B, relacionado con la temperatura con dos niveles 40°C y 50°C.

Tabla 13

Factores de estudio para el secado de los germinados

Factores	Código	Niveles
Germinados	A	$a_1 =$ Quinua
		$a_2 =$ Amaranto
		$a_3 =$ Chía
Temperatura	C	$b_1 = 40^\circ\text{C}$
		$b_2 = 50^\circ\text{C}$

3.3.2. Tratamientos

Tabla 14

Combinación de niveles de los factores

Tratamiento	Código	Niveles	
		Factor A	Factor B
1	a_1b_1	Quinoa	40°C
2	a_1b_2	Quinoa	50°C
3	a_2b_1	Amaranto	40°C
4	a_2b_2	Amaranto	50°C
5	a_3b_1	Chía	40°C
6	a_3b_2	Chía	50°C

3.3.3. Características del experimento

Tabla 15

Características del experimento

Características del diseño factorial	
Factores experimentales	2
Niveles factor A	3
Niveles factor B	2
Réplicas	2
Unidad experimental	12
Tamaño de unidad experimental	100 g

3.3.4. Diseño experimental

Se aplicó un diseño en arreglo factorial con dos factores AxB de (3x2) con dos repeticiones, lo cual se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable sujeta de medición

μ = Media General

A_i = Efecto del Factor A

B_j = Efecto del Factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la Interacción (A x B)

E_{ijk} = Efecto del Error Experimental

ε_{ijkl} = Error aleatorio en la combinación ijk .

3.3.5. Modelo de análisis de varianza (ANOVA)

Se aplicará el siguiente modelo de análisis de varianza:

Tabla 16

Análisis de varianza ANOVA para el diseño AxB

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F _o	Valor-p
Efecto A	SC _A	a-1	CM _A	CM _A /CM _E	P(F > F ₀ ^A)
Efecto B	SC _B	b-1	CM _B	CM _B /CM _E	P(F > F ₀ ^B)
Efecto AB	SC _{AB}	(a-1)(b-1)	CM _{AB}	CM _{AB} /CM _E	P(F > F ₀ ^{AB})
Error	SC _E	ab(n - 1)	CM _E		
Total	SC _T	abn-1			

Nota. Tomado de *Análisis y diseño de experimentos*, por Gutiérrez & Román (2008).

3.3.6. Modelo de pruebas de rangos múltiples

Para identificar el mejor tratamiento se aplicará la prueba de diferencia mínima significativa (LSD).

$$LSD = |\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)} \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

Donde:

LSD = diferencia mínima significativa.

K = número de tratamientos.

$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|$ = valor absoluto entre las medias muestrales.

$t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)}$ = distribución T de Student con *N-k* grados de libertad que corresponden al error.

CM_E = cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla ANOVA.

n_i, n_j = número de observaciones para los tratamientos *i* y *j*, respectivamente.

3.3.7. Factores en estudio para el turrón nutritivo

Se establecieron dos factores de estudio para el desarrollo de la presente investigación del turrón nutritivo, los cuales son: Factor A: Germinados con tres niveles y Factor B: Tipos de endulzantes con dos niveles.

Tabla 17

Factores de estudio para el turrón nutritivo

Factores	Código	Niveles
Combinación de Germinados	A	<i>a</i> ₁ = 15% quinua + 20% amaranto + 25% chía
		<i>a</i> ₂ = 25% quinua + 15% amaranto + 20% chía
		<i>a</i> ₃ = 20% quinua + 25% amaranto + 15% chía
Tipo de endulzantes	B	<i>b</i> ₁ = 40% Azúcar <i>b</i> ₂ = 40% Miel

3.3.8. Tratamientos

En el estudio, los tratamientos se conforman por la combinación de todos los niveles de los factores A y B que forman parte del experimento.

Tabla 18

Combinación de los tratamientos en la investigación

Tratamiento	Código	Germinados			Tipos de endulzantes
		Quinoa	Amaranto	Chía	
1	a_1b_1	15%	20%	25%	40% Miel
2	a_1b_2	15%	20%	25%	40% Azúcar
3	a_2b_1	25%	15%	20%	40% Miel
4	a_2b_2	25%	15%	20%	40% Azúcar
5	a_3b_1	20%	25%	15%	40% Miel
6	a_3b_2	20%	25%	15%	40% Azúcar

3.3.9. Características del experimento

En la tabla 19 se detallan las características del experimento del turrón nutritivo:

Tabla 19

Características del experimento

Características del diseño factorial	
Factores experimentales	2
Niveles factor A	3
Niveles factor B	2
Réplicas	3
Unidad experimental	18
Tamaño de unidad experimental	180 g
Variables respuestas	1

3.3.10. Variables respuestas del experimento

En el proceso de evaluar la calidad del turrón nutritivo en el contexto de esta investigación, se consideraron detenidamente las siguientes variables:

Tabla 20

Variables respuestas

Variable	Método	Respuesta
Análisis sensorial	Estadístico	Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad

3.3.11. Diseño experimental

Para el estudio se aplicó un diseño en arreglo factorial con dos factores Ax B (3x3) con 3 réplicas. El modelo matemático para el diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable sujeta de medición

μ = Media General

A_i = Efecto del Factor A

B_j = Efecto del Factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la Interacción (A x B)

E_{ijk} = Efecto del Error Experimental

ε_{ijkl} = Error aleatorio en la combinación ijk .

3.3.12. Modelo de análisis de varianza (ANOVA)

Se aplicará el siguiente modelo de análisis de varianza:

Tabla 21*Análisis de varianza ANOVA para el diseño AxB*

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F _o	Valor-p
Efecto A	SC _A	a-1	CM _A	CM _A /CM _E	P(F > F ₀ ^A)
Efecto B	SC _B	b-1	CM _B	CM _B /CM _E	P(F > F ₀ ^B)
Efecto AB	SC _{AB}	(a-1)(b-1)	CM _{AB}	CM _{AB} /CM _E	P(F > F ₀ ^{AB})
Error	SC _E	ab(n -1)	CM _E		
Total	SC _T	abn-1			

Nota. Tomado de *Análisis y diseño de experimentos*, por (Gutiérrez & Román, 2008).

3.3.13. Modelo de pruebas de rangos múltiples

Para identificar el mejor tratamiento se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD).

$$LSD = |\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)} \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

Donde:

LSD = diferencia mínima significativa.

K = número de tratamientos.

$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|$ = valor absoluto entre las medias muestrales.

$t_{\left(\frac{\alpha}{2}, N-k\right)}$ = distribución T de Student con N-k grados de libertad que corresponden al error.

CM_E = cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla ANOVA.

n_i, n_j = número de observaciones para los tratamientos i y j, respectivamente.

3.4. Metodología experimental

A continuación, se exponen las distintas metodologías que aplicaron en el marco de la presente investigación, adaptadas en función de sus objetivos de estudio.

3.4.1. Parámetros aplicados en la obtención de germinados

Recepción de pseudocereales: Se utilizó semillas de quinua, amaranto y chía de alta calidad y libres de contaminantes para garantizar un buen proceso de germinación.

Pesado de los pseudocereales: Se pesaron las semillas conforme a la planificación de la producción, dado que, si la cantidad de pseudocereal es reducida, se evita el uso superfluo de recursos, y en caso de excederse, se puede generar un aumento en la temperatura y el consumo de agua durante la germinación.

Lavado y activación de semillas: Se debe lavar los pseudocereales varias veces con agua limpia para eliminar cualquier impureza. Luego, remojar las semillas en agua durante varias horas o incluso toda la noche, dependiendo del tipo de semilla o pseudocereal (por ejemplo, la quinua y el amaranto generalmente se remojan durante 8-12 horas, mientras que la chía solo requiere un breve remojo de 30 minutos).

Drenaje adecuado: Después del remojo, se enjuagó los pseudocereales y se colocó en un recipiente con una capa delgada y uniforme. Asegurando de que haya un buen drenaje para evitar la acumulación de agua, lo que podría provocar pudrición de las semillas.

Ambiente adecuado y germinación: Se situó las semillas en un lugar cálido y con poca luz para facilitar la germinación como es una cámara de producción. Se mantuvo una temperatura óptima para la germinación entre 18°C y 24°C. Se implementó un sistema de riego por aspersión con agua potable durante 10 segundos cada 30 minutos, manteniendo condiciones de humedad entre el 80% y el 90%. Además, a partir del tercer día de germinación, se proporcionó luz artificial en la cámara hasta la etapa final del proceso, con el objetivo de estimular la producción de clorofila en los germinados.

Tiempo de germinación: El tiempo de germinación varía según el tipo de semilla y las condiciones ambientales, pero generalmente oscila entre 1 y 5 días. Observa las semillas regularmente para determinar cuándo están listas para ser consumidas.

- La quinua por lo general germinó en aproximadamente 2 días.

- El amaranto germinó en un período similar, alrededor de 2 días.
- La chía tuvo un tiempo de germinación un poco más corto en tan solo 1 día.

Cosecha: Cuando el brote desarrolló su primer par de hojas verdaderas, se llevó a cabo la cosecha.

Limpieza y envasado: Se lavó los brotes con agua potable para bajar la temperatura, eliminar las cáscaras y disminuir aún más la presencia de contaminación microbiana y fueron colocados en bolsas de polietileno con cierre hermético y etiquetas autoadhesivas.

3.4.2. Análisis físico y químico de los germinados frescos y secos

A continuación, se describen en detalle los análisis que serán llevados a cabo tanto en los pseudocereales germinados en su estado fresco como en los germinados que han sido sometidos a un proceso de secado:

3.4.2.1. Determinación de humedad

Para determinar la humedad en las materias primas se trabajará con el método AOAC 925.10.2005.

3.4.2.2. Determinación de cenizas

Para determinar las cenizas en las materias primas se trabajará con el método AOAC 2003.06.

3.4.2.3. Determinación de proteína

Para determinar la proteína en las materias primas se trabajará con el método DUMAS.

3.4.2.4. Determinación de grasa

Para determinar la grasa en las materias primas se trabajará con el método AOAC 2003.06.

3.4.2.5. Determinación de pH

Para determinar el pH en las materias primas se trabajará con el método INEN 526.

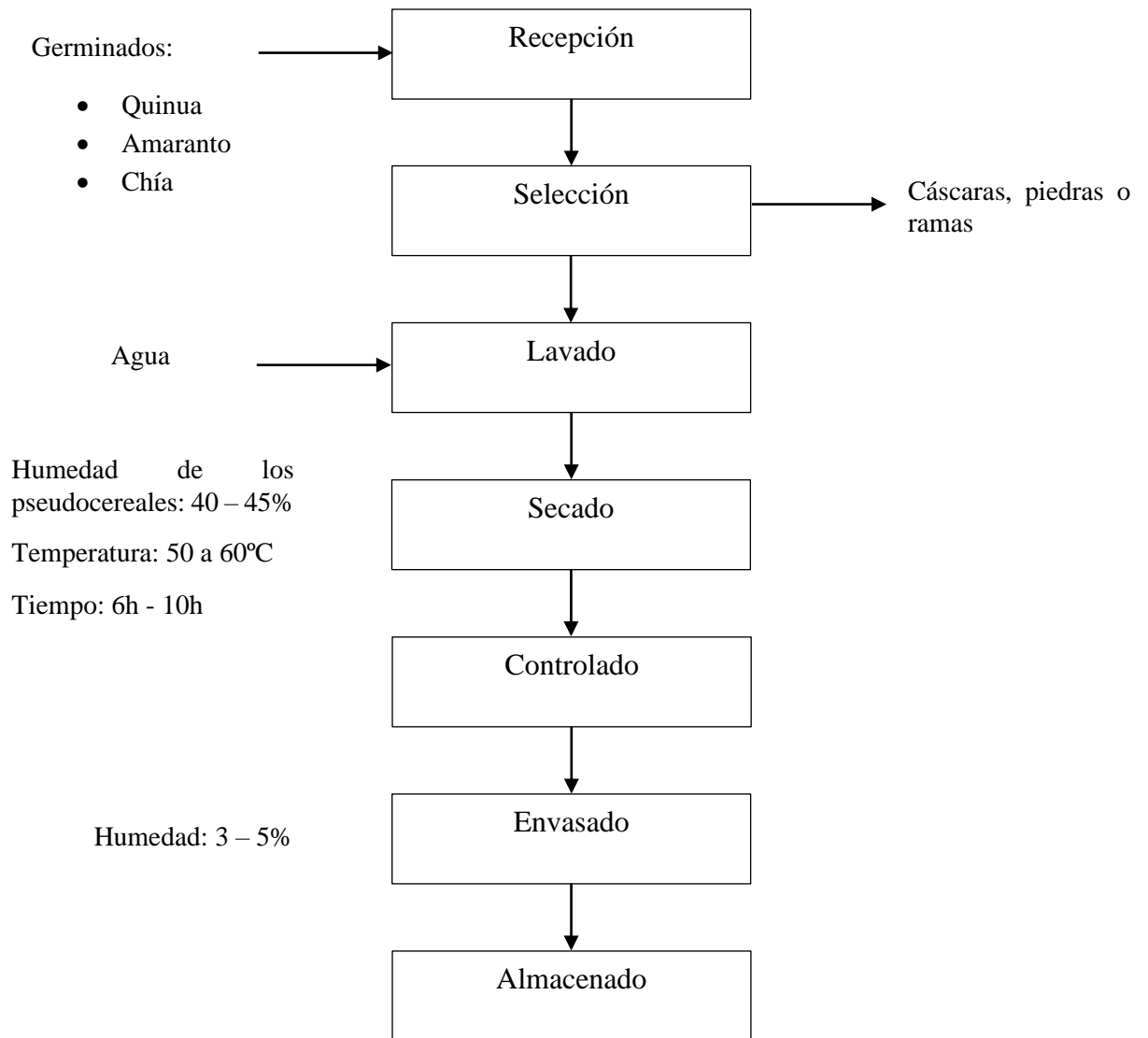
3.4.3. Descripción del proceso de secado de germinados

- 1. Recepción:** El primer paso en el proceso es recibir los germinados de quinua, amaranto y chía, asegurándose de que sean de alta calidad y estén libres de impurezas y daños.
- 2. Selección:** se realiza la selección de los germinados para eliminar cualquier impureza, como restos de cáscara, piedras o ramas, y evitar la proliferación de bacterias y contaminantes.
- 3. Lavado:** lavar los germinados varias veces en agua corriente utilizando agua potable limpia y segura para eliminar cualquier residuo de tierra, polvo y otros contaminantes.
- 4. Secado:** Una vez que los germinados hayan sido completamente despojados de su contenido de agua, es esencial llevar a cabo un proceso exhaustivo de secado antes de proceder a su envasado. Para lograr esto, se recomienda disponer los germinados en una bandeja de hornear previamente forrada con papel pergamino. Luego, se introducen en el horno, regulado a una temperatura moderada de 50-60°C, donde permanecerán por un lapso de aproximadamente 8 a 10 horas en el caso de los germinados de quinua y amaranto. Por su parte, los germinados de chía requieren un tiempo de secado más breve, en el rango de 4 a 6 horas.
- 5. Controlado:** Es crucial recordar remover las semillas ocasionalmente durante el proceso de secado para asegurar una distribución uniforme del calor y obtener resultados óptimos.
- 6. Envasado:** Finalmente, se deben envasar las semillas completamente secas en un recipiente hermético. Es importante etiquetar el envase con el nombre de las semillas y la fecha de producción para garantizar su seguimiento.
- 7. Almacenado:** El almacenamiento debe realizarse en un lugar fresco, oscuro y seco para mantener la calidad y el sabor de los germinados secos.

