UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Elaboración de una premezcla para brownies a partir de harinas de trigo nacional (*Triticum aestivum l.)*, quinua (*Chenopodium quinua)* y amaranto *(Amaranthus)*

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Jenifer Germania Maluzin Brito

Tutor: Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

Ambato - Ecuador

Febrero - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

CERTIFICA

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato,10 de enero de 2025



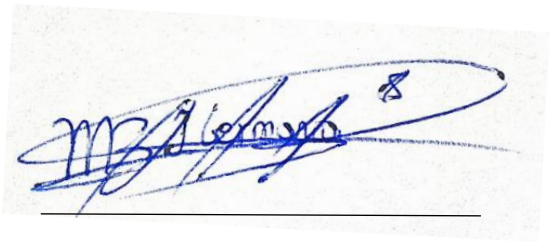
Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

0501873954

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jenifer Germania Maluzin Brito, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Jenifer Germania Maluzin Brito

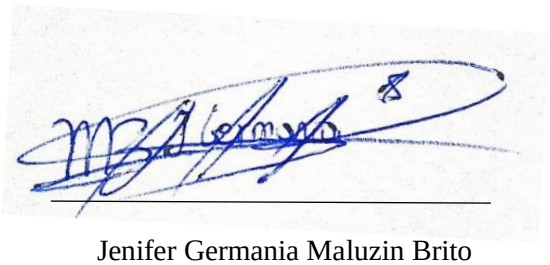
1850414259

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Informe Final del Trabajo de Titulación por parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Jenifer Germania Maluzin Brito

1850414259

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
LORENA DE LOS ANGELES NUNEZ VILLACIS

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
JOSE HOMERO VARGAS LOPEZ

Dr. José Homero Vargas López

1801978048

Firmado electrónicamente por:
CARLOS SANTIAGO MORENO MIRANDA

Dr. Carlos Santiago Moreno Miranda

1804285342

Ambato, 29 de enero de 2025

DEDICATORIA

Esta tesis es un homenaje a mi madre, la estilista Narcisa Brito por ser mi fuente, soporte e inspiración en cada etapa de mi vida. Eres mi primera maestra, amiga y mi mayor motivación. Reconozco el esfuerzo que hiciste por mí, incluso a pesar de estar cansada de tus labores, te das el tiempo de acompañarme, consentirme, tranquilizarme y darme las fuerzas para seguir adelante a pesar de todo siempre me cuidas con esmero, lo valoró mucho porque se lo difícil que es para ti ser el soporte más importante en la familia. Gracias a ti madre querida por tu apoyo emocional, sentimental y económico en cada travesía que el destino me ha desafiado a crecer y a dar lo mejor de mí. Gracias por creer en mí, incluso cuando yo dudaba de mis capacidades y por enseñarme a soñar en grande Este pequeño logro es un reflejo de tu gran amor y dedicación que con la bendición de Dios lograré más cosas para que te sientas aún más orgullosa de mí. Te amo mami.

Jenifer Germania Maluzin Brito

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, quien es mi guía y fortaleza para afrontar cada reto de mi vida y por ser mi confidente en momentos de vulnerabilidad, quien me ha permitido alcanzar esta meta.

A mi mami, la estilista Narcisa Brito, por ser mi fuente inagotable de amor, paz y apoyo. Gracias por inculcarme el valor del estudio y la disciplina. A mi papi, Luis Maluzin quien es el mayor conocedor de calzado, por ser mi amigo en la vida, quien me cuida, protege y se asegura de que llegue con bien a casa. Papito, agradezco que hayas decidido ser alguien mejor para tu familia, y eso lo valoro profundamente.

Gracias a ambos, papá y mamá, por enseñarme a enfrentar la vida con esfuerzo y determinación. Ustedes son lo que más amo en este mundo, y aunque no siempre lo exprese con palabras, mis acciones son mi forma de demostrarles mi agradecimiento por haber formado en mí una hija dedicada y enfocada en sus metas. Los amo demasiado.

A mis queridos hermanos, Maribel y Oscar, por su apoyo absoluto y palabras de aliento durante este camino que me han ayudado a seguir adelante. También, a mi abuelito José, que desde el cielo celebra este logro conmigo, y a mis abuelitas Carmen y Teresa, por su amor y cariño incondicional, y a todos mis familiares más cercanos, por su apoyo, comprensión y por creer en mí siempre. Muchas gracias, dios los bendiga siempre.

Agradezco profundamente a la Dra. Mayra Paredes por su invaluable guía y apoyo durante la realización de este trabajo. Su confianza en mis capacidades y su paciencia infinita han sido fundamentales para alcanzar este logro. Y un sincero agradecimiento a la empresa *Molinos Miraflores* y a la empresa *GRANOTEC* por su apoyo incondicional en la ejecución de este proyecto de investigación. Muchas gracias.

De forma especial, a Miguel por sus comentarios constructivos, paciencia, afecto y su apoyo moral en cada etapa de mi titulación convirtiéndose en alguien importante para mí. De igual manera, a mis mejores amigos, Paola, Fanny & Alex, gracias por cada risa compartida, por su amistad y cariño hacia mí, y por hacer que la universidad sea una etapa plácida y dulce. Además, agradezco a Stephanie, Dennis, Esteban, Roberto, Karen, Vinicio, Erika, Liss, Jenny y a todos mis amigos, por su cariño y amistad incondicional. Me han hecho sentir como en familia.

A mis pequeños seres de luz, Botas, Capulí, Nieves, Bongo, Mailo y Gringo por su lealtad y cariño que me han enseñado el valor de cuidarlos con amor y esmero. Y a mis pequeños que ya no están conmigo, siempre vivirán en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE FIGURAS xiii
ÍNDICE DE ANEXOS xiv
RESUMEN EJECUTIVO xv
ABSTRACT xvi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO 1
1.1 Antecedentes Investigativos 1
1.1.1 Historia y evolución de las premezclas alimenticias 1
1.1.1.1 Innovación y expansión 1
1.1.2 Premezclas en el sector de panificación y repostería 1
1.1.3 Ventajas del uso de premezclas 2
1.1.4 Calidad alimentaria en premezclas 2
1.1.5 Tecnología en premezclas 2
1.1.5.1 Tiempo de vida útil 2
1.1.6 Alimentos con bajo índice glucémico (IG) 2
1.1.6.1 Los carbohidratos complejos 3
1.1.7 Brownie 3
1.1.7.1 Rentabilidad comercial de brownies 4
1.1.7.2 Adaptabilidad de la masa de brownies a otros ingredientes 4
1.1.8 Harina de trigo 4

1.1.8.1 Gluten 5
1.1.9 Trigo Nacional 5
1.1.9.1 Harina de trigo nacional 6
1.1.10 Harina de quinua 6
1.1.11 Harina de amaranto 7
1.1.12 Cacao en polvo 8
1.1.12.1 Acción química del cacao en polvo en productos horneados 8
1.1.13 Azúcar 8
1.1.14 Azúcar en polvo 9
1.1.14.1 Acción química del azúcar en polvo en productos horneados 9
1.1.15 Empleo de núcleos para la elaboración de premezclas 9
1.1.15.1 Agente de batido 10
1.1.16 Grasas 10
1.1.16.1 Acción química de las grasas en productos horneados 10
1.1.17 Mantequilla 11
1.1.18 Huevos 11
1.1.18.1 Acción química del huevo en productos horneados 11
1.1.19 Esencias 11
1.1.19.1 Esencia de vainilla 12
1.1.20 Baño María 12
1.1.20.1 Acción térmica del baño María en alimentos 12
1.2 Objetivos 14
1.2.1 Objetivo general 14
1.2.2 Objetivos específicos 14
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA 15
2.1 Materiales 15
2.2 Métodos 16
2.2.1 Establecimiento de los porcentajes óptimos de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto para obtener un brownie de características sensoriales aceptables. 16

2.2.1.1 Obtención de las harinas 16
2.2.1.2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una premezcla para brownies 17
2.2.1.3 Diagrama de flujo de elaboración de brownies a partir de una premezcla 18
2.2.1.4 Evaluación sensorial y diseño experimental 19
2.2.2 Evaluación de las propiedades técnico-funcionales del brownie producido a partir del mejor tratamiento…. 20
2.2.2.1 Textura del brownie de mayor aceptabilidad 20
2.2.2.2 Propiedades reológicas de la mezcla de harinas del brownie de mayor aceptabilidad 20
2.2.3 Determinación de la composición proximal del brownie del mejor tratamiento 20
2.2.3.1 Determinación de cenizas 20
2.2.3.2 Determinación de humedad 21
2.2.3.3 Determinación de grasa 21
2.2.3.4 Determinación de fibra cruda 22
2.2.3.5 Determinación de fibra dietética 23
2.2.3.6 Determinación de proteína 24
2.2.3.7 Determinación de Carbohidratos 25
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
3.1 Análisis y discusión de resultados 26
3.1.1 Establecimiento de los porcentajes óptimos de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto para obtener un brownie de características sensoriales aceptables. 26
3.1.1.2. Determinación de los parámetros sensoriales 27
3.1.1.2 Balance de masa de la elaboración del brownie a partir del mejor tratamiento (T2) .. 30
3.1.1.3 Cálculo del rendimiento del brownie a partir del mejor tratamiento (T2) 31
3.1.2 Evaluación de las propiedades técnico-funcionales del brownie producido a partir del mejor tratamiento 32
3.1.2.1 Perfil de textura del brownie del mejor tratamiento y de la muestra blanco 32
3.1.2.2 Análisis de la calidad de la masa del mejor tratamiento y de la muestra blanco 34
3.1.3 Determinación de la composición proximal del brownie de mejor tratamiento (T2). 38
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41
4.1 CONCLUSIONES 41

4.2 RECOMENDACIONES..... 42
MATERIALES DE REFERENCIA..... 43
ANEXOS..... 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1 Índice glucémico (IG) de harinas en comparación con el pan blanco 3
Tabla 2 Composición nutricional en 100g de Brownie comercial 4
Tabla 3 Composición nutricional en 100 g de Harina de Trigo 5
Tabla 4 Algunos requisitos fisicoquímicos INEN 616 para la harina de trigo (pastelería y galletería). 6
Tabla 5 Composición nutricional de 100 g de Harina de Quinua 7
Tabla 6 Composición nutricional de Harina de Amaranto 7
Tabla 7 Lista de reactivos, material fungible y equipos empleados en la investigación 15
Tabla 8 Formulación de brownies clásicos 16
Tabla 9 Tratamientos con diferente inclusión de harinas de trigo nacional (Triticum aestivum L.), quinua (Chenopodium quinua) y amaranto (Amaranthus)para la elaboración de una premezcla para brownie 17
Tabla 10 Porcentajes variados de harinas para el desarrollo de premezclas 26
Tabla 11 Valores medios resultantes del análisis sensorial del brownie 27
Tabla 12 Resultados de textura del tratamiento T2 y el blanco 33
Tabla 13 Porcentajes de humedad e hidratación del tratamiento T2 y el blanco 35
Tabla 14 Valores medios del análisis de la calidad de la masa del tratamiento T2 (harina de trigo nacional, quinua y amaranto) y el blanco (harina de trigo comercial) 36
Tabla 15 Composición proximal del brownie del mejor tratamiento (T2) frente a un brownie comercial 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo de elaboración de premezclas para brownie 18
Figura 2 Diagrama de flujo de la elaboración de brownies mediante una premezcla 19
Figura 3 Brownies realizados a partir de tres tratamientos de premezclas 27
Figura 4 Parámetros sensoriales de los tratamientos evaluados 28
Figura 5 Muestras de brownies para obtención de datos de textura 32
Figura 6 Perfil de textura del brownie T2 catalogado como el mejor tratamiento 33
Figura 7 Perfil mixográfico del tratamiento T2 35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Premezclas para brownies 53
Anexo 2. Elaboración de brownies a partir de premezclas..... 54
Anexo 3. Modelo de hoja de catación de brownie hecho a partir de una premezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto 55
Anexo 4. Evaluación sensorial de brownies de los tres diferentes tratamientos..... 56
Anexo 5. Análisis técnico-funcionales..... 57
Anexo 6. Determinación de humedad, ceniza, proteína y grasa del brownie de mejor tratamiento (T2) 68
Anexo 7. Certificado LACONAL de análisis de grasa, proteína y fibra dietética del brownie de mejor tratamiento (T2)..... 69
Anexo 8. Certificado LACONAL de análisis de fibra cruda del brownie de mejor tratamiento (T2) ..... ….70

RESUMEN EJECUTIVO

La preocupación por la salud en los últimos años ha impulsado a la industria alimentaria a desarrollar productos alimenticios con un perfil nutricional mejorado. En este contexto, la industria de panificación se ve impulsada por la búsqueda de productos horneados con mayor énfasis nutricional. Las premezclas, por su practicidad y versatilidad, se han posicionado como una alternativa atractiva para la elaboración rápida de productos horneados. Sin embargo, las opciones comerciales disponibles en el mercado están diseñadas para un consumo generalizado, carentes de un enfoque nutricional. En el presente trabajo, se desarrollaron tres tratamientos de premezclas realizadas con una mezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto con una composición fija de los demás componentes, donde se efectuó un análisis sensorial a los distintos tratamientos de brownies mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar para identificar el mejor tratamiento. El tratamiento con mayor aceptabilidad tiene atractivas características sensoriales, con una textura comparable a la muestra control, evidenciada por valores de 34.20 a 45.81 (N) para dureza, 0.21 mJ para adhesividad y 0.34 para cohesividad. Además, el análisis reológico de la masa no presento diferencias significativas a excepción de la retrogradación del almidón con el blanco, obteniendo un tiempo de 45.01 min con un par de 0.84 Nm. Desde el punto de vista nutricional, el brownie de mejor formulación exhibió un perfil enriquecido, con un alto contenido de 34.26, 27.8, 8.22,3.73 por ciento de carbohidratos, grasa, proteínas y fibra dietética.

Palabras clave: Premezclas pasteleras, brownies, trigo nacional, quinua, amaranto, análisis de alimentos, nutrición.

ABSTRACT

In recent years, health concerns have driven the food industry to develop products with improved nutritional profiles. Within this context, the baking industry has been propelled by the demand for baked goods with enhanced nutritional emphasis. Premixes, due to their practicality and versatility, have positioned themselves as an attractive alternative for the quick preparation of baked products. However, commercial options available on the market are designed for widespread consumption, lacking a nutritional focus. In the present work, three premix treatments were developed made with a mixture of national wheat, quinoa and amaranth flours with a fixed composition of the other components, where a sensory analysis was carried out on the different brownie treatments using a Complete Randomized Block Design to identify the best treatment. The treatment with greater acceptability has attractive sensory characteristics, with a texture comparable to the control sample, evidenced by values of 34.20 to 45.81 (N) for hardness, 0.21 mJ for adhesiveness and 0.34 for cohesiveness. Furthermore, the rheological analysis of the dough did not present significant differences except for the retrogradation of starch with the blank, obtaining a time of 45.01 min with a torque of 0.84 Nm. From a nutritional point of view, the best formulated brownie exhibited an enriched profile, with a high content of 34.26, 27.8, 8.22, 3.73 percent of carbohydrates, fat, protein and dietary fiber.

Keywords: Pastry premixes, brownies, national wheat, quinoa, amaranth, food analysis, nutrition.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Historia y evolución de las premezclas alimenticias

Las premezclas alimenticias surgieron como una respuesta a la necesidad de alimentos rápidos y económicos durante la Gran Depresión y la Segunda Guerra Mundial. En esta época, John D. Duff lanza al mercado la primera premezcla para pasteles de chocolate en caja, compuesta por melaza deshidratada, harina de trigo, azúcar y huevo en polvo permitiendo añadir únicamente agua para formar una masa previo al horneo **(Grillo, 2021)**.

1.1.1.1 Innovación y expansión

La innovación en las premezclas, impulsada por el desarrollo de tecnologías alimentarias, ha permitido la incorporación de una amplia gama de ingredientes secos como leche en polvo, levadura química y grasas vegetales deshidratadas. Esto facilitó la elaboración rápida de productos como pan, brownies, tortas y galletas (**Montes, 2024).** Como resultado, el mercado global de mezclas secas ha experimentado un crecimiento exponencial, con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR: Compound Annual Growth Rate) proyectada del 5.6% entre 2022 y 2027, prediciendo que alcance un valor de 104.18 millones de dólares **(Bolaños, 2023).**

El consumo mundial de productos de repostería, incluyendo las premezclas, ha alcanzado un incremento anual de 8.3 kilogramos per cápita en 2022 **(Orús, 2023).** Paralelamente, la demanda de productos horneados con un mayor énfasis nutricional ha impulsado la comercialización de premezclas saludables como una opción clave para satisfacer las necesidades de una alimentación moderna y nutricional, siendo un elemento central para desarrollar dietas innovadoras y deliciosas **(Halaye, 2024; Toledano, 2023; Bolaños, 2023)**.

1.1.2 Premezclas en el sector de panificación y repostería

Las premezclas en el sector de panificación y repostería hacen referencia a una mezcla de ingredientes secos y específicos que van desde la adición de harinas, levadura, grasas, endulzantes, hasta aditivos cuidadosamente dosificados y homogenizados **(Toledano, 2023)**. Según lo que menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)**,** las premezclas tienen una combinación equilibrada de ingredientes como harinas, sal, levadura y/o agentes leudantes, azúcar, emulsionantes, leche en polvo y otros (**FAO, 2001).**

Según el **ARCSA (2017),** las premezclas se consideran parte de los suplementos alimenticios. Es un producto con concentrados de alto valor nutricional, que pueden incluir de forma individual o combinada; vitaminas, proteínas, carbohidratos y ácidos grasos libres. Se comercializan en formas

sólidas (cápsulas, polvos, comprimidos y demás), semisólidas (geles o jaleas) y líquidas (jarabes, gotas entre otros), beneficiando la absorción gastrointestinal y al sistema fisiológico**.**

1.1.3 Ventajas del uso de premezclas

Las premezclas tienen la capacidad de ser versátiles, es decir, se ajustan a cualquier tipo de producto alimentario y a requerimientos específicos como la reducción de grasa y azúcar, la adición de componentes saludables y/o el desarrollo de productos libres de gluten **(FAO 2001; Panoff, 2020).** Además, optimizan los procesos de producción, reduciendo costos, tiempo y errores. Al estandarizar las formulaciones, se minimizan las variaciones en el sabor, textura y apariencia, permitiendo elaborar productos de alta calidad de manera más eficiente y confiable **(Toledano, 2023).**

1.1.4 Calidad alimentaria en premezclas

La calidad alimentaria en las premezclas para productos horneados confiere características sensoriales y funcionales significativas que destacan por proporcionar una mezcla equilibrada. Posibilitando tener un producto final con una miga suave, homogénea y esponjosa con alvéolos pequeños con una excepcional capacidad de retención de humedad que asegure obtener una textura húmeda y suave de buen volumen, altos rendimientos y de una palatabilidad sobresaliente **(Panoff, 2020; Consualionline, 2016).**

1.1.5 Tecnología en premezclas

La tecnología detrás de las premezclas involucra la investigación de todas las características funcionales de cada materia prima para una correcta formulación y dosificación. Sobre esto, implica la realización de análisis fisicoquímicas para conocer el contenido adecuado de humedad, proteínas, lípidos, viscosidad, fuerza de la harina, cenizas entre otros aspectos. Así como, el entendimiento de la interacción de los microingredientes ante la uniformidad y dispersión en una mezcla mayor durante el proceso de mezclado y horneado con el propósito de garantizar la estabilidad, y vida útil del mismo **(Vieira et al., 2019).**

1.1.5.1 Tiempo de vida útil

Las premezclas tienen un tiempo de vida de anaquel entre 6 a 12 meses partiendo desde la fecha de producción en su envase original. Se almacenan en ambientes frescos y secos, con temperaturas que no sobrepasen los 25°C tanto para la Región Costa como para la Sierra **(Grupo Superior, 2019; Luzuriaga, 2016).**

1.1.6 Alimentos con bajo índice glucémico (IG)

Ciertos ensayos clínicos efectuados por **Gonçalves Reis & Dullius (2011),** han demostrado que la ingesta de dietas de bajo índice glucémico mejora el control glucémico en pacientes con diabetes tipo 2. Tal eventualidad, se debe al consumo descontrolado de alimentos procesados ricos en carbohidratos simples, ya que tienden a disminuir la concentración de lípidos sanguíneos y reducen la secreción de

insulina, responsable de almacenar el exceso de glucosa en forma de grasa y triglicéridos en el tejido adiposo, lo que también beneficia a personas con obesidad y sobrepeso **(Ormachea-Salcedo et al., 2024).**

En este contexto, estudios han demostrado que los carbohidratos complejos generan una respuesta glucémica más baja, lo que contribuye a reducir el riesgo de desarrollar estas enfermedades **(Gómez et al., 2022).** Según **Higdon et al. (2016),** los alimentos con un índice glucémico de menos de 55 tienen un bajo nivel de IG y en general son los más saludables; mientras que los que tienen un valor entre 55 a 69 significa que tienen un índice glucémico moderado; y finalmente, los alimentos con más de 70 son de un IG alto y, deben ser consumidos moderadamente y/o evitarse.