3.4.4. Diagrama de flujo del proceso de secado de los germinados

Figura 8

Diagrama de flujo para el proceso de secado de los germinados



3.4.5. Cinética de secado y modelación matemática

Durante la recolección de datos del proceso de secado, se llevó a cabo una revisión científica que incluyó la aplicación de modelos matemáticos y el uso de software como Microsoft Excel, Minitab y STATGRAPHICS para analizar el comportamiento de la curva de secado. Se tomaron muestras de 100 g y se pesó cada 30 minutos para registrar la pérdida de humedad en relación con el tiempo y la temperatura utilizada. Los datos se ajustaron a los siguientes modelos matemáticos:

Modelo matemático de Henderson and Pabis

$$m_{ae} = a * e^{-k*t}$$

Donde:

k: constante cinética de velocidad (min).

a: constante cinética de masa (g).

t: intervalo de tiempo (min).

Modelo matemático de Von Bertalanffy

$$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$$

Donde:

k: constante cinética de velocidad (min).

a, b: constante cinética de masa (g).

t: intervalo de tiempo (min).

Modelo matemático Exponencial

$$m_{ae} = e^{a-k*t}$$

Donde:

k: constante cinética de velocidad (min).

a: constante cinética de masa (g).

t: intervalo de tiempo (min).

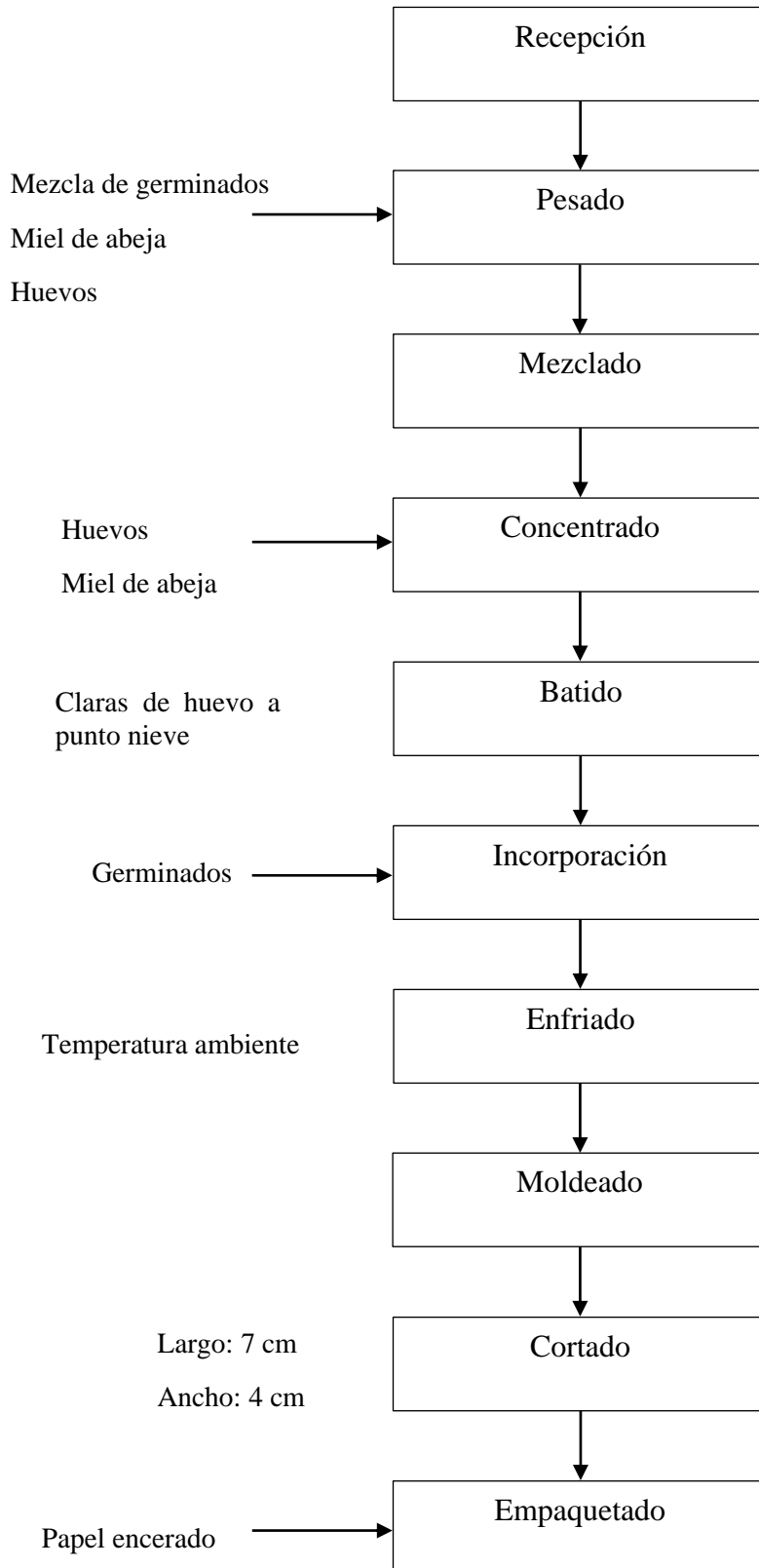
3.4.6. Descripción de la elaboración de turrón nutritivo

- 1) **Recepción:** En esta etapa, se reciben los ingredientes necesarios para la elaboración del turrón, que incluyen miel de abeja, huevo, y germinados.
- 2) **Pesado:** Los ingredientes se pesan en las cantidades requeridas según la receta y el diseño específico.
- 3) **Mezclado:** Las claras de huevo se colocan en un recipiente o mezcladora. Se mezclan a baja velocidad para que se forme una nieve.
- 4) **Concentrado:** La mezcla se lleva a una cocción controlada a fuego medio. Se agrega calor gradualmente mientras se revuelve constantemente para evitar que los ingredientes se quemen o se formen grumos. Durante este proceso, la miel se disuelve y se forma un jarabe espeso.
- 5) **Batido:** Una vez que la mezcla ha alcanzado la consistencia adecuada, se retira del fuego y se deja enfriar ligeramente. Luego se procede a batir la mezcla vigorosamente para incorporar aire y lograr una textura más suave y esponjosa.
- 6) **Incorporación:** En esta etapa, se añaden los germinados a la mezcla batida. Los germinados pueden ser triturados según la preferencia, ya que aportan un sabor y una textura distintivos al turrón.
- 7) **Enfriado:** La mezcla se deja enfriar en un recipiente grande o en una superficie plana, conjuntamente se coloca las hojas de oblatos. Durante este proceso, la mezcla se solidifica y adquiere la consistencia deseada para ser moldeada.
- 8) **Moldeado:** Una vez que la mezcla se ha enfriado y solidificado lo suficiente, se vierte en moldes previamente preparados. Los moldes pueden ser de diferentes formas y tamaños, como tabletas rectangulares o redondas, dependiendo de la presentación deseada del turrón.
- 9) **Cortado:** Después de que el turrón se ha solidificado por completo, se procede a cortarlo en porciones individuales. Esto se puede hacer mediante cuchillos o herramientas de corte especializadas para obtener las formas y tamaños deseados.
- 10) **Envasado:** Las porciones de turrón se envuelven individualmente en papel de celofán o papel especial para alimentos. Esto ayuda a preservar su frescura, protegerlo de la humedad y facilitar su manipulación y transporte. Luego, los turrones se empaquetan en cajas o bolsas para su distribución y venta.

3.4.7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de turrón nutritivo

Figura 9

Diagrama de flujo para la obtención del turrón nutritivo



3.4.8. Análisis sensorial para el turrón

Se llevará a cabo la evaluación sensorial siguiendo la escala hedónica de Witting (2001), con modificaciones pertinentes. Mediante esta escala, se procederá a calificar las distintas características del producto en cuestión, que incluyen:

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura
- Aceptabilidad

Las cualidades sensoriales serán valoradas en una escala de puntuación que abarca de 1 a 5, en la cual 1 corresponde a "Malo", 2 a "Regular", 3 a "Bueno", 4 a "Muy bueno" y 5 a "Excelente".

3.4.9. Análisis estadístico

Se emplearán técnicas estadísticas para analizar la evaluación sensorial, incluyendo el estudio de características descriptivas, análisis de varianza y pruebas de rangos múltiples mediante el método LSD. Además, se crearán gráficos de medias utilizando herramientas como Microsoft Excel y STATGRAPHICS para visualizar de manera clara los resultados obtenidos en la aceptación sensorial del producto por parte de los catadores.

3.4.10. Análisis bromatológico del turrón

Se realizará el análisis bromatológico al turrón nutritivo con el fin de evaluar su calidad nutricional y seguridad del producto.

3.4.10.1. Análisis de humedad

El análisis de humedad del turrón nutritivo se llevará a cabo mediante la normativa INEN 518, que consiste en la pérdida de peso de la muestra al calentarla hasta que alcance un peso constante. Se tomará una muestra de 5 g y se secará en una estufa a 130°C durante 2 horas. Luego, se dejará enfriar la muestra en un desecador antes de realizar el pesado final, para determinar el contenido de humedad en la muestra del turrón nutritivo.

$$\%H = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

Donde:

$\%H$ = porcentaje de humedad expresada en fracción de masa.

m_1 = masa del cristalizador sin tapa tarado en gramos.

m_2 = masa del cristalizador tarado sin tapa más muestra en gramos.

m_3 = masa del cristalizador tarado sin tapa más muestra desecada en gramos.

3.4.10.2. Análisis de cenizas

Para determinar el contenido de ceniza en turroneo nutritivo, se empleará la normativa INEN 401. Este método consiste en destruir la materia orgánica de la muestra a través de la calcinación y determinar la cantidad de ceniza mediante un proceso gravimétrico. Se tomará una muestra de 1 gramo y se colocará en la mufla. Luego, la temperatura se elevará gradualmente hasta alcanzar los 100°C durante un período de 1 hora y se mantendrá constante por 2 horas. Por último, se aumentará la temperatura a 550°C durante 5 horas para completar la calcinación. Así se podrá determinar la cantidad de ceniza en el turrón nutritivo.

La ecuación para el cálculo del porcentaje de ceniza es:

$$\%C = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} * 100 * \frac{100}{100 - H}$$

Donde:

$\%C$ = contenido de cenizas en porcentaje de masa.

m_1 = masa del crisol vacío (g).

m_2 : masa del crisol con la muestra (g).

m_3 = masa del crisol más la ceniza (g).

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.10.3. Análisis de fibra

La norma INEN 522 será utilizado para determinar el contenido de fibra presente en la muestra de turrón nutritivo. Este método consiste en la extracción de los componentes solubles de la muestra con agua caliente, seguido de una extracción con un álcali diluido y una precipitación con ácido sulfúrico diluido. La cantidad de fibra se determinará gravimétricamente y se expresará como la diferencia entre el residuo insoluble en ácido y en álcali.

$$\% \text{Contenido de fibra cruda} = \frac{A - B}{C} * 100$$

Donde:

A = peso del papel de filtro y su contenido seco.

B = peso del papel de filtro seco.

C = peso de la muestra.

m = peso de la muestra de la harina utilizado en el análisis (en gramos).

3.4.10.4. Análisis de grasa

Para determinar el contenido de grasa en el turrón nutritivo, se empleará el método de la normativa INEN 523. Primero, se colocará 1 g de muestra en 100 ml de HCl y se calentará durante 1 hora en una plancha de calentamiento para la digestión. Después de la digestión, la muestra se secará en una estufa a 130°C durante 40 minutos y se colocará en dedales de celulosa para la determinación de grasa utilizando 50 ml de C₆H₁₄. Finalmente, las muestras se evaporarán a 130°C durante 40 minutos para eliminar el C₆H₁₄ residual.

$$\% \text{Grasa} = \frac{P_2 - P_1}{\text{muestra}} * 100$$

Donde:

%G = porcentaje de grasa.

*P*₁ = peso del cazo final.

*P*₂ = peso del papel de cazo inicial.

3.4.10.5. Análisis de proteínas

Para la determinación del contenido de proteína en el turrón nutritivo, se utilizará la normativa INEN 1670. Este método se basa en la combustión de la muestra en una atmósfera de gas nitrógeno y la medición de los gases producidos. Se tomará una muestra de 1 g y se introducirá en un tubo de combustión que contiene cobre y óxido de cobre. Luego, se oxidará la muestra con oxígeno y se medirá la cantidad de nitrógeno liberado durante el proceso. A partir de esta medida, se calculará el contenido de proteína en la muestra.

$$\%Proteína\ cruda = \% \text{ nitrógeno} \times 6,25$$

3.4.10.6. Análisis de carbohidratos

Para llevar a cabo el análisis de los carbohidratos, se procedió a sustituir los parámetros obtenidos en la ecuación siguiente:

$$\mathbf{Carbohidratos} = 100 - (\mathbf{Proteínas} + \mathbf{Grasas} + \mathbf{Fibra} + \mathbf{Cenizas} + \mathbf{Humedad})$$

3.4.11. Análisis microbiológico

3.4.11.1. Determinación de coliformes totales

Se llevará a cabo la evaluación de la cantidad de coliformes totales (ufc) presentes en el turrón nutritivo. Este análisis se realizará utilizando la normativa INEN 1529.

3.4.11.2. Determinación de mohos y levadura

Se determinará la presencia de mohos y levaduras (ufc) en el turrón nutritivo bajo la norma técnica INEN 1529-10.

3.4.11.3. Determinación de *Escherichea coli* y *Salmonella*

Se analizará la presencia de *Escherichea coli* y *Salmonella* con la normativa INEN 1529-7 e INEN 152-15 respectivamente.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis fisicoquímico de las materias primas “germinados de quinua, amaranto y chía

4.1.1. Germinado de quinua

En la Tabla 22 se presentan los valores promedio de la composición fisicoquímica del pseudocereal y los germinados de quinua, tanto en su estado original como en su estado germinado fresco y seco, expresados en porcentajes.

Tabla 22

Valores promedios de humedad, cenizas, fibra, proteína y pH de la quinua y los germinados

Parámetro	Método	Quinua	Germinado de quinua	
		(García, 2022)	Fresco	Seco
Humedad (%)	AOAC 925.10	11,56	47,98	7,50
Cenizas (%)	AOAC 923.03	2,22	1,17	3,00
Grasa (%)	AOAC 2003.06	7,05	0,65	7,08
Proteína (%)	DUMAS	14,41	10,27	13,94
pH	Potenciómetro	--	5,03	5,10

Nota. Datos reportados por el Laboratorio de Investigación de la UEB (2024).

Con base en el dato proporcionado por García (2022) para la humedad en semillas de quinua, que fue de 11,56%, se evidenció una marcada reducción en el contenido de humedad durante el proceso de germinación de la quinua en el presente estudio. Este pasó del 47,98% en estado fresco al 7,50% en estado seco, indicando la eficacia del proceso de deshidratación aplicado durante la fase de secado. La sustancial disminución en la humedad refleja una adecuada extracción de agua durante el procedimiento.

Además, en cuanto al contenido de cenizas reportado por García (2022) con un valor de 2,22%, se observó una variación en el germinado de quinua. Los análisis

indican un contenido del 1,17% en estado fresco y del 3,00% en estado seco. Este aumento podría atribuirse a la concentración de minerales durante la etapa de secado, sugiriendo una posible contribución mineral al producto final.

En relación al contenido de grasa, el autor mencionado reportó un valor de 7,05%, mientras que la tabla muestra un incremento sustancial durante el germinado de quinua, pasando de 0,65% en estado fresco a 7,08% en estado seco. Este aumento indica una concentración de lípidos durante el proceso de secado, evidenciando una transformación significativa en la composición del producto.