Tabla1

Índice glucémico (IG) de harinas en comparación con el pan blanco

Alimento	Índice glucémico	Nivel
Pan blanco	70	ALTO
Harina de trigo comercial	70	ALTO
Harina de quinua	40	BAJO
Harina de amaranto	40	BAJO

Fuente: Nuñez (2021); Higdon et al. (2016),

1.1.6.1 Los carbohidratos complejos

Los carbohidratos complejos son aquellos que tienen cadenas largas de monómeros que conforman el glucógeno, el cual se almacena en los músculos y el hígado de los animales, y en forma de almidón en las plantas. Esto ocasiona, que, al consumir este tipo de carbohidratos, la digestión sea lenta. No obstante, su importancia radica en su valor energético, su poder edulcorante y su contenido de fibra **(Deves & Martínez, 2019).** El consumo de alimentos ricos en carbohidratos complejos, como los almidones y aquellos ricos en fibra dietética como por ejemplo los cereales integrales, las frutas, los vegetales y las legumbres, con un IG bajo, previene ciertas enfermedades mencionadas anteriormente **(Luna López et al., 2014).**

1.1.7 Brownie

Los brownies son postres originarios de Estados Unidos, característicos por ser presentados en forma de cuadrados pequeños con sabor intenso a chocolate. Tienen una consistencia que varía entre humedad y suave, suelen presentar una capa crujiente en la parte superior que se rompe deliciosamente al ser cortado para servirse **(Islas-Rubio et al., 2012).** De acuerdo con los registros históricos, este postre emergió en la ciudad de Bangor Reino Unido, cuando una mujer olvido agregar levadura a un pastel de chocolate. De este modo, nace un biscocho de masa seca, crujiente por fuera y blanda por dentro de un

color marrón, que en el idioma inglés es “Brown” dando lugar el origen de su nombre denominado “Brownie” **(Carvalho, 2024).**

1.1.7.1 Rentabilidad comercial de brownies

El mercado de este postre confiere el 34% de rentabilidad, a causa de que el 38.1% de personas consumen dos veces a la semana brownies, provocando que se movilice cerca de 340.000 millones de dólares en comercio anualmente **(Montjoy Astudillo, 2020; Colmenares, 2011; Moreno Garzón, 2023).**

1.1.7.2 Adaptabilidad de la masa de brownies a otros ingredientes

Los brownies clásicos son preparados a partir de harina de trigo, huevos, chocolate amargo o semiamargo, mantequilla, extracto de vainilla, sal y azúcar. Al tener una receta sencilla sin complejidad de preparación, permite adicionar ingredientes de preferencia bajo el desarrollo de formulaciones adecuadas **(Di Geronimo & Manzo, 2012).** Según **Pangrusa (2019),** el consumo de brownies otorga al ser humano energía, ya que el consumo de 100 gramos de este postre confiere principalmente carbohidratos, y grasa **(Islas-Rubio et al., 2012**).

Tabla 2

Composición nutricional en 100g de Brownie comercial

Componentes	Cantidad (%)
Carbohidratos	58.7
Proteínas	4.7
Grasa	26.3
Ceniza	1.3
Fibra dietaría	-
Humedad	9.01

Fuente: Islas-Rubio et al. (2012).

1.1.8 Harina de trigo

Las premezclas suelen contener harina de trigo, obtenida a partir de la molturación de granos de trigo blando *Triticum aestivum* o de grano duro *Triticum durum* o una combinación de ambos. El proceso de molienda permite obtener una amplia gama de harinas, desde harina integral (contiene germen, salvado y endospermo) hasta una harina refinada (eliminación del germen y salvado) **(Šramková et al., 2009**). A nivel alimentario es la más utilizada en preparaciones culinarias. En un peso de 100 gramos de harina aporta 73% de carbohidratos, 12% de proteínas, 2.7% de fibra dietética y una cantidad considerable de vitaminas A, B y K **(Gutiérrez Vergaray & Tello Echevarría, 2018; Madueño, 2019).**

Tabla 3

Composición nutricional en 100 g de Harina de Trigo

Composición	Cantidad
Kilocalorías	364 (Kcal)
Proteína	10.33-12.6 (g)
Fibra	2.7-4.28 (g)
Grasa	1.2 (g)
Carbohidratos	70.6-76 (g)
Sodio	2 (mg)
Calcio	15-17 (mg)
Hierro	1-1.2 (mg)
Fósforo	108 (mg)
Potasio	107-146 (mg)
Magnesio	22 (mg)
Vitamina B1	0.11 (mg)
Vitamina B2	0.03 (mg)
Vitamina B3	2.33 (mg)

Fuente: USDA (2018a).

1.1.8.1 Gluten

El gluten forma parte del trigo y es una red de proteína insoluble en agua, la misma que se encuentra en varios cereales como el trigo, el centeno y la cebada. Esta proteína es rica en gliadinas, que son proteínas monoméricas, encargadas de aportar viscosidad y extensibilidad a la masa, además, es rica en gluteninas, que son proteínas poliméricas que otorgan aglutinación, fuerza y elasticidad, ambas conforman del 9 al 13% del gluten. Sin embargo, el gluten no proporciona nutrientes esenciales, lo que conlleva que no sea un alimento de alta calidad proteica y la presencia de prolaminas la hace inadecuado para personas celíacas **(Chaudhry et al., 2021).**

1.1.9 Trigo Nacional

Ecuador cuenta con un grano de trigo perteneciente al género *Triticum aestivum L.* Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP), el trigo, junto con la cebada y el arroz, son cereales de gran relevancia en la alimentación de los ecuatorianos **(Burgos & Aguayo, 2017)**. Sin embargo, a pesar de su consumo anual que supera las 450000 toneladas métricas (equivalente a más de 30 kg por persona), Ecuador depende en gran medida de las importaciones, cubriendo cerca del 98% de su demanda interna. Aunque el país cuenta con producción nacional, esta representa solo el 2% del consumo total **(Garófalo, Ponce-Molina, & Abad, 2011).**

El trigo nacional ha sido clasificado como de mala calidad, dado que contiene más del 2% de impurezas y presenta un bajo contenido de proteínas. Por lo cual, poco apetecible a nivel comercial **(Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).**

1.1.9.1 Harina de trigo nacional

La harina de trigo nacional (*Triticum aestivum L.*) es una harina floja (0000) obtenida de la molturación del trigo blando, y su producción se concentra principalmente en las provincias de Loja y Chimborazo. En una porción de 100 gramos, contiene entre 8 y 9 % de proteínas, lo que resulta en un menor contenido de gluten. Esta harina es más refinada y menos consistente, con pocas impurezas, lo que le impide absorber mucha agua. Esta característica provoca que no soporte adecuadamente la presión del dióxido de carbono durante los procesos de fermentación y cocción. Por ello, es ideal para la preparación de postres como galletas, bizcochos y cupcakes, y también se utiliza en mezclas con harinas más fuertes **(Lanchimba, 2021; Mesas & Alegre, 2002).** Algunos requisitos fisicoquímicos según la normativa INEN 616, para la harina de trigo destinada para pastelería y galletería se encuentra en la **Tabla 4.**

Tabla 4

Algunos requisitos fisicoquímicos INEN 616 para la harina de trigo (pastelería y galletería)

Requisitos	Nivel de aceptación	Porcentaje (%)
Humedad	Máximo	14.5
Proteína (materia seca)	Mínimo	7
Cenizas (materia seca)	Máximo	0.8
Gluten húmedo	Mínimo	20
Grasa seca (materia seca)	Máximo	2

Fuente: INEN 616 (2015).

1.1.10 Harina de quinua

La harina de quinua es un alimento resultante de la molienda de los granos de quinua (*Chenopodium quinoa)*. Este producto no contiene gluten y es una fuente destacada de proteína completa, que incluye todos los aminoácidos esenciales, con un contenido notable de histidina (3.2%) y lisina (6.1%). Estos nutrientes benefician el sistema inmunológico, promueven el desarrollo cerebral y pueden contribuir a la reducción de la obesidad **(Wang et al., 2022).** Debido a su alto contenido proteico, la harina de quinua es ideal para productos horneados, ya que proporciona una buena estructura, manteniendo la forma y textura durante la cocción. Además, enriquece nutricionalmente cualquier alimento y respalda sus beneficios para la salud **(Alyssa, 2019).** En la **Tabla 5,** se presenta la composición nutricional de la harina de quinua:

Tabla 5

Composición nutricional de 100 g de Harina de Quinua

Composición de 100 gramos	Cantidad
Proteína	13.72 (%)
Fibra cruda	2.69 (%)
Cenizas	2.44 (%)
Grasa	2.53 (%)
Carbohidratos	72.39 (%)
Humedad	10.48 (%)
Magnesio	117.09 (mg)
Zinc	1.67 (mg)
Hierro	3 (mg)
Calcio	57.90 (mg)

Fuente: Pantoja-Tirado et al. (2020); Cervilla et al. (2012); Alfaro (2016).

1.1.11 Harina de amaranto

La harina de Amaranto *(Amaranthus)* se obtiene de la molienda de sus semillas y tamizado hasta obtener un polvo fino. En una porción de 100 g, su perfil nutricional destaca por contener 16% de proteínas de alta calidad, gracias a su contenido de aminoácidos esenciales, especialmente lisina (5.5%) y metionina (1.5%). Además, es libre de gluten y rica en vitaminas C, A, B3 y B9, así como en minerales, siendo el calcio uno de los más prominentes, con un contenido de 277 mg **(Dinat, 2020; USDA, 2019b).**

Tabla 6

Composición nutricional de Harina de Amaranto

Composición	Cantidad
Energía	387 (kcal)
Proteína	16 (%)
Grasa	17 (%)
Carbohidratos	67 (%)
Fibra	11.4 (g)
Azúcares totales	2.86 (g)
Calcio	277 (mg)
Hierro	8.57 (mg)
Potasio	437 (mg)

Fuente: Dinat (2020); USDA (2019b).

La harina de amaranto tiene un alto contenido de fibra por lo cual es rica en sustancias antioxidantes como los fenoles y flavonoides contribuyendo al sistema digestivo y a controlar los niveles de azúcar en la sangre **(Almirudis Echeverria et al., 2020).** Esta harina es adecuada para panificación y repostería, ya que posee una textura fina y suave al tacto, con un sabor no abrumador y ligeramente dulce y terroso, ideal para ser empleada en preparación de postres; galletas, tartas, pan entre otros. Además, que gracias a su composición nutricional es benéfico para la salud **(FACE, 2024; Higa, 2023).**

1.1.12 Cacao en polvo

La mayor parte de postres contienen chocolate y para las premezclas la adición de este producto es una opción viable. Se denomina cacao en polvo al producto obtenido mediante la molienda de granos de cacao previamente fermentados, secados y tostados. Durante este proceso, se extrae total o parcialmente la manteca de cacao, del cual resulta la "torta de cacao", el mismo que se muele finamente hasta obtener un polvo fino. Este subproducto contiene una pequeña cantidad de grasa, y es la base del sabor del chocolate poseyendo antioxidantes y un sabor amargo característico **(Young & Cauvain, 2008).**

El empleo de este producto es principalmente como saborizante y color para galletas, bebidas, helados y postres, a la vez, sirve para coberturas de confiterías. Por cada 100 gramos de cacao en polvo posee una energía de 330 a 380 kcal, el contenido de grasa varía del 8% al 26% y es rico en minerales (potasio, magnesio, sodio y fósforo) **(Beg et al., 2017).**

1.1.12.1 Acción química del cacao en polvo en productos horneados

La acción química del polvo de cacao en masas pasteleras es favorable. Este alimento al ser un producto seco requiere de un aumento de nivel de agua para estabilizar reológicamente la masa **(Buendía Molina, 2016).** Al usar el cacao en polvo en productos de repostería tienden a elevar el pH de aquellos productos ligeramente ácidos, ya que tiene un pH cercano de 7.0, por lo cual, la adición de una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio refuerza este pH permitiendo intensificar las características organolépticas del mismo, incluso evitar el crecimiento de ciertos hongos e intensificar el tiempo de vida útil **(Young & Cauvain, 2008).**