En cuanto a la cantidad de proteína, el autor reportó un valor de 14,41% en la semilla. En el germinado de quinua, se observa un aumento al secarse, pasando de 10,27% en estado fresco a 13,94% en estado seco. Esta elevación evidencia una mejora en el contenido de proteínas durante el proceso de germinación y secado, lo que resalta el impacto positivo de estas etapas en la calidad nutricional del producto.

Por último, los valores de pH se mantienen en un rango cercano, con una leve elevación al pasar del estado fresco 5,03 al seco 5,10. Estos valores indican una acidez moderada en ambos estados, sugiriendo que el proceso de germinación y proceso de secado no produce cambios significativos en la acidez del germinado de quinua.

En una investigación llevada a cabo por Rodríguez (2022) sobre germinados frescos de quinua, se encontraron valores inferiores en humedad 13,5% y proteína 10%, pero mayores en cenizas 3,5% y grasa 4%. En contraste, los germinados secos de quinua, según los resultados de Castillo (2021), exhibieron niveles más bajos en parámetros de humedad 4,52% y cenizas 2,29%, pero presentaron valores superiores en grasa 7,17% y proteína 13,52%. No se proporcionaron datos relacionados con el pH en los dos estudios, sin embargo Chisag (2022) en su trabajo de germinados de quinua proporciona un valor de pH inferior de 4,30.

4.1.2. Germinados de amaranto

En la Tabla 23 se presentan los valores promedio de la composición fisicoquímica del pseudocereal y los germinados de amaranto, tanto en su estado original como en su estado germinado fresco y seco, expresados en porcentajes.

Tabla 23

Valores promedios de humedad, cenizas, fibra, proteína y pH del amaranto y los germinados

Parámetro	Método	Amaranto	Germinado de amaranto	
		(Urbina et al., 2023)	Fresco	Seco
Humedad (%)	AOAC 925.10	14,19	52,50	6,32
Cenizas (%)	AOAC 923.03	2,73	1,03	0,05
Grasa (%)	AOAC 2003.06	6,74	0,91	3,01
Proteína (%)	DUMAS	14,41	12,90	17,19
pH	Potenciómetro	--	5,70	5,67

Nota. Datos reportados por el Laboratorio de Investigación de la UEB (2024).

Para llevar a cabo el análisis fisicoquímico, se tomó como referencia la investigación de Urbina et al. (2023), quienes examinaron las propiedades de la semilla de amaranto, obteniendo un contenido de humedad del 14,19%. El análisis del germinado de amaranto revela notables modificaciones en sus propiedades fisicoquímicas durante el proceso de secado. Se destaca una marcada reducción en la humedad, disminuyendo del 52,50% en estado fresco al 6,32% en estado seco. Se observan cambios en el contenido de cenizas, descendiendo del 2,73% según Urbina et al. (2023), y en germinados, alcanzando el 1,03% en estado fresco y disminuyendo al 0,05% en estado seco.

Simultáneamente, se aprecia un incremento en la concentración de grasa, partiendo de un valor en la semilla del autor mencionado de 6,74%, y en germinados, variando de 0,91% en estado fresco a 3,91% en estado seco. Respecto a la proteína, mientras Urbina et al. (2023) registró un valor del 14,41%, en el germinado se observa un aumento, pasando de 12,90% en estado fresco a 17,19% en estado seco. Además, se registran variaciones ligeras en el pH, de 5,70 a 5,96, respectivamente.

En la investigación dirigida por Thakur et al. (2021), se analizó el amaranto germinado en estado fresco, obteniendo valores inferiores en humedad (9,79%) y

valores superiores en cenizas 2,09%, grasa 5,58%, y proteína 18,62%. Sarmiento (2022), en su estudio sobre germinados de amaranto, obtuvo resultados inferiores en humedad 9,11% y proteína 17,9%, y valores superiores en cenizas 3,22% y grasa 4,61%. Del mismo modo, Símpalo (2022) reportó valores inferiores en humedad 4,22% y proteína 15,38%, pero superiores en cenizas 2,85% y grasa 5,86%. Ambos estudios no incluyeron análisis de pH.

En contraste, Pilco (2021) analizó germinados en estado seco para la obtención de harinas, obteniendo datos inferiores de humedad (6,32%) y valores superiores en cenizas (3,70%), grasa (5,38%), y proteína (23,68%). Sin embargo, incorporó harina de trigo, lo cual contribuyó a que sus valores fueran superiores en comparación con los obtenidos en la presente investigación. La diversidad en estos resultados subraya la influencia de diversos factores, como las condiciones de germinación, el tipo de amaranto utilizado y las metodologías de análisis aplicadas.

4.1.3. Germinados de chía

En la Tabla 24 se presentan los valores promedio de la composición fisicoquímica del pseudocereal y los germinados de chía, tanto en su estado original como en su estado germinado fresco y seco, expresados en porcentajes.

Tabla 24

Valores promedios de humedad, cenizas, fibra, proteína y pH de la chía y los germinados

Parámetro	Método	Chía	Germinado de chía	
		(Pedroza, 2023)	Fresco	Seco
Humedad (%)	AOAC 925.10	7,52	48,67	5,87
Cenizas (%)	AOAC 923.03	4,18	2,18	1,07
Grasa (%)	AOAC 2003.06	31,51	0,80	5,38
Proteína (%)	DUMAS	16,35	4,73	25,63
pH	Potenciómetro	--	5,70	5,56

Nota. Datos reportados por el Laboratorio de Investigación de la UEB (2024).

Al emprender el análisis fisicoquímico del germinado de chía, se evidencian cambios notables en sus características a lo largo del proceso de secado. Tomando como referencia los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico de la semilla de chía por parte de Pedroza (2023), donde se reporta una humedad de 7,52%, se observa un incremento significativo del 48,67% en su estado fresco durante el germinado de la presente investigación. Este valor experimenta una marcada reducción al alcanzar el 5,87% en su estado seco.

Las variaciones en el contenido de cenizas también son apreciables, dado que el mismo autor reporta un valor de 4,18% en la semilla, mientras que en los germinados disminuye de un 2,18% en su estado fresco a un 1,07% en el estado seco. Simultáneamente, se observa un aumento en la concentración de grasa; Pedroza (2023) obtiene un valor de 31,51% en semilla, mientras que en el germinado fresco se registra un 0,80% y, en el estado seco, se incrementa a un 5,38%. También se registra un aumento sustancial en la concentración de proteína, pasando del 4,73% en estado fresco a un 25,67% en el germinado seco, en comparación con el valor de semilla reportado por el autor, que es de 16,35%.

Adicionalmente, se registra una disminución en el valor de pH, pasando de 5,70 a 5,56, respectivamente. Estos resultados aportan valiosa información sobre las transformaciones fisicoquímicas y la composición nutricional del germinado de chía, enriqueciendo la comprensión de su perfil durante el proceso de secado.

Espinoza & Herrera (2019), llevaron a cabo un análisis comparativo entre germinados de chía en estado fresco y seco. Los resultados mostraron que, en estado fresco, los valores de humedad fueron inferiores, alcanzando el 28,56%, mientras que la proteína fue del 20,17%, y se observaron valores superiores en cenizas 2,62% y grasa 29,08%. En cuanto a los germinados secos, se registraron valores más bajos en proteína, con un 18,07%, y valores más altos en cenizas 2,38%, grasa 33,17%, y una humedad reducida al 7,44%. Estos hallazgos proporcionan una visión detallada de las variaciones en la composición nutricional durante el proceso de secado de los germinados de chía.

4.2. Condiciones óptimas del secado de los germinados de quinua, amaranto y chía

Para el secado de los germinados de quinua, amaranto y chía, se empleó un método de secado en bandejas con condiciones controladas de temperatura a 40°C y 50°C, llevándose a cabo durante un período aproximado de 9 horas. Se realizó una cinética de secado de las materias primas bajo estas condiciones. Posteriormente, se procedió a pesar las muestras para determinar su peso inicial, humedad inicial, peso final y humedad final. A lo largo del proceso de secado, se realizaron pesajes cada media hora en las muestras designadas para monitorear la pérdida de humedad.

4.2.1. Cinética de secado

Para la cinética de secado de los germinados, se procedió a pesarlas con la finalidad de obtener su peso inicial y su humedad inicial. Durante el proceso de secado se realizó un pesado cada 30 min a las materias primas, esto fue para observar la pérdida de humedad.

Tabla 25

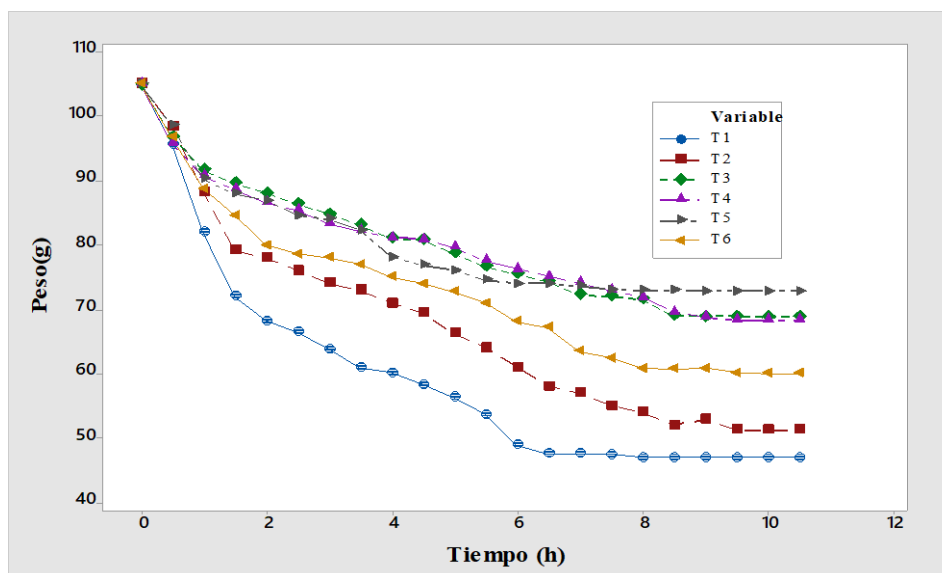
Valores del proceso de secado de los germinados

Tiempo de secado/h	Proceso de secado/g					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0,0	105,066	105,044	105,022	105,101	105,088	105,065
0,5	95,688	98,488	96,859	95,872	98,670	96,801
1,0	82,001	88,324	91,697	90,782	90,340	88,760
1,5	72,066	79,245	89,585	88,693	88,008	84,689
2,0	68,188	78,014	88,063	86,583	86,986	80,055
2,5	66,558	76,041	86,331	85,494	84,695	78,597
3,0	63,862	74,188	84,860	83,375	84,055	78,016
3,5	60,955	73,025	83,147	82,254	82,365	77,055
4,0	60,099	71,025	81,047	81,131	78,121	75,055
4,5	58,255	69,455	80,866	80,990	76,889	74,011
5,0	56,336	66,254	78,776	79,708	76,058	72,744
5,5	53,662	64,025	76,645	77,586	74,588	71,065

6,0	49,000	61,025	75,534	76,375	73,998	68,155
6,5	47,554	58,045	74,413	75,223	74,025	67,255
7,0	47,524	57,058	72,301	74,101	73,655	63,550
7,5	47,501	55,089	72,055	73,011	73,115	62,445
8,0	46,997	54,065	71,566	71,952	73,016	60,855
8,5	47,015	52,064	69,055	69,681	72,988	60,744
9,0	47,012	52,845	68,988	68,840	72,905	60,801
9,5	47,015	51,215	68,992	68,328	72,818	60,145

Figura 10

Comparación del tiempo de secado de los tratamientos



En la tabla 25 y figura 10 se observa de manera numérica y gráfica el comportamiento de la pérdida de humedad de los germinados en un transcurso de 10,5 horas. El control de la temperatura ayudó a lograr un secado uniforme, se evidencia que la temperatura de 50°C es la más indicada para el secado en germinados.

4.2.2. Modelos matemáticos de la cinética de secado

Los valores obtenidos en el transcurso de secado a temperaturas controladas de 40°C y 50°C en función de intervalos de tiempo, se los ajustó a tres modelos matemáticos de Henderson and Pabis, Exponencial, y Von Bertalanffy.

Tabla 26

Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T1

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Parámetros	Estadística
Henderson and Pabis	$m_{ae} = a * e^{-k*t}$	$k = 0,041$ $a = 88,895$	$R^2 = 0,866$ RMSE = 6,016
Exponencial	$m_{ae} = e^{a-k*t}$	$k = 0,041$ $a = 4,487$	$R^2 = 0,866$ RMSE = 6,016
Von Bertalanffy	$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$	$k = 1,11E-04$ $a = 20047,275$ $b = 20130,446$	$R^2 = 0,785$ RMSE = 7,603

Figura 11

Comparación de los modelos matemáticos

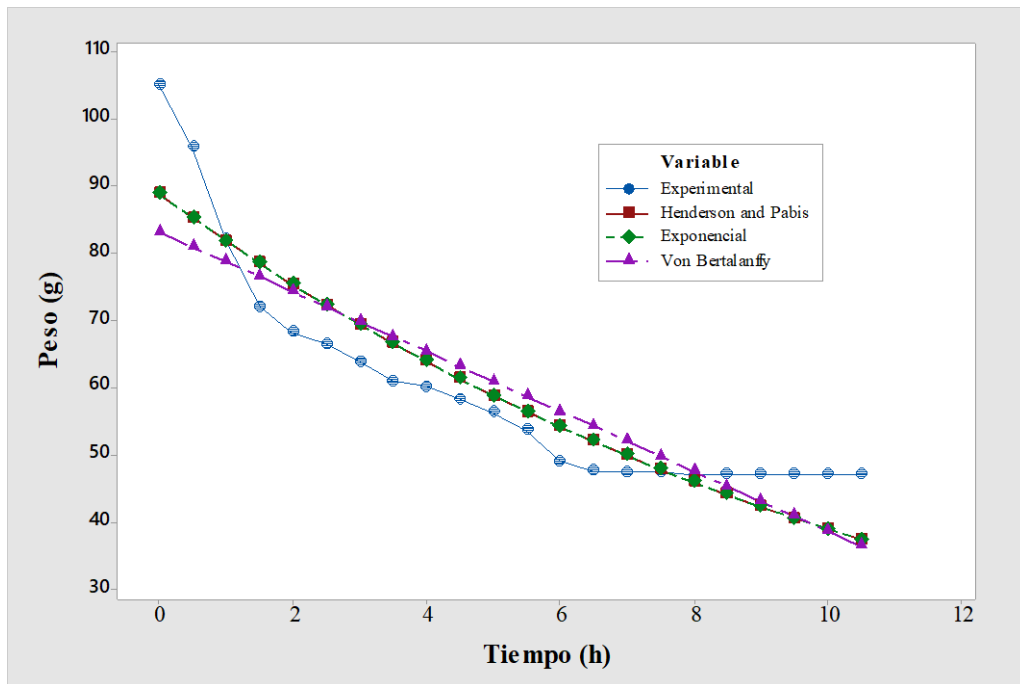


Tabla 27

Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T2

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Parámetros	Estadística
Henderson and Pabis	$m_{ae} = a * e^{-k*t}$	$k = 0,035$ $a = 95,258$	$R^2 = 0,941$ RMSE = 3,876
Exponencial	$m_{ae} = e^{a-k*t}$	$k = 0,035$ $a = 4,557$	$R^2 = 0,941$ RMSE = 3,876
Von Bertalanffy	$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$	$k = 1,12E-01$ $a = 56,301$ $b = 45,466$	$R^2 = 0,977$ RMSE = 2,424