1.1.13 Azúcar

La sacarosa, un disacárido de origen vegetal, se obtiene a través de un proceso industrial que implica la extracción y purificación de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum)*, de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris)* y de otras especies vegetales. Este edulcorante cristalino es ampliamente utilizado en la industria alimentaria debido a su capacidad para aportar dulzor, mejorar la textura y prolongar la vida útil de los productos **(Colonna et al., 2006).**

Sin embargo, el consumo excesivo de azúcares se ha asociado con diversas enfermedades crónicas, como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares, ya que no aporta valor nutricional significativo: carece de vitaminas, minerales y fibra, y solo proporciona 4 kcal/g. Según las

recomendaciones nutricionales vigentes, la ingesta de azúcares añadidos no debería superar el 10% del total de calorías diarias consumidas **(Colonna et al., 2006; Slade et al., 2020).**

1.1.14 Azúcar en polvo

El azúcar en polvo, o azúcar glas, es un producto obtenido a partir de la molienda ultrafina de cristales de sacarosa, resultando en un polvo fino con un diámetro de partícula inferior a 0.15 milímetros. Para evitar la formación de grumos, se le añade una pequeña cantidad de almidón aproximadamente de 2-3% **(INEC, 2012a).** Debido a su textura suave y fina, el azúcar glas se utiliza ampliamente en repostería para elaborar glaseados, lustres y decoraciones (**Slade et al., 2020).**

1.1.14.1 Acción química del azúcar en polvo en productos horneados

La sacarosa actúa como un modificador de la estructura de las masas en repostería. Actúa como un plastificante en las masas de repostería, reduciendo la tensión superficial y facilitando la formación de burbujas de aire durante el batido. Esto debido a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con el agua para la formación de enlaces disulfuro entre las cadenas de gluten, lo que resulta en una red de gluten más débil y una textura más fina **(Slade et al., 2020).** Asimismo, la sacarosa influye en la cristalización del almidón durante el horneado, contribuyendo a una miga más suave y húmeda. Estas propiedades hacen de la sacarosa un ingrediente esencial en la elaboración de productos como bizcochos, galletas y pasteles. En casos donde la receta requiera de un bajo contenido de agua, se utiliza este tipo de azúcar **(Young & Cauvain, 2008).**

La sacarosa, además de su función como edulcorante, ejerce una influencia notable en las propiedades reológicas de las masas y en la estructura final de los productos horneados. Al competir con el agua por las moléculas de almidón, la sacarosa retrasa el proceso de gelatinización, lo que se traduce en una mayor viscosidad de la masa y una estructura más firme (**Colonna et al., 2006**. Esta interacción puede generar cambios en el volumen final del producto, así como en la formación de la corteza, que puede volverse más oscura y compacta a altas concentraciones de azúcar. Además, la sacarosa puede influir en la cristalización de los azúcares durante el enfriamiento, afectando la textura y la vida útil del producto **(Young & Cauvain, 2008).**

1.1.15 Empleo de núcleos para la elaboración de premezclas

Los núcleos, mezclas de ingredientes secos preformuladas, desempeñan un papel fundamental en la optimización de los procesos de elaboración de alimentos. Estos compuestos, que pueden incluir desde ingredientes básicos como harinas y levaduras hasta aditivos funcionales como emulsionantes y estabilizantes, permiten estandarizar las formulaciones, reducir la variabilidad en la producción y mejorar las propiedades sensoriales del producto final **(Bermudez, 2020)**.

1.1.15.1 Agente de batido

Los agentes de batido o aireantes son aditivos alimentarios compuestos por una matriz seca de grasas, emulsionantes, proteínas y carbohidratos. Estos ingredientes, combinados mediante procesos de pulverización, se incorporan a las premezclas para conferirles propiedades texturales específicas **(Weber & Vasbinder, 2020).**

Los emulsionantes presentes en los agentes de batido contribuyen a la formación de una red proteica más estable en la masa, lo que mejora la retención de gas y la estructura celular del producto final. Esta mayor estabilidad se traduce en una disminución del envejecimiento del producto, al retardar la retrogradación del almidón mediante el aumento de temperatura de gelificación y a la vez permite reducir una pérdida de humedad **(Weber & Vasbinder, 2020; Buendía Molina, 2016).**

La incorporación de núcleos en las premezclas facilita la obtención de productos con características organolépticas deseadas, como textura, sabor y aroma, además de mejorar su valor nutricional y vida útil **(Susá Talenti, 2018).** Al entrar en contacto con un líquido, los agentes de batido se hidratan y forman una estructura espumosa que aporta volumen, mayor humedad, uniformidad y suavidad. Asimismo, estos aditivos permiten reducir el tiempo de horneado y el uso de huevos hasta en un valor del 30%, sin comprometer la calidad sensorial del producto **(Weber & Vasbinder, 2020).**

1.1.16 Grasas

Las grasas, lípidos de origen vegetal o animal, son ésteres de ácidos grasos y glicerol. Su estructura molecular se caracteriza por cadenas hidrocarbonadas que pueden ser saturadas o insaturadas. Las grasas saturadas presentan enlaces covalentes simples entre los átomos de carbono, mientras que las insaturadas contienen al menos un doble enlace **(Young & Cauvain, 2008).** La configuración de estos enlaces influye en las propiedades físicas y químicas de las grasas, como su punto de fusión. La presencia de dobles enlaces en las grasas insaturadas las hace más susceptibles a la rancidez y a la perdida de la capacidad de plasticidad, un proceso de deterioro que se ve favorecido por factores como la luz, el calor y el oxígeno, por ende, deben ser almacenados en sitios frescos, secos y oscuros para evitar la rancidez y se malogre la capacidad de plasticidad **(Young & Cauvain, 2008).**

1.1.16.1 Acción química de las grasas en productos horneados

Las grasas, debido a su naturaleza lipídica, desempeñan un papel fundamental en la estructura y propiedades sensoriales de los productos horneados. Su estructura molecular, compuesta por ácidos grasos, les confiere propiedades emulsificantes, lubricantes y aireantes. Tienden a formar películas lipídicas alrededor de las partículas de almidón y las proteínas del gluten confiriendo a los productos una sensación en boca más suave y untuosa **(Buendía Molina, 2016; Young & Cauvain, 2008).** Tal aspecto se debe a que, en la elaboración de masas, las grasas inhiben la formación excesiva de gluten, favoreciendo una textura más tierna y quebradiza mediante la retención de humedad, retrasando el envejecimiento del producto, prolongando su vida útil y mejorando su textura. Además, actúan como

agentes de acortamiento, atrapando aire en pequeñas burbujas que incrementan el volumen del producto final y contribuyen a una miga más fina **(Buendía Molina, 2016).**

1.1.17 Mantequilla

La mantequilla, es un producto lácteo obtenido a partir del batido de la crema, es una emulsión compleja compuesta principalmente por triglicéridos, agua y proteínas lácteas. Su contenido en grasa, típicamente superior al 80%, le confiere una textura untuosa y un punto de fusión relativamente bajo a temperaturas entre 25-28°C. La presencia de sólidos lácteos, en una proporción de 2%, y 16% agua influye en su estructura y funcionalidad. La mantequilla, al ser una grasa natural, contiene una mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados, lo que le otorga propiedades plásticas y de aireación que la hacen especialmente adecuada para su uso en repostería. Sin embargo, su capacidad emulsionante puede ser limitada, requiriendo en ocasiones la adición de emulgentes para optimizar su desempeño **(Young & Cauvain, 2008).**

1.1.18 Huevos

El huevo es un alimento de origen animal ampliamente utilizado en la gastronomía. Este alimento presenta una estructura compleja compuesta por tres partes principales: cáscara, yema y clara. La cáscara, de naturaleza calcárea y porosa, protege al huevo y representa aproximadamente el 10% de su peso total. La yema confiere un 33% del huevo, es rica en lípidos y proteínas, aporta la mayor parte de las calorías y nutrientes del huevo. La clara, en cambio, está compuesta principalmente por agua y proteínas de alto valor biológico siendo el 57% de este alimento. Los huevos son una excelente fuente de proteínas de alta calidad, vitaminas A, D, E y del grupo B, minerales como hierro y fósforo y diversos aminoácidos esenciales los cuales destacan la histidina, lisina y metionina **(Buendía Molina, 2016).**

1.1.18.1 Acción química del huevo en productos horneados

El huevo desempeña un papel multifuncional en la tecnología alimentaria, especialmente en la panificación y repostería. Sus principales funciones incluyen actuar como leudante físico, contribuyendo a la formación de la estructura del producto final al incorporar aire durante el batido, lo que da como resultado productos más esponjosos y de mayor volumen **(Yoshinori Mine et al., 2023)**. Además, funciona como ligante, uniendo los componentes de la masa y proporcionando una textura suave y cohesiva. También es un excelente emulsionante, facilitando la mezcla de ingredientes acuosos y grasos para formar emulsiones estables. Finalmente, el huevo contribuye al desarrollo de color y sabor característicos en los productos horneados, mediante reacciones químicas que ocurren durante la cocción **(Buendía Molina, 2016).**

1.1.19 Esencias

Las esencias son mezclas complejas de compuestos volátiles y semivolátiles que desempeñan un papel fundamental en la industria alimentaria, especialmente en panadería, repostería y confitería. Su función

principal es conferir aromas y sabores característicos a los productos, mejorando su perfil sensorial **(Arya et al., 2021).** Desde una perspectiva tecnológica, las esencias aportan termoestabilidad, que se traduce a una resistencia a altas temperaturas garantizando la persistencia de sus propiedades organolépticas incluso después de procesos térmicos como el horneado. Bajo condiciones adecuadas de almacenamiento tienen un tiempo de vida útil de 24 meses siempre y cuando se mantenga tapado y fuera de temperaturas extremas **(Buendía Molina, 2016).**

1.1.19.1 Esencia de vainilla

La vainilla es un producto extraído de las vainas maduras de la orquídea *Vanilla planifolia* con propiedades organolépticas excepcionales que se ha consolidado como una de las fragancias más apreciadas y demandadas a nivel mundial. Es un ingrediente clave en diversas industrias, desde la alimentaria (helados, confitería, productos lácteos) hasta la cosmética (perfumes) y la farmacéutica **(Arya et al., 2021)**.

La vainillina, constituyente el principal compuesto aromático del extracto de la vainilla, se encuentra en una concentración de 1,0-2,0% p/p en las vainas curadas. Tiene una estructura molecular conformado por un aldehído, hidroxilo y éteres unidos a un anillo aromático que confiere a esta molécula las propiedades fisicoquímicas únicas **(Zhang & Mueller, 2012)**.