Figura 12

Comparación de los modelos matemáticos

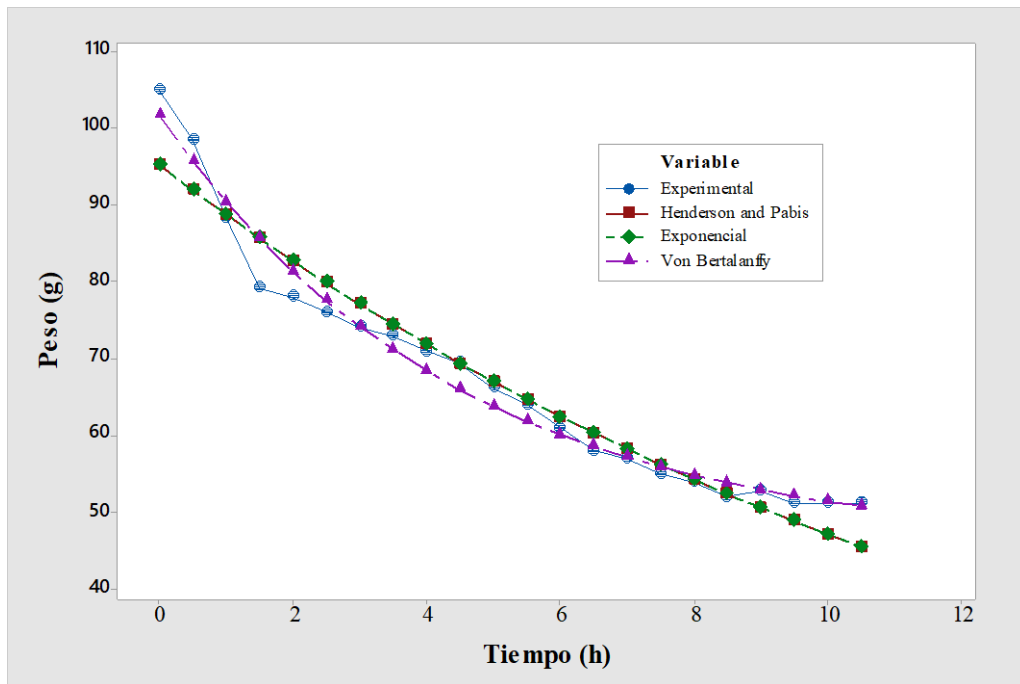


Tabla 28

Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T3

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Parámetros	Estadística
Henderson and Pabis	$m_{ae} = a * e^{-k*t}$	$k = 0,019$ $a = 96,743$	$R^2 = 0,939$ RMSE = 2,556
Exponencial	$m_{ae} = e^{a-k*t}$	$k = 0,019$ $a = 4,572$	$R^2 = 0,939$ RMSE = 2,556
Von Bertalanffy	$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$	$k = 1,41E-04$ $a = 10574,322$ $b = 10669,689$	$R^2 = 0,916$ RMSE = 3,009

Figura 13

Comparación de los modelos matemáticos

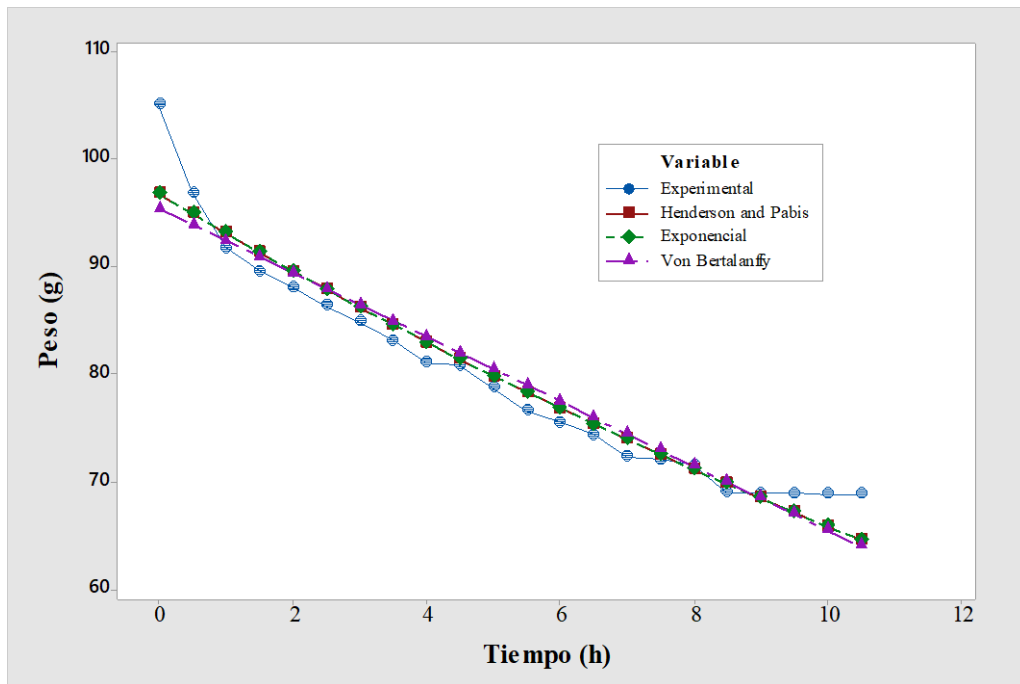


Tabla 29

Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T4

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Parámetros	Estadística
Henderson and Pabis	$m_{ae} = a * e^{-k*t}$	$k = 0,018$ $a = 95,922$	$R^2 = 0,933$ RMSE = 2,586
Exponencial	$m_{ae} = e^{a-k*t}$	$k = 0,018$ $a = 4,564$	$R^2 = 0,933$ RMSE = 2,586
Von Bertalanffy	$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$	$k = 1,11E-04$ $a = 12902,921$ $b = 12997,572$	$R^2 = 0,914$ RMSE = 2,935

Figura 14

Comparación de los modelos matemáticos

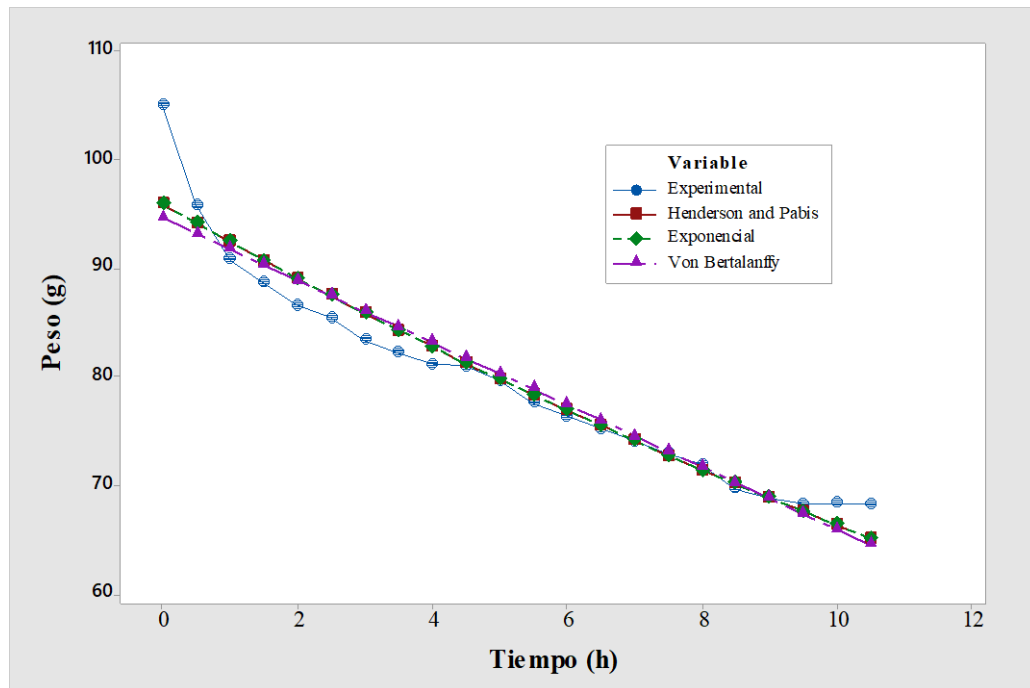


Tabla 30

Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T5

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Parámetros	Estadística
Henderson and Pabis	$m_{ae} = a * e^{-k*t}$	$k = 0,016$ $a = 94,199$	$R^2 = 0,805$ RMSE = 4,146
Exponencial	$m_{ae} = e^{a-k*t}$	$k = 0,016$ $a = 4,535$	$R^2 = 0,797$ RMSE = 4,230
Von Bertalanffy	$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$	$k = 1,38E-04$ $a = 8897,198$ $b = 8990,046$	$R^2 = 0,770$ RMSE = 4,498

Figura 15

Comparación de los modelos matemáticos

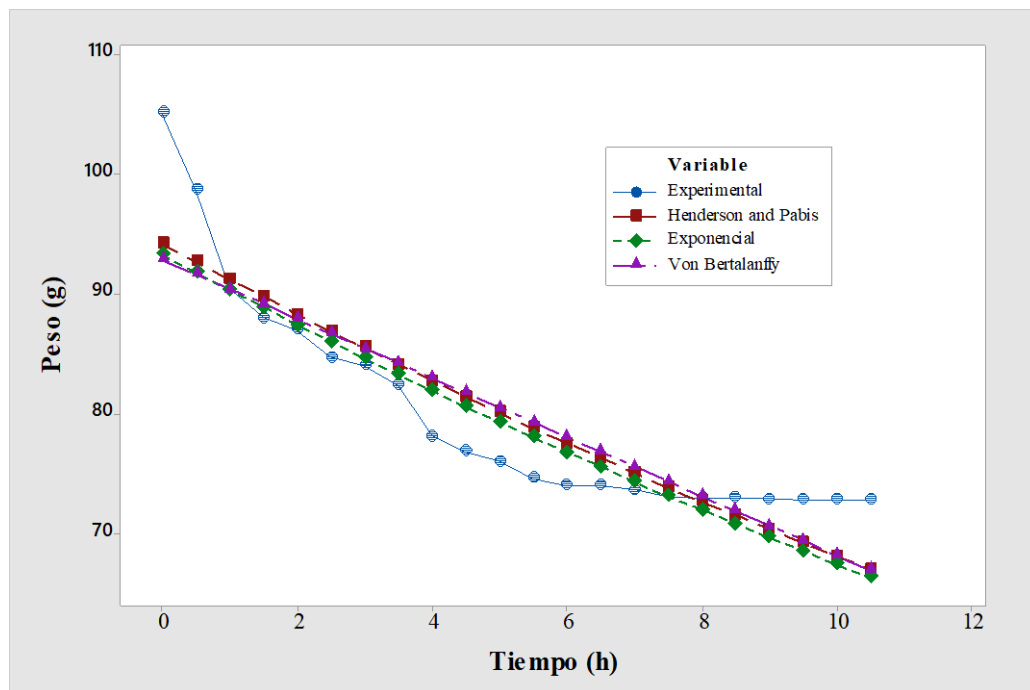


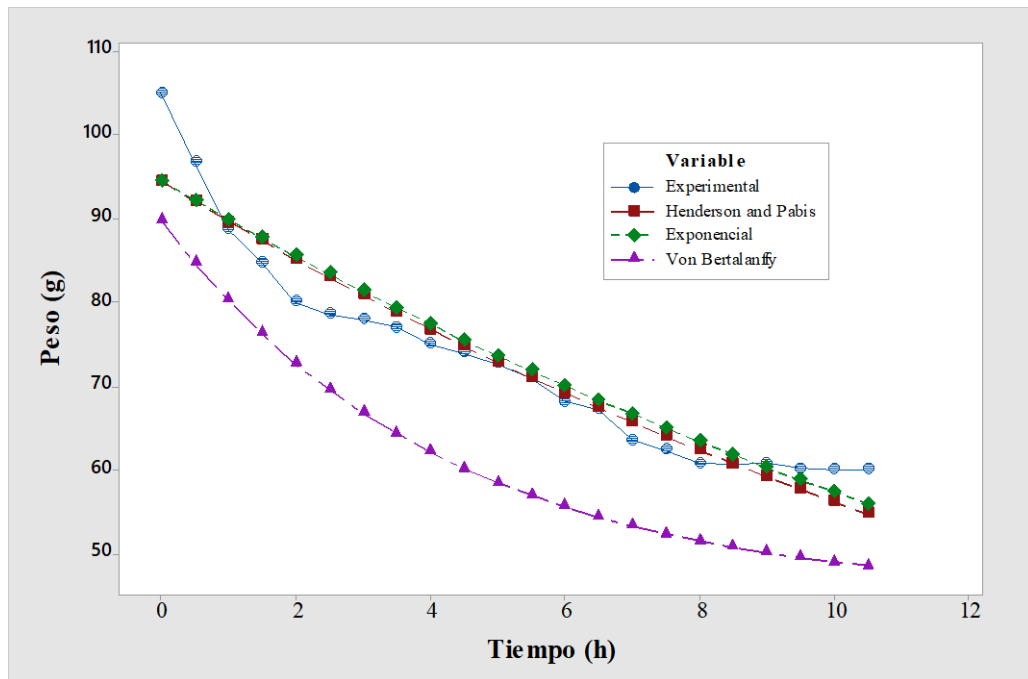
Tabla 31

Modelos matemáticos aplicados para determinar la cinética de secado, T6

Nombre del modelo	Ecuación del modelo	Parámetros	Estadística
Henderson and Pabis	$m_{ae} = a * e^{-k*t}$	$k = 0,026$ $a = 94,511$	$R^2 = 0,920$ RMSE = 3,636
Exponencial	$m_{ae} = e^{a-k*t}$	$k = 0,025$ $a = 4,549$	$R^2 = 0,916$ RMSE = 3,725
Von Bertalanffy	$m_{ae} = a * e^{-k*t} + b$	$k = 1,20E-01$ $a = 44,927$ $b = 56,187$	$R^2 = 0,130$ RMSE = 12,007

Figura 16

Comparación de los modelos matemáticos



Acorde a las tablas y figuras indicadas acerca de los modelos matemáticos aplicados para indicar el comportamiento de la curva durante el transcurso del secado, se tuvo

como resultado que el modelo matemático de Henderson and Pabis $y = a \cdot \exp(-k \cdot t)$, presentó un mayor ajuste a todos los valores obtenidos en el transcurso de toma de datos a partir de cada 30 min.

Sin embargo, es importante mencionar que este modelo matemático se ajustó, a dichos valores obtenidos porque estos presentan un comportamiento lineal decreciente, esto se debe a que la temperatura de secado a 50°C presentó un mejor secado logrando una pérdida de humedad uniforme en el transcurso de 7 horas aproximadas. Los resultados finales de humedades fueron 7,5% para la quinua, 6,32% para el amaranto y 5,87% para la chía. Este método de secado aplicado ayudó a que los germinados conserven todas sus propiedades nutricionales logrando así dar un mayor realce para el desarrollo de un turrón.

4.3. Determinación del mejor tratamiento del turrón mediante pruebas sensoriales

Para identificar la composición óptima de germinados y el tipo de endulzante en el turrón nutritivo, se llevó a cabo una evaluación sensorial. Se constituyó un panel de catación compuesto por 20 catadores semi-entrenados, quienes evaluaron los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad utilizando una prueba de escala basada en el método de Wittig, E. (2001), con ciertas modificaciones adaptadas al contexto de la investigación.

4.3.1. Atributo color

Tabla 32

Análisis de varianza para el atributo color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
Tratamientos	37,375	5	7,475	19,66	0,0000**
Catadores	5,425	19	0,285526		
Residuos	36,125	95	0,380263		
Total (corregido)	78,925	119			

Nota. **: Diferencia altamente significativa.

En la tabla 32 de análisis de varianza ANOVA para el atributo de color del turrón nutritivo, elaborado a partir de germinados de quinua, amaranto y chía, con dos tipos de endulzantes, revela una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, con un valor $p = 0,0000$. Este resultado indica que hay evidencia estadística sustancial para rechazar la hipótesis nula (H_0) y, por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa (H_a). Dada la presencia de una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, se llevó a cabo la prueba de rangos múltiples mediante el método LSD para identificar cuál de los tratamientos muestra una calificación superior en relación al atributo de color.

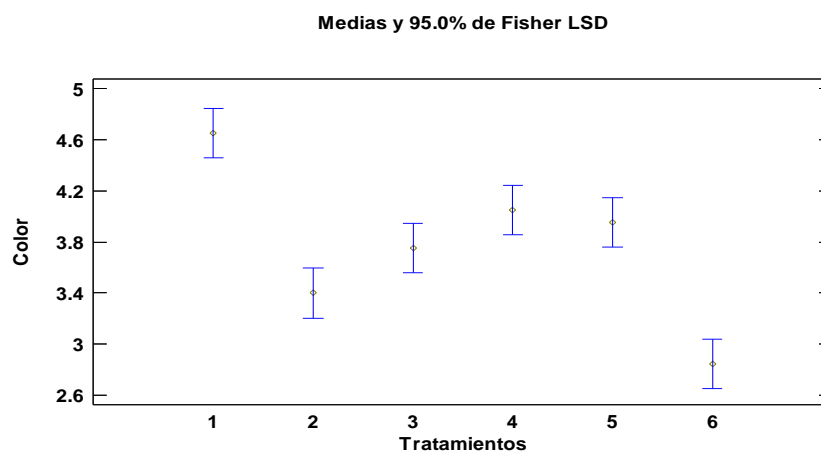
Tabla 33

Prueba de rangos múltiples para el color

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
6	20	2,85	0,137888	X
2	20	3,4	0,137888	X
3	20	3,75	0,137888	XX
5	20	3,95	0,137888	X
4	20	4,05	0,137888	X
1	20	4,65	0,137888	X

Figura 17

Medias de los tratamientos



Los valores promedio de la evaluación del atributo color para los distintos tratamientos se presentan en la tabla 33 y figura 17. Donde destaca el tratamiento 1, que consiste en la combinación de germinados de 15% quinua, 20% amaranto, 25% chía y endulzada con un 40% miel, exhibe la calificación más alta, alcanzando un valor de 4,65. De acuerdo con la escala hedónica implementada, esta puntuación se ubica en el rango de “Muy bueno” a “Excelente”.

4.3.2. Atributo olor

Tabla 34

Análisis de varianza para el atributo olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
Tratamientos	27,6667	5	5,53333	26,28	0,0000**
Catadores	6,7	19	0,352632		
Residuos	20,0	95	0,210526		
Total (corregido)	54,3667	119			

Nota. **: Diferencia altamente significativa.

La tabla 34 exhibe el análisis de varianza (ANOVA) aplicado al atributo de olor en el turrón nutritivo. Se destaca una diferencia altamente significativa con un valor $p = 0,0000$ entre los tratamientos. Este hallazgo indica que no hay suficiente evidencia estadística para respaldar la hipótesis nula (H_0), lo que conduce a la aceptación de la hipótesis alternativa (H_a).

Dada la presencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, se lleva a cabo la prueba de rangos múltiples LSD para identificar cuál de los tratamientos obtiene la calificación más destacada en relación a este atributo.

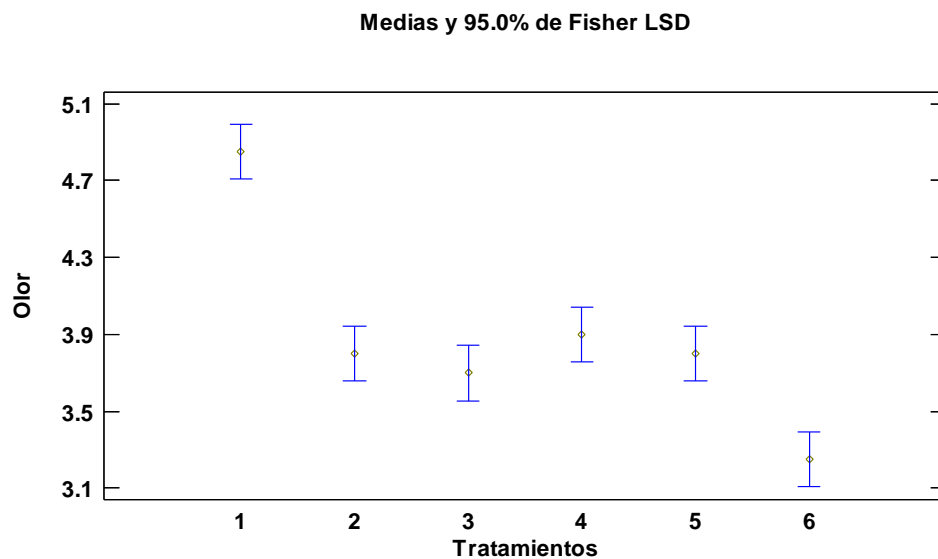
Tabla 35

Prueba de rangos múltiples para el olor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
6	20	3,25	0,102598	X
3	20	3,7	0,102598	X
2	20	3,8	0,102598	X
5	20	3,8	0,102598	X
4	20	3,9	0,102598	X
1	20	4,85	0,102598	X

Figura 18

Medias de los tratamientos



En la tabla 35 y figura 18 se presentan los valores de evaluación para el atributo de olor de los tratamientos. El Tratamiento 1, que consiste en la combinación de germinados de 15% quinua, 20% amaranto, 25% chía y endulzada con un 40% de miel, exhibió la calificación más sobresaliente con una media de 4,85. Según la escala hedónica utilizada, esta calificación se clasifica como "Bueno" a "Excelente".

4.3.3. Atributo sabor

Tabla 36

Análisis de varianza para el atributo sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
Tratamientos	32,8667	5	6,57333	36,45	0,0000**
Catadores	5,96667	19	0,314035		
Residuos	17,1333	95	0,180351		
Total (corregido)	55,9667	119			

Nota. **: Diferencia altamente significativa.

En la tabla 36 se expone el análisis de varianza llevado a cabo para evaluar el atributo de sabor en el turrón nutritivo. Los resultados revelan una diferencia altamente significativa, con un valor-p = 0,0000, entre los diversos tratamientos evaluados. Estos hallazgos señalan que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) y, consecuentemente, se acepta la hipótesis alternativa (H_a). Dado que se identificó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, se llevó a cabo la prueba de rangos múltiples por bajo el método LSD.

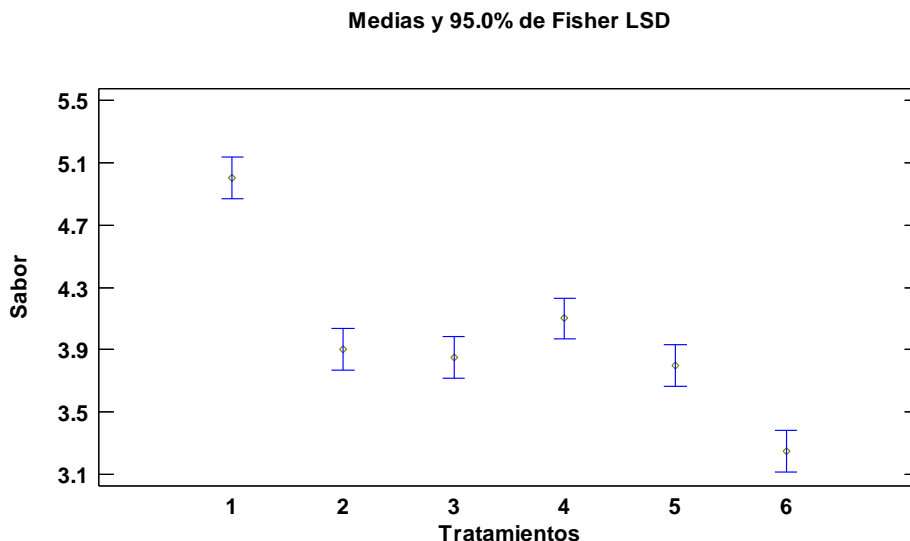
Tabla 37

Prueba de rangos múltiples para el sabor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
6	20	3,25	0,0949607	X
5	20	3,8	0,0949607	X
3	20	3,85	0,0949607	XX
2	20	3,9	0,0949607	XX
4	20	4,1	0,0949607	X
1	20	5,0	0,0949607	X

Figura 19

Medias de los tratamientos



Los valores de calificación del atributo de sabor para cada tratamiento se exhiben en la tabla 37 y figura 19. Se nota que la mezcla correspondiente al Tratamiento 1, compuesta por germinados de 15% quinua, 20% amaranto, 25% chía y endulzada con un 40% de miel, recibió una calificación superior con un valor de 5,0. Según la escala hedónica utilizada, esta evaluación se categoriza como "Excelente".

4.3.4. Atributo textura

Tabla 38

Análisis de varianza para el atributo textura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
Tratamientos	39,5417	5	7,90833	33,70	0,0000**
Catadores	2,15833	19	0,113596		
Residuos	22,2917	95	0,234649		
Total (corregido)	63,9917	119			

Nota. **: Diferencia altamente significativa.

Los datos presentes en la tabla 38 señalan una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, con un valor $p = 0,0000$. Lo cual demuestra que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula (H_0) y, por ende, se acepta la hipótesis alternativa (H_a). Los resultados evidencian que existe variabilidad significativa entre los tratamientos evaluados en lo que respecta a la textura del turrón nutritivo. Dado que se observó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, se llevó a cabo la prueba de rangos múltiples mediante el método LSD.

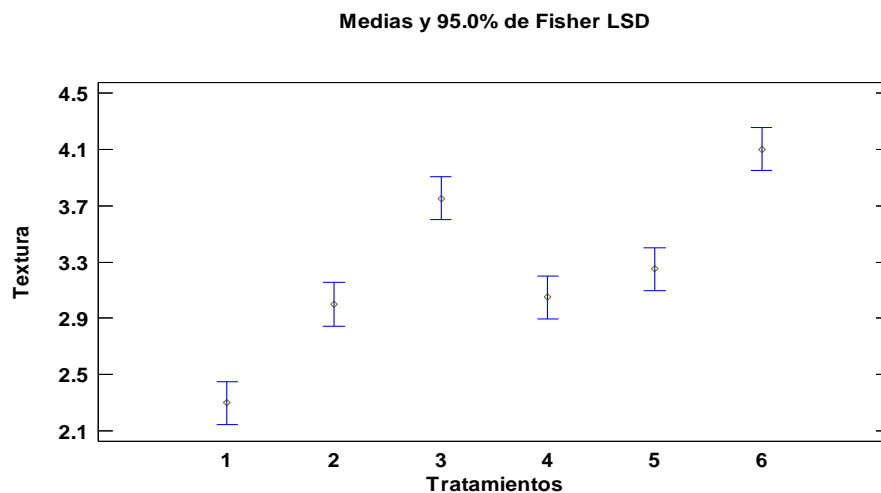
Tabla 39

Prueba de rangos múltiples para la textura

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
1	20	2,3	0,108316	X
2	20	3,0	0,108316	X
4	20	3,05	0,108316	X
5	20	3,25	0,108316	X
3	20	3,75	0,108316	X
6	20	4,1	0,108316	X

Figura 20

Medias de los tratamientos



Dada la presencia de una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, en la tabla 39 y figura 20 se destaca que la combinación correspondiente al Tratamiento 6, compuesta por un 20% quinua, 25% amaranto, 15% chía y endulzada con un 40% de azúcar, obtuvo una calificación más elevada con un valor de 4,1. De acuerdo a la escala hedónica utilizada, esta calificación se clasifica como “Muy bueno”.

4.3.5. Atributo aceptabilidad

Tabla 40

Análisis de varianza para el atributo aceptabilidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
Tratamientos	42,9667	5	8,59333	34,94	0,0000**
Catadores	2,03333	19	0,107018		
Residuos	23,3667	95	0,245965		
Total (corregido)	68,3667	119			

Nota. **: Diferencia altamente significativa.

En la tabla 40 se muestran los resultados del análisis de varianza llevado a cabo en la evaluación sensorial de la aceptabilidad del turrón nutritivo. Los resultados demuestran de manera concluyente que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, como se refleja en un valor $p = 0,0000$. Debido a la presencia de este impacto, se realizó la prueba de rangos múltiples mediante el método LSD, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 41

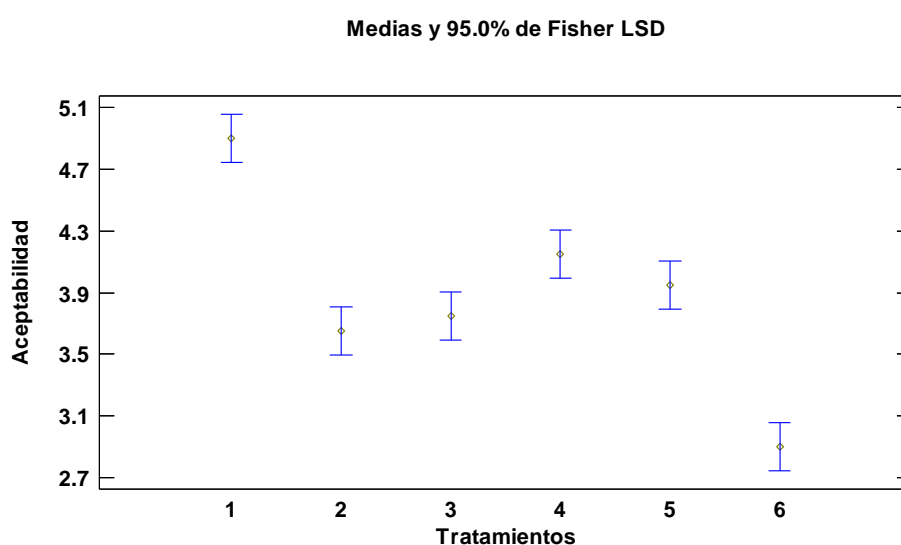
Prueba de rangos de Tukey para la aceptabilidad

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
6	20	2,9	0,110897	X
2	20	3,65	0,110897	X
3	20	3,75	0,110897	X

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
5	20	3,95	0,110897	X
4	20	4,15	0,110897	X
1	20	4,9	0,110897	X

Figura 21

Medias de los tratamientos



En la tabla 41 y figura 21 se exhiben las calificaciones atribuidas al atributo de aceptabilidad para cada tratamiento. Se destaca que la mezcla correspondiente al Tratamiento 1, compuesta por un 15% quinua, 20% amaranto, 25% chía y endulzada con un 40% de miel, recibió una calificación más alta en este atributo, alcanzando un valor de 4,9. Esta calificación se cataloga como “Muy bueno” a “Excelente” según la escala hedónica utilizada. Este resultado sugiere que el tratamiento 1 presenta una aceptabilidad favorable en comparación con los demás tratamientos del turrón nutritivo.

Según el análisis sensorial llevado a cabo en el turrón nutritivo, se ha identificado que el Tratamiento 1 (T1), que consiste en una mezcla de 15% quinua, 20% amaranto, 25% chía y endulzada con un 40% de miel, destaca como el tratamiento óptimo en términos de color, olor, sabor, y aceptabilidad del turrón, obteniendo un

valor promedio de 4,85. Estos resultados revelan diferencias estadísticamente significativas en comparación con los demás tratamientos evaluados.