Se comercializan dos tipos principales: **Extracto de vainilla:** Obtenido mediante la maceración de vainas de vainilla en una solución hidroalcohólica, este producto conserva las propiedades organolépticas naturales de la vainilla, ofreciendo un aroma y sabor intensos y complejos **(INEC, 2012b)**. **Saborizante a vainilla:** Aunque también proviene de la vainilla, este producto se elabora mediante la adición de glicerina o propilenglicol como solventes, en lugar de alcohol. Si bien conserva el sabor característico de la vainilla, su perfil aromático puede ser ligeramente distinto y su viscosidad puede variar **(INEC, 2012b)**. Ambos productos se presentan como líquidos semiviscosos de color amarillo pálido a intenso, y comparten una alta concentración de compuestos aromáticos que confieren a la vainilla su característico aroma dulce y agradable **(INEC, 2012b).**

1.1.20 Baño María

El baño María es un proceso de cocción indirecta que aprovecha la convección térmica para calentar los alimentos de manera suave y uniforme. Consiste en sumergir el recipiente que contiene el alimento en agua caliente, y este crea un ambiente térmico estable donde el calor se transfiere de forma gradual, evitando una perdida relevante de propiedades organolépticas y nutricionales, además de garantizar una cocción homogénea **(Calera, 2013; Morris, 2022).**

1.1.20.1 Acción térmica del baño María en alimentos

El baño María, al exponer los alimentos a temperaturas controladas a través del vapor, induce una serie de transformaciones fisicoquímicas como son: la desnaturalización de proteínas mediante el rompiente

de enlaces que estabilizan la estructura nativa del alimento, modificando así su funcionalidad; promueve la gelatinización de almidones, formando geles que aportan textura y viscosidad a las preparaciones; y, por último, a temperaturas elevadas, induce la caramelización de azúcares, confiriendo a los alimentos color dorado y sabores complejos **(Blanco & Blanco, 2022).**

El baño María genera un ambiente de vapor saturado, en la cual la temperatura constante del agua minimiza la pérdida de humedad, preservando la textura y jugosidad de los alimentos, evitando la desecación de la superficie permitiendo una cocción uniforme desde el interior hacia el exterior. Este fenómeno es especialmente relevante en preparaciones como tartas de queso, suflés y pasteles chiffon, previniendo la formación de grietas y asegurando una textura suave y cremosa especialmente en aquellos postres que requieren un centro muy húmedo **(Morris, 2022).**

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Elaborar una premezcla para brownies a partir de harinas de trigo nacional *(Triticum aestivum L.),* quinua *(Chenopodium quinua)* y amaranto *(Amaranthus).*

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer los porcentajes óptimos de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto para obtener un brownie utilizando un análisis sensorial como herramienta de evaluación.
- Evaluar las propiedades técnico-funcionales del brownie producido a partir del mejor tratamiento, para establecer la calidad de la masa antes y después del horneo.
- Determinar la composición proximal del brownie del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

El presente trabajo de titulación se desarrolló mediante una investigación experimental con un enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato. El proceso se llevó a cabo en los laboratorios académicos: 1.1 Tecnología de Cereales, 2.2 Química Orgánica y Análisis Instrumental y en la Planta Piloto. En cuanto a los análisis analíticos y de textura se lo realizó en el Laboratorio de control y análisis de alimentos (LACONAL) y para el análisis mixográfico se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de la empresa "Molinos Miraflores".

En la **Tabla 7**, se enlistan los reactivos, material fungible y equipos que se utilizaron durante la investigación.

Tabla 7

Lista de reactivos, material fungible y equipos empleados en la investigación

REACTIVOS	• Agua destilada • Éter de petróleo • Ácido sulfúrico • Hidróxido de sodio
EQUIPOS	• Balanza digital y • Balanza analítica • Mufla • Texturómetro • Mixolab • Estufa • Extractor de fibra • Analizador de proteína por método Kjeldahl • Balanza infrarroja • Extractor de grasa
MATERIAL FUNGIBLE	• Platos y vasos desechables • Servilletas

2.2 Métodos

2.2.1 Establecimiento de los porcentajes óptimos de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto para obtener un brownie de características sensoriales aceptables.

2.2.1.1 Obtención de las harinas

Las harinas fueron adquiridas en la ciudad de Ambato, cuyas características son las siguientes: harina de trigo nacional guarandeño, harina de quinua de variedad Tunkahuán y harina de amaranto de variedad Alegría.

El tratamiento base de la premezcla de brownies se elaboró siguiendo la guía disponible en el manual de prácticas del Laboratorio de Cereales de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la UTA (2023), para brownies clásicos, el mismo que fue utilizada como muestra blanco para las comparaciones de los análisis propuestos en esta investigación con el de tratamiento de mayor aceptabilidad sensorial. En la **Tabla 8** se presenta la formulación base:

Tabla 8

Formulación de brownies clásicos

Materia prima	Cantidad (%)
Mantequilla sin sal	19.8
Huevos	26.5
Azúcar en polvo	13.0
Cacao en polvo	5.8
Harina de trigo floja	19.8
Tabletas de chocolate	14.0
Esencia de vainilla	1.0
Agente de batido	0.2

Fuente: Laboratorio de Cereales-FCIAB (2023).

En la **Tabla 9** se presenta la formulación para cada una de las premezclas según su tipo de tratamiento correspondiente. Cada premezcla tiene un peso total de 160.6 gramos.

Tabla 9

Tratamientos con diferente inclusión de harinas de trigo nacional (Triticum aestivum L.), quinua (Chenopodium quinua) y amaranto (Amaranthus)para la elaboración de una premezcla para brownie

Ingredientes	Tratamiento 1 (%)	Tratamiento 2 (%)	Tratamiento 3 (%)
Harina de trigo nacional	19.8	9.9	0
Harina de quinua	0	4.9	9.9
Harina de amaranto	0	4.9	9.9
Azúcar en polvo	13.0	13.0	13.0
Cacao en polvo	5.8	5.8	5.8
Agente de batido	0.2	0.2	0.2

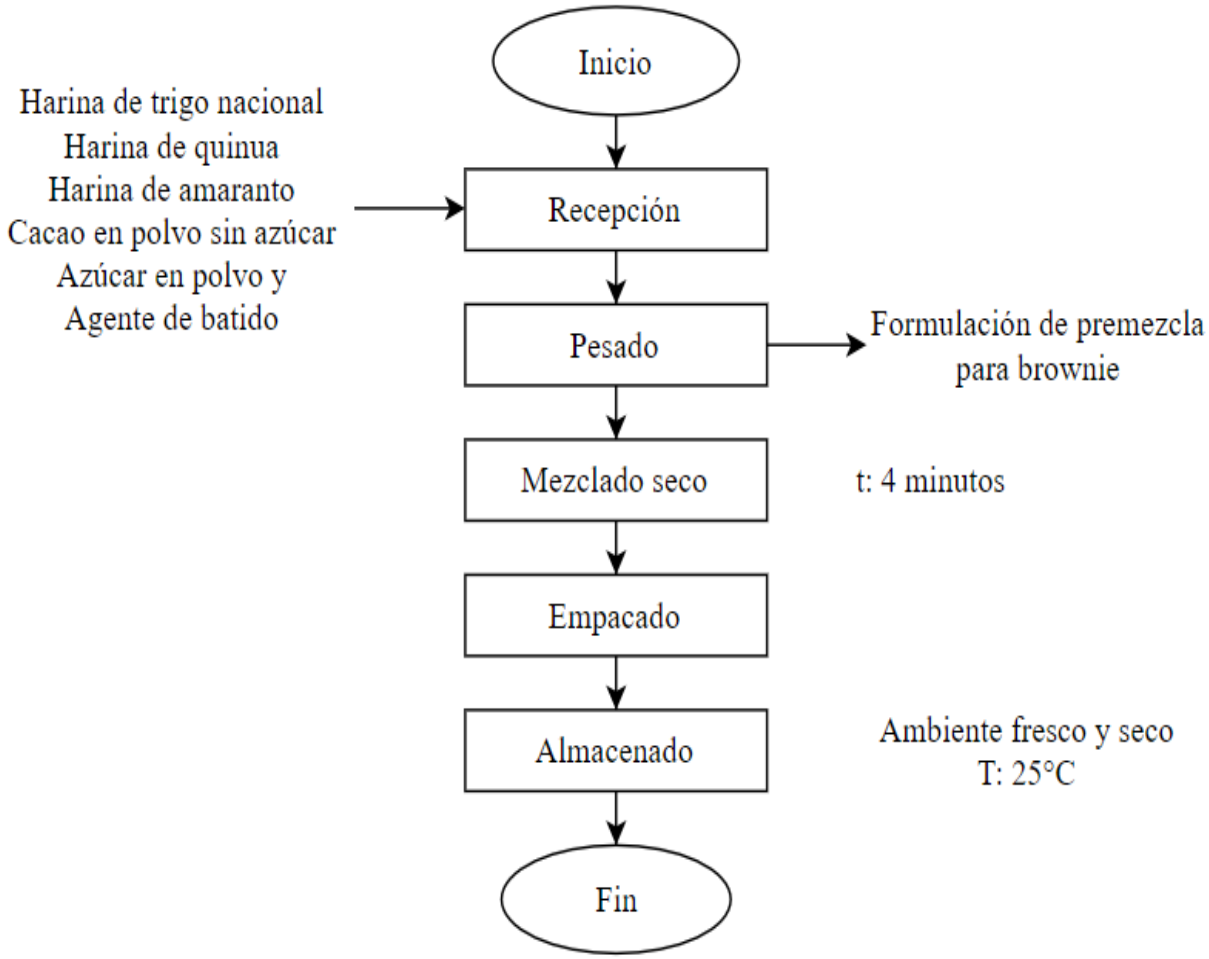
Fuente: Elaborado por **Maluzin Brito**, bajo la metodología de **Hidalgo Tonato (2018) y Laboratorio de Cereales-FCIAB (2023).**

2.2.1.2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una premezcla para brownies

En la figura 1, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de premezclas siguiendo la metodología de **Hidalgo Tonato (2018)** con modificaciones.