4.4. Análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento del turrón

4.4.1. Análisis bromatológico

Se llevó a cabo el análisis bromatológico del mejor tratamiento del turrón nutritivo (T1), compuesto por una formulación que contiene un 15% de quinua, un 20% de amaranto, un 25% de chía y endulzado con un 40% de miel. Durante este análisis, se examinaron diversas propiedades y componentes nutricionales presentes en el turrón de germinados. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Tabla 42

Análisis bromatológico del turrón nutritivo

Determinaciones	Unidades	Método	Resultado
Humedad	%	INEN 518	8,79
Ceniza	%	INEN 401	1,51
Proteína	%	INEN 1670	9,95
Grasa	%	INEN 523	3,97
Fibra	%	INEN 522	6,94
Carbohidratos	%	Cálculo	68,84

Nota. Datos reportados por el Laboratorio Saqmic (2024).

Los resultados del análisis bromatológico del turrón elaborado a partir de pseudocereales germinados se presentan en la Tabla 42, revelando una humedad del 8,79%, ceniza del 1,51%, contenido proteico del 9,95%, grasa del 3,97%, fibra del 6,94% y carbohidratos 68,84. Estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por los requisitos de la normativa INEN 2217 para golosinas, incluyendo el turrón. Además, para evaluar su valor nutricional, se considera el parámetro de la proteína, observando que el 9,95% de proteína obtenido es similar al hallazgo de Guancha (2021), quien analizó un turrón elaborado con miel, obteniendo un valor del 9%. En contraste, Caicedo (2018) elaboró un turrón con miel de caña, el cual mostró valores elevados de humedad (11,45%), ceniza (1,61%) y grasa (27,9%); valores bajos en fibra (3,92%), proteína (9,29%) y el cálculo de

carbohidratos de 45,83% tomando en cuenta que el producto obtenido tiene un valor alto en grasa. Sin embargo, el mismo autor analizó un turrón comercial de la marca Ancor, destacando un valor proteico del 8,8%.

Ottobrino et al. (2023) realizaron un análisis entre un turrón funcional elaborado con almendras, miel y proteínas de clara de huevo deshidratada y un turrón comercial. El turrón funcional exhibió valores inferiores en humedad (2,10%), proteína (6,70%), fibra (1,05%), y valores superiores en grasa (20,96%) y carbohidratos (69,18%) en comparación con el turrón de la presente investigación. Por otro lado, el turrón comercial mostró valores inferiores de humedad (4,08%), proteína (7,17%) y carbohidratos (50,5%), y valores superiores en grasa (12,25%) y fibra (25,8%).

La detección de diferencias significativas en la composición nutricional entre el turrón elaborado y otros productos similares subraya la eficacia del proceso experimental. Estos datos evidencian que el turrón experimental tiene un mayor contenido proteico debido al potencial uso de germinados de quinoa, amaranto y chía, lo que realza su valor nutricional y lo convierte en un producto más nutritivo en comparación con los turrones discutidos anteriormente.

4.4.2. Análisis microbiológico

Tabla 43

Análisis microbiológico del turrón nutritivo

Determinaciones	Unidades	Método	Referencia INEN 2217	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	INEN 1529	10 ¹	< 10
Mohos y Levaduras	UP/g	INEN 1529- 10	10 ²	< 10
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	INEN 1529-7	< 3	< 10
<i>Salmonella</i>	UFC/g	INEN 152-15	Ausencia	Ausencia

Nota. UFC: unidades formadoras de colonias. UP: unidades propagadoras. Datos obtenidos por el Laboratorio Saqmic (2024).

En la tabla 43 se exponen los resultados del análisis microbiológico llevado a cabo en el turrón nutritivo, indicando inexistencia de coliformes totales, mohos, levaduras y *Escherichia coli*, todos por debajo de 10 UFC/g. Se corrobora también la ausencia de *Salmonella*, validando así que el turrón nutritivo elaborado a partir de germinados de pseudocereales cumple con los estándares de seguridad microbiológica establecidos en la normativa técnica INEN 2217.

CAPÍTULO V

5.1. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1.1. Hipótesis nula

H₀: Los germinados de quinua, amaranto y chía no influyen en la calidad sensorial y nutricional del turrón.

5.1.2. Hipótesis alterna

H_a: Los germinados de quinua, amaranto y chía influyen en la calidad sensorial y nutricional del turrón.

5.2.3. Verificación de hipótesis

Tabla 44

Comprobación de los valores F calculado con el F de tablas

Varianza	F-Calculada	F-Tablas
Color	19,66	2,316
Olor	26,28	2,316
Sabor	36,45	2,316
Textura	33,70	2,316
Aceptabilidad	34,94	2,316

En la Tabla 44 se muestran los resultados de la comparación entre los valores calculados de F y los valores tabulados de F, con un nivel de confianza del 95%. Los resultados revelaron una diferencia estadísticamente significativa en los aspectos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Se destaca que el valor calculado de F es considerablemente mayor que el valor tabulado en todos los atributos calificados, lo cual conduce al rechazo de la hipótesis nula (H₀) y a la aceptación de la hipótesis alternativa (H_a). Esto implica que los germinados de quinua, amaranto y chía tienen un efecto notable en la calidad sensorial del turrón, así como en su calidad nutricional, evidenciado por su alto valor proteico en comparación con otros turrónes.

5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2.1. Conclusiones

- El análisis fisicoquímico llevado a cabo en las materias primas reveló que el germinado de quinua, tanto fresco como seco, posee un contenido proteico del 10,27% y 13,94% respectivamente. Asimismo, el germinado de amaranto, en sus formas fresca y seca, exhibe un contenido proteico del 12,90% y 17,19% respectivamente. Por su parte, el germinado de chía muestra un contenido proteico del 4,73% en su estado fresco y del 25,63% en su estado seco. Estos hallazgos confirman que las materias primas analizadas son apropiadas para la producción de un turrón nutritivo.
- Se han establecido las condiciones óptimas para el proceso de secado, logrando una uniformidad destacable en el mismo, donde se ha determinado que una temperatura de 50°C resulta ser la más adecuada para el secado de germinados de quinua, amaranto y chía. En relación a la cinética de secado, se ha observado que el modelo matemático de Henderson and Pabis, representado por la ecuación $y = a \cdot \exp(-k \cdot t)$, ha demostrado una mejor adaptación a los datos recopilados a intervalos de 30 minutos. Los niveles finales de humedad obtenidos fueron del 7,5% para la quinua, 6,32% para el amaranto y 5,87% para la chía.
- Después de realizar el análisis sensorial del turrón en colaboración con un grupo de catadores semientrenados, se ha concluido que el tratamiento (T1) de los niveles $a_1 b_1$, compuesta por una combinación de 15% de quinua, 20% de amaranto, 25% de chía y endulzada con un 40% de miel, ha recibido una valoración positiva en 4 de los 5 atributos evaluados. La calificación promedio obtenida, de 4,85, posiciona al producto en la categoría de "Muy Bueno a Excelente", lo que indica una excelente aceptación por parte de los evaluadores.
- El turrón, elaborado con germinados de quinua, amaranto y chía, cumple con los requisitos bromatológicos y microbiológicos establecidos por la normativa INEN 2217. Destaca por su alto valor nutritivo, con niveles adecuados de humedad (8,79%), cenizas (1,51%), grasa (3,97%), fibra (6,94%), carbohidratos 68,84% y una concentración notable de proteínas

(9,95%). Además, garantiza una inocuidad adecuada al demostrar ausencia de contaminantes microbiológicos, como coliformes totales, mohos, levaduras y *Escherichia coli*, y ausencia de *Salmonella*.

5.2.2. Recomendaciones

- Para llevar a cabo una evaluación exacta de las características fisicoquímicas de las materias primas, es aconsejable emplear métodos precisos y actualizados adaptados a cada propiedad. Asimismo, resulta esencial contar con equipos correctamente calibrados para asegurar la exactitud de los resultados, lo cual favorecerá una interpretación más confiable de los datos en el marco de la investigación.
- Se recomienda utilizar el secado de los germinados a una temperatura de 50°C para preservar los componentes nutricionales presentes en los pseudocereales, evitando su pérdida durante el proceso de secado. La selección de esta temperatura específica ayudará a mantener la integridad y calidad del producto final, garantizando así la retención de sus propiedades nutricionales y beneficios para la salud.
- En el contexto de la cinética de secado, se sugiere aumentar el número de repeticiones por cada germinado para mejorar la precisión de los datos y reducir el error experimental. Además, es recomendable ampliar la investigación mediante el uso de modelos matemáticos para determinar el mejor ajuste en la pérdida de humedad en relación con el tiempo.
- Se recomienda considerar el uso de endulzantes provenientes de fuentes vegetales más saludables como alternativa al azúcar. Algunas alternativas pueden incluir la miel, el jarabe de agave, el sirope de arce o los edulcorantes naturales como la stevia. Estos endulzantes no solo pueden ofrecer un sabor dulce, sino que también pueden aportar nutrientes adicionales al turrón, como antioxidantes o vitaminas, dependiendo de su origen.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. B. (2019). Tipos de germinados y cómo hacerlos. *Ecología verde*.
<https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-germinados-y-como-hacerlos-2158.html>
- Aguilar Funes. (2021). Huerto en casa: ¿Cómo sembrar germinado de chía en pocos días?. *Gastrolab*. <https://www.gastrolabweb.com/tips/2021/5/20/huerto-en-casa-como-sembrar-germinado-de-chia-en-pocos-dias-10425.html>
- Angeli, V., Miguel Silva, P., Crispim Massuela, D., Khan, M. W., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönninger, S., & Piatti, C. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*, 9(2), 216.
<https://doi.org/10.3390/foods9020216>
- Arrieta, M. A. (2021). Germinados para el consumo humano. [Universidad de Santander].
<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/360e06e6-ea5b-4857-acf2-efbfe71698b6/content>
- Asif Ahmed, M., EL-Suhaibani, M., & Osman, M. A. (2020). Study of germination, soaking and cooking effects on the nutritional quality of goat pea (*Securigera securidaca L.*). *Journal of King Saud University - Science*, 32(3), 2029-2033. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.02.021>
- Atudorei, D., Stroe, S.-G., & Codină, G. G. (2021). Impact of Germination on the Microstructural and Physicochemical Properties of Different Legume Types. *Plants*, 10(3), 592. <https://doi.org/10.3390/plants10030592>

- Beltrán Orozco, M. D. C., Martínez Olguín, A., & Robles Ramírez, M. D. C. (2020). Changes in the nutritional composition and antioxidant capacity of chía seeds (*Salvia hispánica L.*) during germination process. *Food Science and Biotechnology*, 29(6), 751-757. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00726-1>
- Benincasa, P., Falcinelli, B., Lutts, S., Stagnari, F., & Galieni, A. (2019). Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients*, 11(2), 421. <https://doi.org/10.3390/nu11020421>
- Bermejo, N. F., & Munné Bosch, S. (2022). Mixing chía seeds and sprouts at different developmental stages: A cost-effective way to improve antioxidant vitamin composition. *Food Chemistry*, 405, 134880. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134880>
- Caicedo Salazar, M. (2018). Elaboración de turrón a base de miel de caña (*Saccharum officinarum*). [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27788/1/AL%20675.pdf>
- Calle Rodríguez, K. J. (2023). Elaboración de una barra energética a base de ajonjolí (*Sesamum indicum*), amaranto (*Amaranthus*) y edulcorante no calórico (*stevia*) [Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CALLE%20RODRIGUEZ%20KEVIN%20JOEL.pdf>
- Calvo Lerma, J., Paz Yépez, C., Asensio Grau, A., Heredia, A., & Andrés, A. (2020). Impact of Processing and Intestinal Conditions on in Vitro Digestion of Chía (*Salvia hispánica*) Seeds and Derivatives. *Foods*, 9(3), 290. <https://doi.org/10.3390/foods9030290>

Campos Trujillo, Y. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de clara de huevo en polvo con sabores. [Universidad de Lima].

https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/13140/Campos_Trujillo_Yordan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castillo Martínez, W. E. (2021). “Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) germinados”. [Universidad Nacional del Santa].

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/268918/1/desarrogermino.pdf>

Castro, L., Quispe, F., Suca, F., Villa, Y., & Zegarra, J. (2019). Optimization in the elaboration of an energy bar based on germinated quinoa (*Chenopodium quinoa Willdenow*). *Agroindustrial Science*, 9(2), 163-172.

<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.02.09>

Chisag Toala, L. L. (2022). Aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas en un fermentado láctico de granos germinados de quinua (*Chenopodium quinoa*) para potenciales aplicaciones. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Choque Torres, M. L., & Molina Díaz, P. M. (2018). Influencia de los métodos de secado en bandejas y en vacío sobre el germinado de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) variedad pasankalla. [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8699>

- Darwish, A. M. G., Al- Jumayi, H. A. O., & Elhendy, H. A. (2021). Effect of germination on the nutritional profile of quinoa (*Cheopodium quinoa Willd.*) seeds and its anti-anemic potential in Sprague–Dawley male albino rats. *Cereal Chemistry*, 98(2), 315-327. <https://doi.org/10.1002/cche.10366>
- Devi, A. (2020). Germinado de amaranto. Flores rosadas y blancas. Unsplash. <https://unsplash.com/es/fotos/HZfSCQjapXE>
- Ebert, A. W. (2022). Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. *Plants*, 11(4), 571. <https://doi.org/10.3390/plants11040571>
- Espinoza Huaman, B. N., & Herrera Rodriguez, C. A. (2019). Digestibilidad In vitro de proteína de semilla de chía (*Salvia Hispánica*) sometida a germinación, molienda, tostado y cocción. [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5536/Espinoza%20Huaman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García Panjón, H. N. (2022). Evaluación del efecto de la fermentación sólida, con *Rhizopus oligosporus* en tres genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa*) para mejorar su potencial nutricional. [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/32553/1/T-ESPESD-003237.pdf>
- Gastulo Malca, J. A., & Quevedo Rojas, T. D. (2021). Elaboración de una barra alimenticia de kiwicha (*Amaranthus caudatus linnaeus*), polen y miel de abeja (*Apis mellifera*). [Universidad Nacional «Pedro Ruiz Gallo»]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9653/Gastulo%20Malca%20y%20Quevedo%20Rojas.pdf>

ulo_Malca_Juan_Alexis_Ricardo_y_Quevedo_Rojas_Tito_Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Geng, J., Li, J., Zhu, F., Chen, X., Du, B., Tian, H., & Li, J. (2022). Plant sprout foods: Biological activities, health benefits, and bioavailability. *Journal of Food Biochemistry*, *46*(3). <https://doi.org/10.1111/jfbc.13777>

Gómez, J. (2019). Germinados: Beneficios para la salud. Casa Pía. <https://www.casapia.com/blog/nutricion-saludable/los-germinados-informacion.html>

Guancha Escobar, J. P. (2021). Alternativas de mercados internacionales y la comercialización del turrón con miel de abeja desde la microempresa Campo Real, Atuntaqui – provincia de Imbabura. [UPEC]. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1160/1/475-%20JESSICA%20PAOLA%20GUANCHA%20ESCOBAR.pdf>

Gutiérrez Pulido, H., & Román, D. la V. S. (2008). Análisis y diseño de experimentos (Segunda Edición). Mc Graw Hill. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf

Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., Imran, A., Niaz, B., Tufail, T., Hussain, M., & Muhammad Anjum, F. (2021). Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, *9*(8), 4617-4628. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2408>