Figura 1

Diagrama de flujo de elaboración de premezclas para brownies



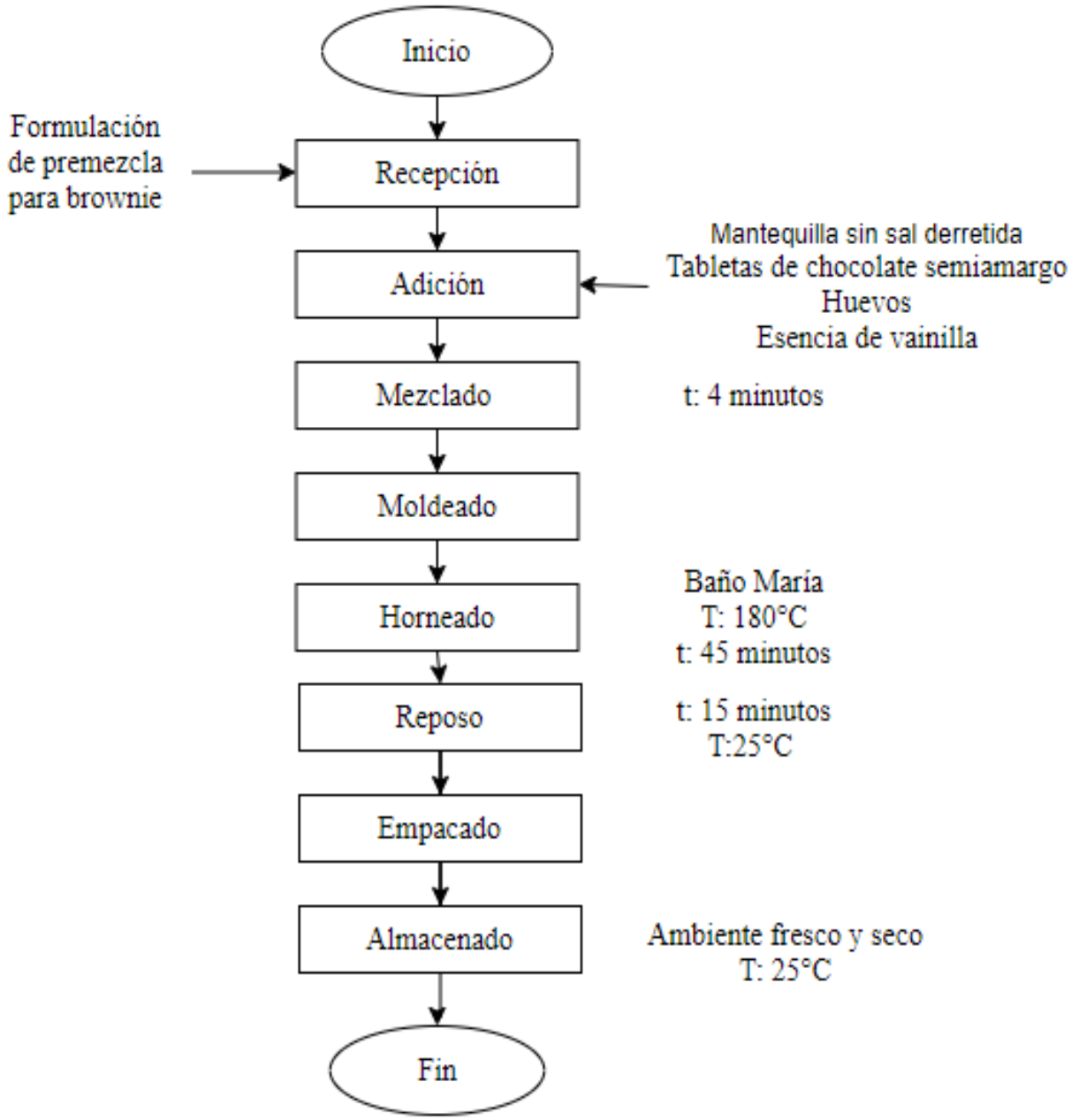
Fuente: Elaborado por **Maluzin Brito,** a partir de**; Hidalgo Tonato (2018).**

2.2.1.3 Diagrama de flujo de elaboración de brownies a partir de una premezcla

En la figura 2, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de brownies a partir de una premezcla siguiendo la metodología de preparación de brownies del Laboratorio de Cereales-FCIAB (2023) con modificaciones.

Figura 2

Diagrama de flujo de la elaboración de brownies mediante una premezcla



Fuente: Modificado por **Maluzin Brito,** a partir de guía de **Laboratorio de Cereales-FCIAB (2023).**

2.2.1.4 Evaluación sensorial y diseño experimental

Para determinar la mejor combinación de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto en términos de atributos sensoriales, se realizó una evaluación sensorial de brownies elaborados con tres tratamientos diferentes (**Tabla 9**), las mismas que fueron evaluadas por 25 panelistas semi-entrenados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología quienes analizaron color, olor, sabor, textura y aceptabilidad (Ver **Anexo 3)**; a partir de la técnica de escala hedónica de 5 puntos, calificados de la

siguiente forma: (5) Me gusta mucho, (4) Me gusta, (3) Ni me gusta ni me disgusta, (2) Me disgusta, (1) Me disgusta mucho. Los resultados obtenidos se procesaron en el programa estadístico SPSS mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) y se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey, con el objetivo de identificar el tratamiento con mayor preferencia sensorial.

2.2.2 Evaluación de las propiedades técnico-funcionales del brownie producido a partir del mejor tratamiento

Para determinar la calidad del producto final, se preparó un brownie a partir del mejor tratamiento y se realizaron los análisis descritos a continuación:

2.2.2.1 Textura del brownie de mayor aceptabilidad

El análisis de textura del brownie del mejor tratamiento se realizó en LACONAL, siguiendo la metodología establecida en el manual del equipo texturómetro Brookfield CT3, con una sonda cilíndrica de aluminio TA4/1000 a una velocidad de 2mm/s ejecutado en dos ciclos. El análisis se efectuó 60 minutos posterior al horneo, dónde se midió los parámetros de dureza, elasticidad, masticabilidad, cohesividad y adhesividad **(Garcia Hernandez et al., 2022).** Además, se compararon los parámetros descritos anteriormente con una muestra blanco que consiste en un brownie clásico.

2.2.2.2 Propiedades reológicas de la mezcla de harinas del brownie de mayor aceptabilidad

El análisis de calidad de la masa del tratamiento de mayor aceptabilidad sensorial se efectuó en los laboratorios de Control de Calidad de Molinos Miraflores, se utilizó el equipo Mixolab (CHOPIN Technologies) bajo la norma AACC 54-60,0. Se empleó 75 gramos de premezcla para medir las características de la masa durante el amasado como son: C1 corresponde al Índice de absorción de agua; C2 Calidad de la proteína; C3 Gelatinización del almidón; C4 Actividad de la amilasa y C5 Retrogradación del almidón **(Schmiele et al., 2017).**

2.2.3 Determinación de la composición proximal del brownie del mejor tratamiento

2.2.3.1 Determinación de cenizas

La determinación de cenizas se efectuó por duplicado siguiendo la Norma Técnica Ecuatoriana, **INEN 520 (2013)** a partir del método gravimétrico de calcinación de materia orgánica por vía seca. En primer lugar, los crisoles fueron calentados en la mufla a 550°C durante 30 minutos, posteriormente se enfriaron en un desecador por un lapso de 30 minutos para luego tomar el valor del peso inicial en una balanza analítica. Luego, se pesó 3 gramos de muestra que fueron llevadas a la mufla hasta obtener cenizas con tonalidades grisáceas claras, inspeccionando el estado de la muestra cada 15 minutos, por

consiguiente, se lo llevó a enfriarse en un desecador por 30 minutos y una vez alcanzado la temperatura ambiente, se pesaron los crisoles con las muestras calcinadas en una balanza analítica. Se empleó la siguiente ecuación 1 para determinar el porcentaje total de cenizas.

$$\%\mathbf{C} = \frac{\mathbf{100(m_2 - m)}}{\mathbf{(100 - H)(m_1 - m)}}$$

(Ecuación 1)

Donde:

C = Contenido de ceniza, en porcentaje de masa

m = Masa del crisol vacío (g)

m_1 = Masa del crisol con la muestra (g)

m_2 = Masa del crisol con la muestra incinerada (g)

H = Porcentaje de humedad en la muestra

2.2.3.2 Determinación de humedad

La determinación de humedad se lo realizó en una balanza de infrarrojo de marca *Citizen* en base a la metodología descrita por **Zambrano (2017)**. Inicialmente, se trituró la muestra de brownie, y se colocó sobre el platillo de la balanza infrarroja previamente tarado. La muestra triturada se colocó en una cantidad de 3 gramos. Se inició el proceso de secado durante 15 minutos mediante la detección de la radiación infrarroja emitida por el agua del brownie. Se esperó unos minutos hasta que la balanza de infrarrojo ajustara la lectura y una vez finalizada la medición, se registró el contenido de humedad.

Dado que no existe una Normativa Técnica Ecuatoriana (INEN) específica para brownies, se consideró la **Normativa Técnica Peruana 20601-2010** para bizcocho, galletas y pastas para los porcentajes máximos aceptables en el análisis de cenizas y humedad **(Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, 2011).**

2.2.3.3 Determinación de grasa

Para la determinación de grasa se empleó el método **AOAC 2003.06, (2003),** mediante el extractor Soxhlet *Velp Scientifica* con el empleo del disolvente de éter de petróleo, esto se lo realizó por duplicado en el Laboratorio LACONAL de la FCIAB-UTA. En primera instancia, se pesaron los vasos de aluminio vacíos y fueron llevados a la estufa a una temperatura de 130°C durante 1 hora. Posteriormente, por medio del uso de una balanza analítica y el papel filtro previamente tarado se colocaron 3 gramos de muestra puestos en dedales de celulosa dentro de un soporte. Previamente, se procedió a precalentar el equipo durante 10 minutos. Posteriormente, se ajustó la temperatura a 125°C y se habilitaron los circuitos de refrigeración a través de las llaves de paso verificando

momentáneamente que las palancas de control estén en la posición 'RISING', y la válvula de evaporación este en vertical. Seguidamente, se verificó que las válvulas de teflón blanco-negro se encuentren abiertas. A partir de ello, se colocaron los dedales con 0.51 gramos de muestra y los vasos con 60 ml de éter de petróleo en sus puestos correspondientes, se cerró herméticamente el equipo accionando la palanca lateral y se programaron las columnas extractoras en modo ebullición por 40 minutos. Posteriormente, se cambiaron al modo de ascenso durante 60 minutos y finalmente se dejaron en posición horizontal por 30 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo, las muestras se las colocó en una estufa a 96°C para quitar el disolvente y fueron enfriadas en un desecador a temperatura ambiente aproximadamente 30 minutos. Finalmente, se registraron los pesos correspondientes. Para el porcentaje de grasa total de la muestra se utilizó la siguiente ecuación 2.

$$\%\ \mathbf{Grasa} = \frac{(\mathbf{peso\ del\ vaso\ con\ grasa\ tras\ extracción - peso\ del\ vaso\ vacío})}{\mathbf{Peso\ de\ la\ muestra\ antes\ de\ la\ extracción}} * \mathbf{100}$$

(Ecuación 2)

2.2.3.4 Determinación de fibra cruda

La determinación de fibra cruda se realizó en el Laboratorio LACONAL de la FCIAB-UTA bajo la metodología descrita por **AOAC 962.09-1982**. Inicialmente, se pesó por duplicado 0.5 gramos de muestra desengrasada y puesta en vasos de aluminio. A continuación, se trasladó la muestra al equipo extractor de fibra *Velp Scientifica*. Dentro del equipo, se vertió 150 mililitros de ácido sulfúrico con una normalidad de 0.255. Una vez que la mezcla comenzó a hervir, se aplicó una presión reducida (vacío) para agilizar la digestión. El aumento de temperatura aceleró esta etapa. Tras drenar el ácido sulfúrico, la muestra en el papel filtró se lavó con 30 mililitros de agua desionizada. Posteriormente, se transfirió el filtrado a un Erlenmeyer y se adicionaron 150 ml de hidróxido de sodio 0.313 N, con el cual se enjuagó los residuos en el papel filtro. Las muestras se hirvieron durante 30 minutos, se filtraron y lavaron. El residuo se colocó en un crisol previamente pesado y se secó en estufa a 130°C. Luego, se lavó tres veces con 25 ml de metanol y se secó con aire comprimido. El residuo seco se pesó, se llevó a la mufla a 550 °C durante 30 minutos, se enfrió en un desecador a temperatura ambiente y se incineró a 500 °C por 30 minutos más. Finalmente, se registró el peso final. La determinación de fibra cruda se calculó con la ecuación 3.