Islam, M. Z., Park, B.-J., Kang, H.-M., & Lee, Y.-T. (2020). Influence of selenium biofortification on the bioactive compounds and antioxidant activity of wheat microgreen extract. *Food Chemistry*, *309*, 125763.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125763>

Ispiryan, L., Kuktaite, R., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2021). Fundamental study on changes in the FODMAP profile of cereals, pseudo-cereals, and pulses during the malting process. *Food Chemistry*, 343, 128549.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128549>

Kuktaite, R., Repo Carrasco-Valencia, R., De Mendoza, C. C., Plivelic, T. S., Hall, S., & Johansson, E. (2022). Innovatively processed quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) food: Chemistry, structure and end-use characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(12), 5065-5076.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.11214>

Kumar, S. R., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2022). Comparative study of physicochemical and functional properties of soaked, germinated and pressure cooked Faba bean. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 257-267. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05010-x>

Lascano Acosta, R. M. (2018). Consumo de alimentos funcionales y relación con indicadores nutricionales en adolescentes de bachillerato de dos unidades educativas, Ambato. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/9331/1/20T01124.PDF>

Le, L., Gong, X., An, Q., Xiang, D., Zou, L., Peng, L., Wu, X., Tan, M., Nie, Z., Wu, Q., Zhao, G., & Wan, Y. (2021). Quinoa sprouts as potential vegetable source: Nutrient composition and functional contents of different quinoa sprout varieties. *Food Chemistry*, 357, 129752.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129752>

- Lim, J. G., Park, H., & Yoon, K. S. (2020). Analysis of saponin composition and comparison of the antioxidant activity of various parts of the quinoa plant (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Science & Nutrition*, 8(1), 694-702. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1358>
- Liu, H.-Y., Liu, Y., Li, M.-Y., Ge, Y.-Y., Geng, F., He, X.-Q., Xia, Y., Guo, B.-L., & Gan, R.-Y. (2022). Antioxidant capacity, phytochemical profiles, and phenolic metabolomics of selected edible seeds and their sprouts. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1067597. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1067597>
- Loor Napa, J. J. (2020). Desarrollo de un snack energético bajo en gluten a partir de la harina de arroz (*Oriza sativa* L.) con amaranto (*Amaranthus spp.*) y frutos secos. [Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOOR%20NAPA%20JANNY%20JANETH_compressed.pdf
- López Mas, L., & Romero del Castillo, R. (2021). Sensory analysis of nougat: Methodology, training, and validation of a panel for protected geographical indication. Torró d'Agramunt. *Journal of Sensory Studies*, 1-15. <https://doi.org/DOI: 10.1111/joss.12722>
- López Mayorga, F. R. (2021). Estudio de la expresión génica de cuatro accesiones de *Chenopodium quinoa* Wild, bajo condiciones de estrés por frío. [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32459/1/Tesis-274%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Francis%20Rodrigo%20L%C3%B3pez%20Mayorga.pdf>

- Manyelo, T. G., Sebola, N. A., Hassan, Z. M., Ng'ambi, J. W., Weeks, W. J., & Mabelebele, M. (2022). Chemical Composition and Metabolomic Analysis of *Amaranthus cruentus* Grains Harvested at Different Stages. *Molecules*, 27(3), 623. <https://doi.org/10.3390/molecules27030623>
- Martínez Villaluenga, C., Peñas, E., & Hernández Ledesma, B. (2020). Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology*, 137, 111178. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>
- Molina Cordonez, B. A. (2022). Alimentos funcionales – Una revisión básica del Estado del Arte y su importancia en la Industria Alimentaria. [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36050/1/AL%20856.pdf>
- Motyka, S., Skala, E., Ekiert, H., & Szopa, A. (2023). Health-promoting approaches of the use of chía seeds. *Journal of Functional Foods*, 103, 105480. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105480>
- Nina Ayque, E. N. (2021). Capacidad antioxidante, contenido proteico y hierro en el proceso de germinados y secado de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) [Universidad Nacional de Juliaca]. <http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/184/Tesis%20PDF%20Esther%20Nilda%20Nina%20Ayque.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Noblecilla Ullauri, A. D. (2020). Desarrollo de una barra energética a base de avena (*Avena sativa*), maní (*Arachis hypogaea*), guayusa (*Ilex guayusa*) endulzada con miel de abeja. [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15558/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-71.pdf>

NTE INEN 2217. (2012). Productos de confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone. *Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2217-1.pdf>

Nutriyachay. (2023). Almuerzo saludable: Germinado de Quinoa. Nutriyachay. Blog. <http://www.nutriyachay.com/blog/como-preparar-germinado-de-quinua/>

Okla, M. K., Abdel-Mawgoud, M., Alamri, S. A., Abbas, Z. K., Al-Qahtani, W. H., Al-Qahtani, S. M., Al-Harbi, N. A., Hassan, A. H. A., Selim, S., Alruhaili, M. H., & AbdElgawad, H. (2021). Developmental Stages-Specific Response of Anise Plants to Laser-Induced Growth, Nutrients Accumulation, and Essential Oil Metabolism. *Plants*, *10*(12), 2591. <https://doi.org/10.3390/plants10122591>

Oteri, M., Bartolomeo, G., Rigano, F., Aspromonte, J., Trovato, E., Purcaro, G., Dugo, P., Mondello, L., & Beccaria, M. (2022). Comprehensive Chemical Characterization of Chía (*Salvia hispánica L.*) Seed Oil with a Focus on Minor Lipid Components. *Foods*, *12*(1), 23. <https://doi.org/10.3390/foods12010023>

Ottobrino, A., Maurano, F., Montesano, E., Picariello, A., Oliviero, A., & Rossi, M. (2023). Development of functional nougat without diabetic effects in vivo. *International Food Research Journal*, *30*(6), 1401-1407. <https://doi.org/10.47836/ifrj.30.6.04>

- Paucar Menacho, L. M., Simpalo López, W. D., Castillo Martínez, W. E., Esquivel Paredes, L. J., & Martínez-Villaluenga, C. (2022). Improving Nutritional and Health Benefits of Biscuits by Optimizing Formulations Based on Sprouted Pseudocereal Grains. *Foods*, *11*(11), 1533. <https://doi.org/10.3390/foods11111533>
- Pedroza Jamanca, B. J. (2023). Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de semilla de zapallo y semilla entera chía. [UNS]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4469/Tesis%20Pedroza%20Jamanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez Ramírez, I. F., Sotelo González, A. M., López Echevarría, G., & Martínez-Maldonado, M. A. (2022). Amaranth Seeds and Sprouts as Functional Ingredients for the Development of Dietary Fiber, Betalains, and Polyphenol-Enriched Minced Tilapia Meat Gels. *Molecules*, *28*(1), 117. <https://doi.org/10.3390/molecules28010117>
- Pilco Quesada, S. P. (2021). Elaboración de una bebida a base de granos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). UNAM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4576/pilco-quesada-silvia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pirzadah, T. B., & Malik, B. (2020). Pseudocereals as super foods of 21st century: Recent technological interventions. *Journal of Agriculture and Food Research*, *2*, 100052. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100052>
- Rivera Vásquez, J. I. (2020). La malnutrición infantil en Ecuador: Entre progresos y desafíos. [FLACSO].

<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/16585/2/TFLACSO-2020JIRV.pdf>

Rodríguez Sampedro, M. A. (2022). Determinación de la capacidad fenólica en quinua (*Chenopodium quinoa*) germinada de dos variedades: amarilla (*Iniap tunkahuan*) y blanca (*Iniap pata de venado*) [UEQ]. [https://repositorio.uteq.edu.ec/items/00de2925-b13b-4634-95ee-](https://repositorio.uteq.edu.ec/items/00de2925-b13b-4634-95ee-61a15c59764c)

[61a15c59764c](https://repositorio.uteq.edu.ec/items/00de2925-b13b-4634-95ee-61a15c59764c)

Sánchez Pichasaca, A. C. (2022). Usos de las harinas de chía (*Salvia hispánica*), amaranto (*Amaranthus sp.*) y haba (*Vicia faba*), como fuente de proteína y fibra para la elaboración de galletas [Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANCHEZ%20PICHASACA%20ANDREA%20CAROLINA.pdf>

Sandoval Sicairos, E. S., Domínguez Rodríguez, M., Montoya Rodríguez, A., Milán Noris, A. K., Reyes Moreno, C., & Milán Carrillo, J. (2020). Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity Modified by Germination and Hydrolysis in Mexican Amaranth. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(2), 192-199. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00798-z>

Sandoval Sicairos, E. S., Milán Noris, A. K., Luna Vital, D. A., Milán Carrillo, J., & Montoya Rodríguez, A. (2021). Anti-inflammatory and antioxidant effects of peptides released from germinated amaranth during in vitro simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 343, 128394. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128394>

Sarmiento Aguilar, W. (2022). Impacto de la germinación en los compuestos bioactivos de dos ecotipos de kiwicha de grano color negro y rosado

(*Amaranthus caudatus L.*). *Revista chilena de nutrición*, 49(6), 723-733.
<https://doi.org/10.4067/S0717-75182022000700723>

Schmidt, D., Verruma Bernardi, M. R., Forti, V. A., & Mendes Ribeiro, M. T. (2021). Quinoa and Amaranth as Functional Foods: A Review. *Food Reviews International*, 39(4), 2277-2296.
<https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1950175>

Shrestha, M., Shrestha, S., & Shrestha, N. K. (2022). Chemical Composition, Health Benefits and Applications of Chía seeds: A Review. *Tribhuvan University Journal of Food Science and Technology*, 31-37.
<https://doi.org/10.3126/tujfst.v1i1.49934>

Siles Peña, L. O., & Guido Paladino, E. M. (2020). Barra energética a partir de cereales y frutos secos de alto valor nutricional y aporte energético. [Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].
<https://repositorio.unan.edu.ni/14073/1/14073.pdf>

Silva, L. D. A., Verneque, B. J. F., Mota, A. P. L., & Duarte, C. K. (2021). Chía seed (*Salvia hispánica L.*) consumption and lipid profile: A systematic review and metaanalysis. *Food & Function*, 12(19), 8835-8849.
<https://doi.org/10.1039/D1FO01287H>

Silva Saquina, V. P. (2020). Desarrollo del proceso tecnológico para la elaboración de barras nutritivas a partir de semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) endulzado con miel de panela como una nueva alternativa de snack saludable en el Ecuador. [UTA].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31412/1/AL%20750.pdf>

Símpalo López, W. D. (2022). *Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) germinados*. [Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4100/52574.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

So, V., Poul, P., Oeung, S., Srey, P., Mao, K., Ung, H., Eng, P., Heim, M., Srun, M., Chheng, C., Chea, S., Srisongkram, T., & Weerapreeyakul, N. (2023). Bioactive Compounds, Antioxidant Activities, and HPLC Analysis of Nine Edible Sprouts in Cambodia. *Molecules*, 28(6), 2874. <https://doi.org/10.3390/molecules28062874>

Thakur, P., Kumar, K., Ahmed, N., Chauhan, D., Eain Hyder Rizvi, Q. U., Jan, S., Singh, T. P., & Dhaliwal, H. S. (2021). Effect of soaking and germination treatments on nutritional, anti-nutritional, and bioactive properties of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus L.*), quinoa (*Chenopodium quinoa L.*), and buckwheat (*Fagopyrum esculentum L.*). *Current Research in Food Science*, 4, 917-925. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2021.11.019>

Trejo Cacha, Y. S. (2020). *Análisis estratégico del sector de cereales para desayuno listos para comer*. [Pontificia Universidad Católica del Perú]. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/16946/TREJO_CACHA_YOSY_AN%
c3%81LISIS_ESTRAT%
c3%89GICO_SELECTOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/16946/TREJO_CACHA_YOSY_AN%c3%81LISIS_ESTRAT%c3%89GICO_SELECTOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Urbina Dicao, K. S., Santacruz Terán, S. G., Guapi Álava, G. M., Revilla Escobar, K., & Aldas Morejon, J. P. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2), 33-41. <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>
- Val, S. (2021). Este es el mejor turrón del supermercado, según la OCU. El español. https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20211201/este-mejor-turron-supermercado-segun-ocu/631437456_0.html
- Verduga Verdezoto, K. A. (2019). Elaboración de una barra energética a partir de Sacha Inchi. [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19677/1/T-UCE-0017-IQU-058.pdf>
- Villacrés, E., Quelal, M., Galarza, S., Iza, D., & Silva, E. (2022). Nutritional Value and Bioactive Compounds of Leaves and Grains from Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plants*, 11(2), 213. <https://doi.org/10.3390/plants11020213>
- Villalba Tupiza, K. J. (2021). Ruta gastronómica para la revalorización de dulces tradicionales en el Centro Histórico de Quito. [Universidad Iberoamericana del Ecuador]. <http://repositorio.unibe.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/515/1/VILLALBA%20TUPIZA%20KITZA%20JAILANE.pdf>
- Witting, E. (2001). Evaluación Sensorial. http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicasyfarmacuticas/w

Xu, M., Rao, J., & Chen, B. (2020). Phenolic compounds in germinated cereal and pulse seeds: Classification, transformation, and metabolic process. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(5), 740-759.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1550051>

Zuñiga Salas, C. F. (2019). Análisis bromatológico en pollos camperos con alimentación del germen del maíz hidropónico. [Universidad de Guayaquil].

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40007/1/BCIEQ-T->

0384%20Z%c3%ba%c3%bliga%20Salas%20Christian%20Fabi%c3%a1n.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Fichas de recolección de datos



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS

NATURALES Y DEL AMBIENTE

CARRERA DE AGROINDUSTRIA



Instrucciones: Sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad.

Marque con una **X** el punto que mejor indique su sentido a cerca de la muestra.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS		
		1	2	3
COLOR	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			
OLOR	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			
SABOR	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			
TEXTURA	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			
ACEPTABILIDAD	1. Malo			
	2. Regular			
	3. Bueno			
	4. Muy Bueno			
	5. Excelente			

Nota. Modificado y tomado de (Witting, 2001).

Observaciones:

Anexo 3. Análisis físicoquímico de los germinados frescos y secos

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 1 de 2

INFORME DE ENSAYOS N°006

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Nicole Ubilluz – Viviana Rea
Muestra	Amaranto germinado fresco, chia germinada fresca, quinua germinada fresca, amaranto seco, chia seca, quinua seca
Código asignado UEB	INV607- INV608- INV609- INV610- INV611- INV612
Estado de la muestras	Germinadas secas – germinadas frescas
Envase de recepción	Bolsas Plásticas
Análisis requerido(s)	pH, humedad, ceniza, grasa
Fecha de recepción	23 de octubre de 2023, 20 de noviembre del 2023, 11-19 de diciembre de 2023, 08-15 de enero del 2024
Fecha de análisis	23 de octubre del 2023- 15 de enero de 2024
Fecha de informe	16 de enero de 2024
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV-607	Amaranto germinado fresco	pH	---	Potenciómetro	5,70
		Humedad	%	AOAC 925.10	52,50
		Ceniza	%	AOAC 923.03	1,03
		Grasa	%	AOAC 2003.06	0,91
INV-608	Chía germinada fresca	pH	---	Potenciómetro	5,70
		Humedad	%	AOAC 925.10	48,67
		Ceniza	%	AOAC 923.03	2,18
		Grasa	%	AOAC 2003.06	0,6
INV-609	Quinua germinada fresca	pH	---	Potenciómetro	5,03
		Humedad	%	AOAC 925.10	47,98
		Ceniza	%	AOAC 923.03	1,17
		Grasa	%	AOAC 2003.06	0,65
INV-610	Amaranto germinado seco	pH	---	Potenciómetro	5,67
		Humedad	%	AOAC 925.10	6,32
		Ceniza	%	AOAC 923.03	0,05
		Grasa	%	AOAC 2003.06	3,01
INV-611	Chía germinada seco	pH	---	Potenciómetro	5,56
		Humedad	%	AOAC 925.10	5,87
		Ceniza	%	AOAC 923.03	1,07

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 2 de 2

		Grasa	%	AOAC 2003.06	5,38
		pH	----	Potenciómetro	5,10
INV-612	Quinoa germinada seco	Humedad	%	AOAC 925.10	7,50
		Ceniza	%	AOAC 923.03	3,00
		Grasa	%	AOAC 2003.06	7,08

Los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio son de carácter confidencial.


 Ing. Favian Bayas, PhD.
 Director DIVIUEB

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 1 de 2

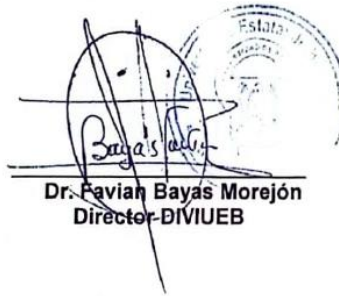
INFORME N° 110-2024

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Nicole Ubilluz - Viviana Rea					
Muestra	Amaranto germinado en fresco y seco; chíla germinada en fresco y seco; quinua germinada en fresco y seco					
Código asignado UEB	INV- 607, INV- 608; INV- 609; INV – 610; INV- 611; INV – 612					
Estado de la muestra	Sólido					
Envase de recepción	Fascos de plástico					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total					
Fecha de recepción	20/12/2023					
Fecha de análisis	21/12/2023					
Fecha de informe	25/03/2024					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 607	Amaranto germinado fresco, R 1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	13,19	12,90
	Amaranto germinado fresco, R 2				12,63	
	Amaranto germinado fresco, R 3				12,88	
INV- 610	Amaranto germinado seco, R 1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	17,31	17,19
	Amaranto germinado seco, R 2				17,06	
	Amaranto germinado seco, R 3				17,19	
INV- 608	Chía germinado fresco, R 1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	23,63	23,48
	Chía germinado fresco, R 2				23,56	
	Chía germinado fresco, R 3				23,25	
INV- 611	Chía germinado seca, R 1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	25,88	25,63
	Chía germinado seca, R 2				25,63	
	Chía germinado seca, R 3				25,38	
	Quinua germinado fresco, R 1				10,31	10,27

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacolo II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2024
		Página	Página 2 de 2

INV- 609	Quinoa germinado fresco, R 2	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	10,31	
	Quinoa germinado fresco, R 3				10,19	
INV- 612	Quinoa germinado seco, R 1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	14,00	13,94
	Quinoa germinado seco, R 2				13,88	
	Quinoa germinado seco, R 3				13,94	

Los análisis se realizaron con tres réplicas



Dr. Faviah Bayas Morejón
Director-DIVIUEB

Anexo 4. Datos del proceso de secado de los germinados

Tiempo de secado/h	Proceso de secado/g					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0,0	105,066	105,044	105,022	105,101	105,088	105,065
0,5	95,688	98,488	96,859	95,872	98,670	96,801
1,0	82,001	88,324	91,697	90,782	90,340	88,760
1,5	72,066	79,245	89,585	88,693	88,008	84,689
2,0	68,188	78,014	88,063	86,583	86,986	80,055
2,5	66,558	76,041	86,331	85,494	84,695	78,597
3,0	63,862	74,188	84,860	83,375	84,055	78,016
3,5	60,955	73,025	83,147	82,254	82,365	77,055
4,0	60,099	71,025	81,047	81,131	78,121	75,055
4,5	58,255	69,455	80,866	80,990	76,889	74,011
5,0	56,336	66,254	78,776	79,708	76,058	72,744
5,5	53,662	64,025	76,645	77,586	74,588	71,065
6,0	49,000	61,025	75,534	76,375	73,998	68,155
6,5	47,554	58,045	74,413	75,223	74,025	67,255
7,0	47,524	57,058	72,301	74,101	73,655	63,550
7,5	47,501	55,089	72,055	73,011	73,115	62,445
8,0	46,997	54,065	71,566	71,952	73,016	60,855
8,5	47,015	52,064	69,055	69,681	72,988	60,744
9,0	47,012	52,845	68,988	68,840	72,905	60,801
9,5	47,015	51,215	68,992	68,328	72,818	60,145

Anexo 5. Análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento del turrón

ANALISIS SOLICITADO POR: Srtas. Nicole Ubilluz y Viviana Rea

TIPO DE MUESTRA: Turrón

FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de marzo del 2024

PROCEDENCIA: Cantón Riobamba



DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS; Turrón nutritivo a base de germinados de Quinoa, Amaranto y Chia.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Sabor	Dulce agradable
Color	Blanco característico, presencia de pequeñas semillas
Consistencia	Semidura

ANALISIS QUÍMICO

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÈTODO DE ANÀLISIS	Valores de Referencia INEN 2217	RESULTADOS
Humedad	%	INEN 518	MAX. 12	8.79
Ceniza	%	INEN 401	-	1.51
Proteína	%	INEN 1670	-	9.95
Grasa	%	INEN 523	-	3.97
Fibra	%	INEN 522	-	6.94

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÈTODO DE ANÀLISIS	Valores de Referencia INEN 2217	RESULTADOS
Coliformes totales	UFC/g	INEN 1529-	10 ¹	< 10
Mohos y Levaduras	UP/g	INEN 1529-10	10 ²	< 10
Escherichia coli	UFC/g	INEN 1529-7	< 3	< 10
Salmonella	UFC/25g	INEN 152-.15	Ausencia	Ausencia

UFC: unidades formadoras de colonias. UP: unidades propagadoras

Responsable:

Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 📞032 942 322
Saqmic Laboratorio 📍
Riobamba - Ecuador

Anexo 6. Fotografías del análisis fisicoquímico de las materias primas



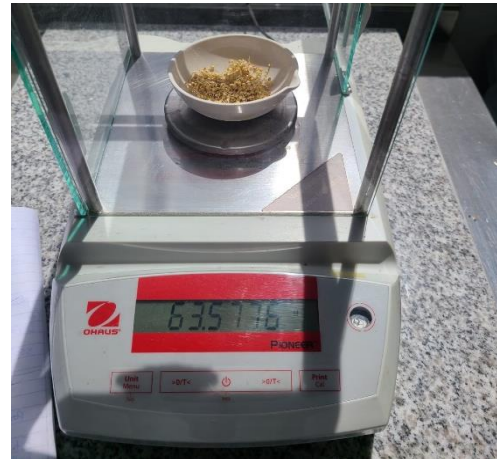
Germinado de quinua



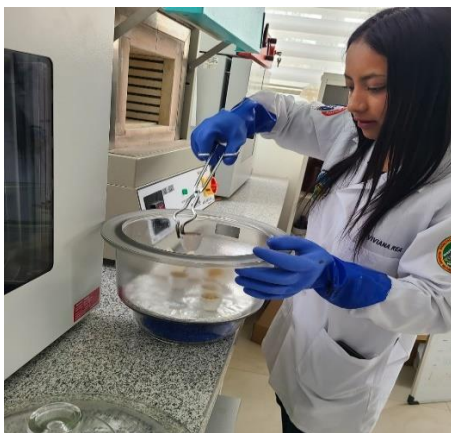
Germinado de amaranto



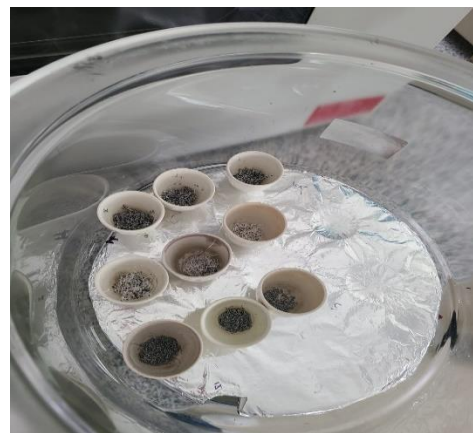
Germinado de chía



Peso de muestras



Análisis de humedad



Análisis de cenizas

Anexo 7. Fotografías del proceso de secado de los germinados



Preparación de muestras



Muestras en bandejas para toma de datos



Germinado de quinua seco



Germinado de amaranto seco



Germinado de chía seco



Secado de germinados en bandejas

Anexo 8. Fotografías del desarrollo del turrón nutritivo



Peso de germinados



Peso de la miel



Mezcla de ingredientes



Batido de yema de huevo



Moldeado de la mezcla



Empacado de los turrones

Anexo 9. Fotografías del análisis sensorial del turrón nutritivo



Tratamiento 1 de los turrones



Tratamiento 2 de los turrones



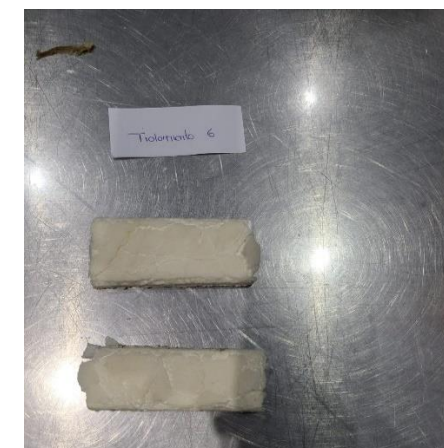
Tratamiento 3 de los turrones



Tratamiento 4 de los turrones

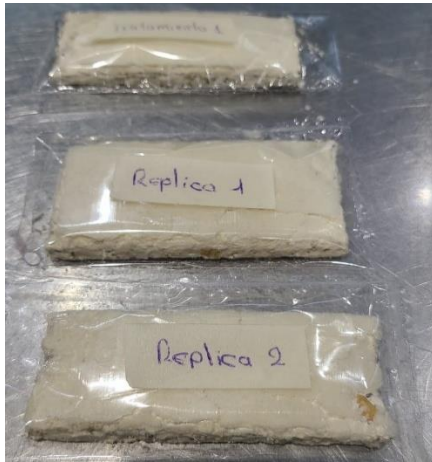


Tratamiento 5 de los turrones



Tratamiento 6 de los turrones

Anexo 10. Fotografías del análisis sensorial del turrón nutritivo



Muestras de turrónes

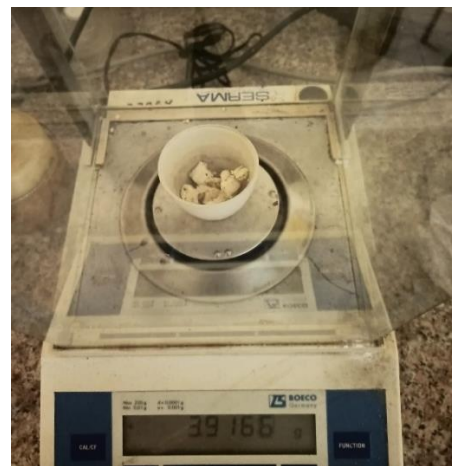


Prueba sensorial

Anexo 11. Fotografías del análisis bromatológico del mejor tratamiento del turrón



Análisis de humedad



Análisis de cenizas

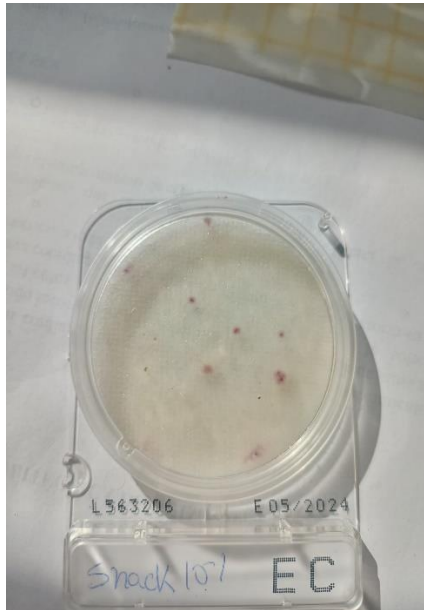


Análisis de grasa



Análisis de fibra

Anexo 12. Fotografías del análisis microbiológico del mejor tratamiento del turrón



Análisis microbiológico del turrón



Determinación de *Salmonella*

Anexo 13. Etiqueta del producto



Rea Ubi

TURRÓN NUTRITIVO ALTO EN PROTEÍNA "GERMINATED" 100% ARTESANAL

MEDIO en AZÚCAR

MEDIO en GRASA

BAJO en SAL

Elaborado por industrias REAUBI CIA LTDA.
 Ingredientes: Huevo, miel, azúcar, germinado de quinoa, germinado de amaranto, germinado de chí, mani.

Elaborado bajo la normativa NTE INEN 2217
 Fecha de elab.:
 Fecha de Ven.:

Información nutricional

Tamaño por porción: 1 turrón (aprox. 35 g)
 Porciones por paquete: 1

132 kcal – 550 KJ

Valor energético

	% Valor Diario
Grasa total	3.97%
Fibra	6.94%
Azúcares	7%
Proteína	9.95%
Carbohidratos	68.84%

Los porcentajes de los valores diarios están basados en una ingesta diaria de 2000 kcal (8400 KJ). Su valor de referencia puede ser menor o mayor dependiendo de sus necesidades de energía.

Cód. BPM:
 Reg. Sanitario:
 Lote:
 P.V.P

 www.Industriasreaubi.com
 0995957198 - 0999895416
 INDUSTRIAS REAUBI

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Amaranto: Es una planta de origen sudamericano cuyas semillas se pueden consumir como un cereal y son ricas en proteínas, fibra, vitaminas y minerales. El amaranto también se utiliza en la elaboración de diversos productos alimenticios.

Chía: Una planta cuyas semillas son comestibles y son una fuente rica de ácidos grasos omega-3 y antioxidantes.

Deshidratación: Un proceso en el que la humedad se elimina de un producto para prolongar su vida útil y mejorar su textura.

Enfriamiento: Un proceso en el que un producto se enfría para detener la cocción y estabilizar su forma y textura.

Extrusión: Un proceso en el que la masa se presiona a través de una matriz para darle forma y textura a la barra.

Fibra dietética: Un nutriente importante que se encuentra en los ingredientes de los alimentos y que ayuda a regular el sistema digestivo y a prevenir enfermedades.

Germinados: Semillas que han sido remojadas y dejadas a germinar para activar los nutrientes y mejorar su digestibilidad.

Masa: La mezcla de ingredientes que se ha formado en una masa húmeda y cohesiva antes de ser moldeada en barras.

Mezcla: La combinación de los ingredientes en proporciones específicas para formar una mezcla homogénea.

Nutrientes: Sustancias esenciales para el crecimiento, la reparación y el mantenimiento del cuerpo, que se encuentran en los ingredientes de la barra.

Proteína completa: Una proteína que contiene todos los aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento y la reparación del cuerpo, como la que se encuentra en la quinua y el huevo.

Pseudocereales: Plantas que se utilizan como cereales debido a su alto contenido de almidón, como la quinua y el amaranto.

Quinoa: Es una planta originaria de los Andes, cuyas semillas son consumidas como un cereal y son ricas en proteínas, fibra, vitaminas y minerales. La quinoa también se utiliza en la elaboración de diversos productos alimenticios.

Suplemento proteico: Un ingrediente que se utiliza para aumentar el contenido de proteínas en alimentos y proporcionar nutrientes adicionales para el cuerpo.

Turrón: El turrón es un dulce tradicional de origen mediterráneo, especialmente popular durante la época navideña. Consiste en una masa compacta y sólida, generalmente elaborada con una mezcla de almendras molidas, azúcar y miel.