$$\%\mathbf{Fibra\ cruda} = \frac{\mathbf{f_1} - \boldsymbol{f_2}}{\mathbf{f_0}} * \mathbf{100}$$

(Ecuación 3)

Donde:

$\mathbf{f_1}$**:** Peso de la muestra digestionada (g)

$\mathbf{f_2}$: Peso de la muestra calcinada (g)

$\mathbf{f_0}$:Peso de la muestra (g)

2.*2.3.5 Determinación de fibra dietética*

Para la determinación de fibra dietética total se realizó bajo la guía del método enzimático **AOAC 985.29, (2003)** efectuada en el Laboratorio LACONAL de la FCIAB-UTA**.** Se establecieron dos réplicas de muestra previamente desengrasadas y secas (m1 y m2), cada una con una masa de 1 gramo, y dos blancos (b1 y b2). Posteriormente, se agregó 40 ml de solución tampón buffer fosfato a pH 8.2 a cada uno de los matraces junto con celdas de agitación. Se añadió 0.1 ml de la enzima ∝ - amilasa a cada matraz y se los cubrió con papel aluminio para ser colocados a baño de agua hirviendo con agitación a una temperatura de 100°C por 30 minutos. La solución obtenida se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 20 minutos. Seguido, se efectuó un ajuste de pH a 7.5 para adicionar 100 µl de la enzima proteasa en cada matraz, las mismas que fueron cubiertas con papel aluminio y colocados en un baño de agua a 60°C con agitación constante por un lapso de 30 minutos. Luego, se retiraron las muestras y se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Tras enfriar las muestras, se ajustó el pH a 4.5, se añadió 200 µl de la enzima amiloglucosidasa. Estas muestras se incubaron en un baño María a una temperatura constante de 60 °C durante 30 minutos, asegurando una agitación continua. Una vez finalizada la incubación, se enfriaron las muestras y se transfirieron a matraces Erlenmeyer con 800 ml de alcohol al 96% tapadas con papel aluminio, y se las dejó sedimentar por una noche. Después, las muestras se llevaron a un digestor de fibra para retirar el residuo con alícuotas de 15 ml de etanol al 78%, luego con etanol al 95% y acetona con constante agitación a temperatura ambiente. Para eliminar el excedente de acetona, los residuos obtenidos se recolectaron en crisoles y se introdujeron en un horno a una temperatura de 105°C durante toda la noche. Posteriormente, se dejaron enfriar en un desecador. Una vez alcanzada la temperatura ambiente, se registró el peso residual de las muestras (r_1 y r_2) con los blancos (rb_1 y rb_2). La determinación de fibra dietética total se lo hizo con las siguientes ecuaciones:

$$\%\mathbf{Blanco} = \frac{\mathbf{rb_1} + \boldsymbol{rb_2}}{\mathbf{2}} - \boldsymbol{bc} - \boldsymbol{ba}$$

(Ecuación 4)

Donde:

$\mathbf{rb_1}$: Residuo del blanco (g)

$\mathbf{rb_2}$: Residuo del blanco (g)

bc: cenizas rb_1 (g)

ba: proteína rb_2 (g)

El contenido total de fibra dietética se corrigió con el contenido de proteína, ceniza y el blanco:

$$\%\mathbf{FDT} = \frac{\frac{\boldsymbol{r_1 + r_2}}{\mathbf{2}} - \boldsymbol{C - P - B}}{\frac{\boldsymbol{m_1 + m_2}}{\mathbf{2}}} * \mathbf{100}$$

(Ecuación 5)

Donde:

$\boldsymbol{m_1}$**:** Muestra 1 (g)

$\boldsymbol{m_2}$**:** Muestra 2 (g)

$\boldsymbol{r_1}$**:** Residuo de m_1(g)

$\boldsymbol{r_2}$**:** Residuo de m_2(g)

C: Cenizas de r_1

P: Proteína de r_2

B: Blanco

2.2.3.6 Determinación de proteína

Para la determinación de proteína se realizó con el método **AOAC 2001.11 (2002).** Tal método consta de tres etapas, en la primera fase ocurre la digestión para lo cual, se pesó 1 gramo de muestra triturada y puesto en tubos Kjeldahl con un catalizador constituido de sales de cobre, óxido de titanio o/y óxido de selenio que es útil para elevar el punto de fusión. Seguidamente, se agregó a cada muestra 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. A continuación, se procedió a la digestión de las muestras en una campana de extracción, a una temperatura de 420 °C durante 60 minutos. El objetivo de este proceso fue transformar el nitrógeno presente en las proteínas de la muestra en una forma inorgánica. Al transcurso de este tiempo, la muestra se enfrió a temperatura ambiente aproximadamente 15 minutos. Para la siguiente etapa correspondiente a neutralización y destilación, se añadió 200 ml de agua destilada en un soporte de destilación, en la cual se agregó una solución concentrada de hidróxido de sodio 10 N cuidando que el extremo del refrigerante se encuentre sumergido en 25 ml de la solución de ácido bórico. La última etapa se efectuó mediante volumetría ácido – base con el usó de ácido clorhídrico e indicador azul de metileno, se tituló el contenido del destilado hasta lograr un viraje de tonalidad verde esmeralda a plateado claro. Este proceso se realizó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) de la FCIAB-UTA**.**

El valor total de proteína se realizó a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\%\,\boldsymbol{Nitrógeno} = \frac{\mathbf{0.014} * (\boldsymbol{V_1 - V_0}) * \boldsymbol{N}}{\boldsymbol{P}} * \mathbf{100}$$

(Ecuación 6)

$$\% \boldsymbol{Proteína} = \ \%\boldsymbol{Nitrógeno} * \boldsymbol{F}$$

(Ecuación 7)

Donde:

$\boldsymbol{V_1}$: Volumen de ácido clorhídrico para valorar la muestra (ml)

$\boldsymbol{V_0}$: Volumen de ácido clorhídrico para valorar el blanco (ml)

P: Peso de la muestra (g)

N: Normalidad de ácido clorhídrico

F: Factor de conversión (6.5)

2.2.3.7 Determinación de Carbohidratos

La determinación de carbohidratos en el brownie del mejor tratamiento se basó a partir de la diferencia de resultados obtenidos anteriormente, en la cual se usó la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Carbohidratos} = \mathbf{100}\% - (\%\boldsymbol{grasa} + \%\boldsymbol{humedad} + \%\boldsymbol{proteína} + \%\boldsymbol{fibra} + \%\boldsymbol{cenizas})$$

(Ecuación 8)

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Establecimiento de los porcentajes óptimos de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto para obtener un brownie de características sensoriales aceptables.

3.1.1.1. Elaboración de los brownies

Se diseñaron tres tratamientos de premezclas, variando los porcentajes de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto. Cada formulación se realizó con el propósito de tener una proporción ideal de ingredientes que tenga un buen perfil sensorial con un alto valor nutricional. El tratamiento T1 consistió en 100% harina de trigo nacional, T2 en una proporción 50:50 de las tres harinas y T3 en 100% de harinas de quinua y amaranto. La composición porcentual de cada una se presenta en la **Tabla 10.**

Tabla 10

Porcentajes variados de harinas para el desarrollo de premezclas

Tratamientos	Códigos	Porcentaje de harina de trigo nacional	Porcentaje de harina de quinua	Porcentaje de harina de amaranto
T1	PB-102	19.78	0	0
T2	PB-593	9.89	4.94	4.94
T3	PB-323	0	9.89	9.89

Nota: Se asignó un código específico a cada formulación para su posterior evaluación sensorial.

La **Figura 3**, muestra los brownies elaborados a partir de los tratamientos de premezclas, evidenciando diferencias en cuanto a color y textura.

Figura 3

Brownies realizados a partir de tres tratamientos de premezclas



T1: PB-102	T2: PB-593	T3: PB-323

Nota: T1 corresponde a un brownie hecho 100% con harina de trigo nacional; T2, 50:50 con harinas de trigo nacional, quinua y amaranto; y T3, 100% con harinas de quinua y amaranto.

3.1.1.2. Determinación de los parámetros sensoriales

Los resultados obtenidos del análisis sensorial de los brownies se presentan en la **Tabla 11,** los mismos que fueron analizados estadísticamente mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar en el programa estadístico SPSS.

Tabla 11

Valores medios resultantes del análisis sensorial del brownie

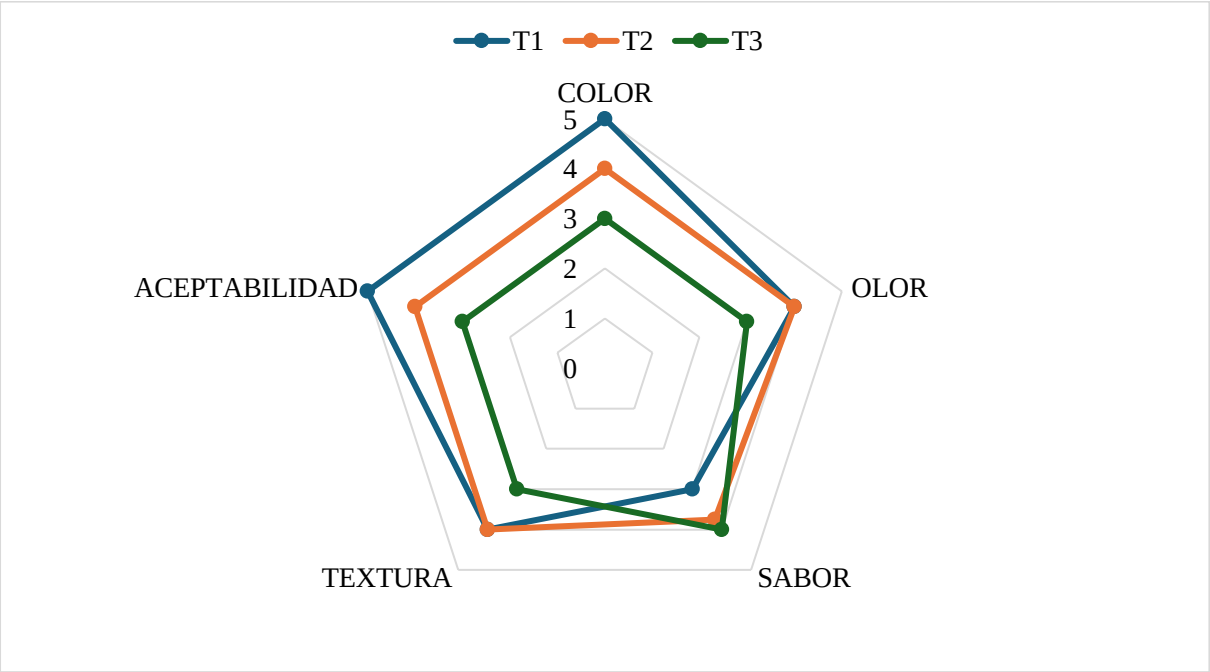
Atributo	T1 (PB-102)	T2 (PB-593)	T3 (PB-323)
Color	4.40 ± 0.71^{b}	4.16 ± 0.69^{b}	3.12 ± 1.01^{a}
Olor	4.40 ± 0.58^{b}	4.76 ± 0.93^{b}	3.40 ± 0.91^{a}
Sabor	3.96 ± 1.02^{ab}	4.00 ± 0.82^{b}	3.76 ± 1.09^{a}
Textura	3.92 ± 0.99^{b}	3.84 ± 0.75^{b}	3.24 ± 1.01^{a}
Aceptabilidad	4.28 ± 0.74^{c}	3.96 ± 0.61^{b}	3.44 ± 1.12^{a}

Nota: Valor medio de tres tratamientos, los datos que tienen la misma letra representan similitud estadística según la prueba de Tukey.

Los datos obtenidos del análisis sensorial indicaron que entre los tratamientos T1 y T2 mantienen similitudes en color, olor, y textura que a diferencia del tratamiento T3 el cual mantiene diferencias estadísticamente significativas con ambos tratamientos en todos los atributos sensoriales. Observando que en el atributo de aceptabilidad existen diferencias significativas en los tres tratamientos. Para una representación más clara de estos resultados, se incorporó un gráfico de telaraña mostrado a continuación:

Figura 4

Parámetros sensoriales de los tratamientos evaluados



Nota: Se presentan las puntuaciones de la escala hedónica para cada tratamiento; donde T1 es un brownie 100% de harina de trigo nacional, T2, 50:50 de las tres harinas y T3, 100% con harinas de quinua y amaranto

La **Figura 4,** indica claramente que los tratamientos T1 y T2, tienen puntuaciones de 4 y 5, lo cual, significa "me gusta y me gusta mucho". Este comportamiento es predominante en todos los atributos sensoriales para estos tratamientos. En cuanto a T3, este sobresale más en el atributo del sabor.

- **Color**

Para este atributo sensorial, ambos tratamientos, T1 (100% harina de trigo nacional) y T2 (mezcla de harinas de trigo nacional 50%, quinua 25% y amaranto 25%) **(Tabla 11)** obtuvieron una puntuación similar de "me gusta", alcanzando una media de 4. Este resultado sugiere que la incorporación de quinua y amaranto no generó una diferencia significativa en la percepción general del producto en comparación con un brownie clásico observado en la muestra control de **Gómez Gordillo et al. (2022)**.

Sin embargo, es importante considerar que la preferencia por el color marrón oscuro en los postres está intrínsecamente relacionada con la percepción sensorial de un mayor contenido de chocolate, influyendo así en la percepción de los consumidores **(Shankar et al., 2009; An & Lee, 2024)**. En contraste, estudios previos han demostrado que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de

quinua puede resultar en productos con una coloración más clara, sin que esto afecte significativamente su aceptación general **(Gómez Gordillo et al., 2022; Zambrano, 2023).**

- **Olor**

Los resultados obtenidos para el atributo olor se muestran en la **Tabla 11,** donde se observan valores medios de 4.40 para el tratamiento T1, esto podría deberse al contenido de un 100% de trigo nacional, lo cual se asemeja al de un brownie clásico convencional. Para el tratamiento T2 se obtuvo una media de 4.76. Sin embargo, tanto T1 como T2 no existen diferencias estadísticamente significativas. Por otra parte, el tratamiento T3 obtuvo una media de 3.40, revelando un aroma excesivamente terroso que enmascaró el aroma del chocolate, por lo cual es estadísticamente diferente a T1 y a T2. Estos hallazgos concuerdan con los resultados reportados por **Repo de Carrasco & Encina Zelada (2008)**, quienes en su investigación indican aromas terrosos y almendrados cuando se incorporaron pseudocereales en el tratamiento de productos horneados a partir de trigo.

- **Sabor**

Respecto al parámetro sabor, el tratamiento T2, junto con el tratamiento T3, alcanzaron las mejores medias de 4 y 3.76, respectivamente, ubicando el sabor del producto en la categoría de "me gusta" según la escala hedónica utilizada. Esto indica una aceptación significativa por parte de los evaluadores hacia ambos tratamientos (**Figura 4 y tabla 11)**. En el estudio de **Gómez Gordillo et al. (2022),** se reportó una puntuación de 8 sobre 10 en sabor para brownies elaborados con una mezcla de 75% harina de trigo y 25% harina de quinua, mientras que el tratamiento con 100% harina de quinua obtuvo una calificación de 5 sobre 10. Estos resultados son congruentes con los datos obtenidos en el presente estudio, reflejando la preferencia de los consumidores por tratamientos que combinan harinas tradicionales y de pseudocereales.

Por otro lado, el tratamiento T1 (100% harina de trigo nacional) se ubicó en la categoría de "ni me gusta ni me disgusta". Según los comentarios de los evaluadores, la principal observación negativa fue el sabor intenso del chocolate semiamargo utilizado. Este hallazgo contrasta con el perfil sensorial ideal de un brownie, descrito por **Di Geronimo & Manzo (2012),** que mencionan que el brownie es un producto de sabor intenso y achocolatado, lo cual sugiere que las preferencias del público evaluador podrían estar influenciadas por factores culturales o por una menor familiaridad con este tipo de sabor tradicional.

- **Textura**

En relación con la textura, los tratamientos T1 y T2 obtuvieron valores significativamente superiores en comparación con el tratamiento T3. Esta diferencia puede atribuirse a la composición de los tratamientos (Ver **Tabla 11)**. El tratamiento T1, al estar elaborado exclusivamente con harina floja de

trigo nacional, mostró una textura húmeda y suave, típica de los brownies convencionales, lo que lo hizo altamente aceptado por los evaluadores. Por otro lado, el tratamiento T2, que incluye una mezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto en proporciones iguales, mantuvo una textura húmeda y densa, acompañada de una ligera granulación y crujiente perceptible, características que contribuyeron a su buena aceptación sensorial. En contraste, el tratamiento T3, elaborado exclusivamente con harinas de quinua y amaranto, presentó una textura más áspera y seca, la cual fue menos valorada por los catadores debido a su divergencia con la textura esperada en un brownie tradicional. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por **Scudine et al. (2024),** quienes indican que la percepción sensorial de un alimento es un proceso complejo que abarca múltiples etapas, durante las cuales los consumidores procesan las características organolépticas del alimento antes, durante y después de su consumo. Antes esto, la percepción sensorial de degustar un brownie, se espera que posea una corteza ligeramente crujiente y un interior húmedo, con migas suaves y homogéneas **(Islas-Rubio et al., 2012).**

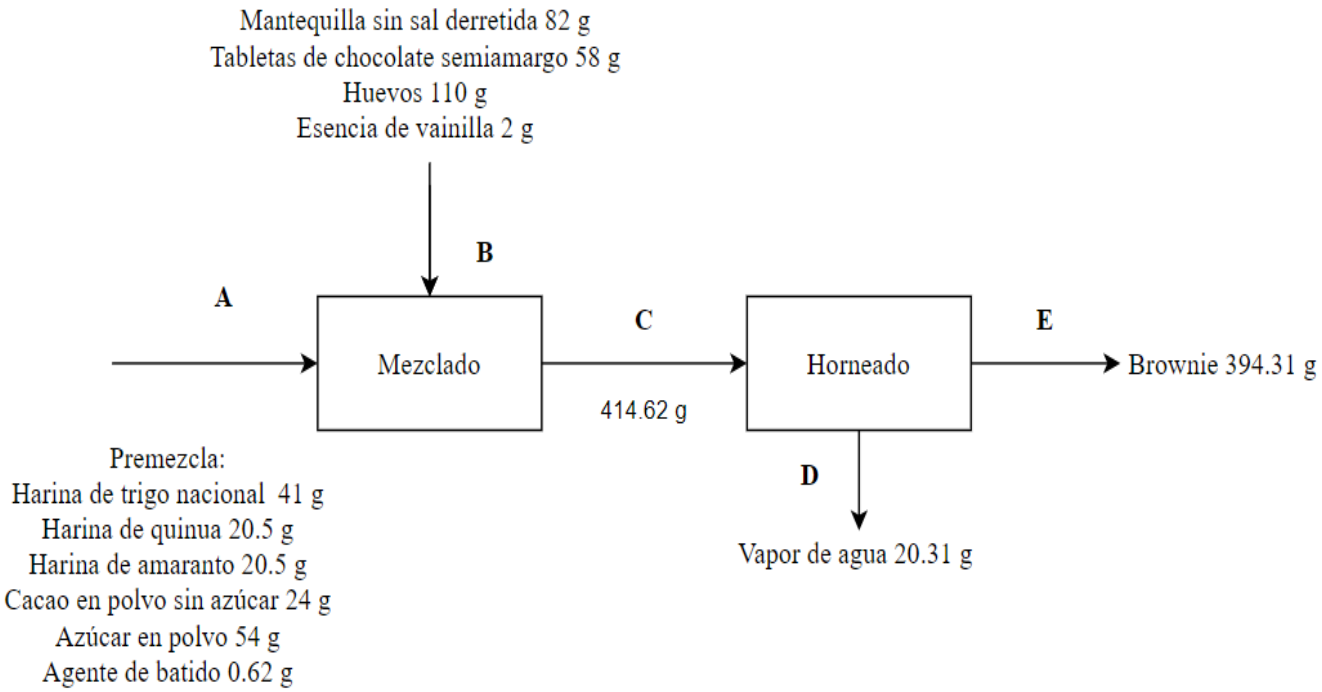
- **Aceptabilidad**

En cuanto a los resultados de aceptabilidad, los tratamientos T1 y T2 fueron los preferidos por los catadores. Nuevamente, se selecciona a los tratamientos que conservan características sensoriales propias de un brownie clásico, lo que resalta la importancia del aspecto y color de la superficie como atributos clave en la percepción de calidad de un producto alimenticio (ver **Figura 4)**. Según **Purlis (2010),** estos factores desempeñan un papel fundamental en la decisión de aceptación de un alimento, ya que están estrechamente relacionados con la percepción del sabor y el nivel de satisfacción del consumidor.

Si bien el tratamiento T1 presentó una mayor aceptación sensorial, el proyecto de investigación se llevó a cabo con el tratamiento T2. Los resultados de la prueba hedónica indican que ambos tratamientos obtuvieron una calificación de "me gusta" y que las diferencias estadísticas entre ellos son mínimas, lo que sugiere una alta aceptabilidad por parte de los panelistas para ambas opciones.

3.1.1.2 Balance de masa de la elaboración del brownie a partir del mejor tratamiento (T2)

A continuación, se presenta el balance de masa del mejor tratamiento compuesto por una composición 50:50 de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto**.**



Donde:

ENTRADAS (E): A+B+D

SALIDAS (S): D+E

E = S = 414.62 g

3.1.1.3 Cálculo del rendimiento del brownie a partir del mejor tratamiento (T2)

$$\boldsymbol{Rendimiento} = \frac{Masa\ final}{Masa\ inicial} * 100$$

$$\boldsymbol{Rendimiento} = \frac{394.31g}{414.62g} * 100$$

$$\boldsymbol{Rendimiento} = 95.10\%$$

El proceso de elaboración del brownie a partir de la premezcla del tratamiento T2, demostró ser altamente eficiente, alcanzando un rendimiento del 95.10%. Indicando una reducción de pérdidas durante las diferentes etapas de producción.

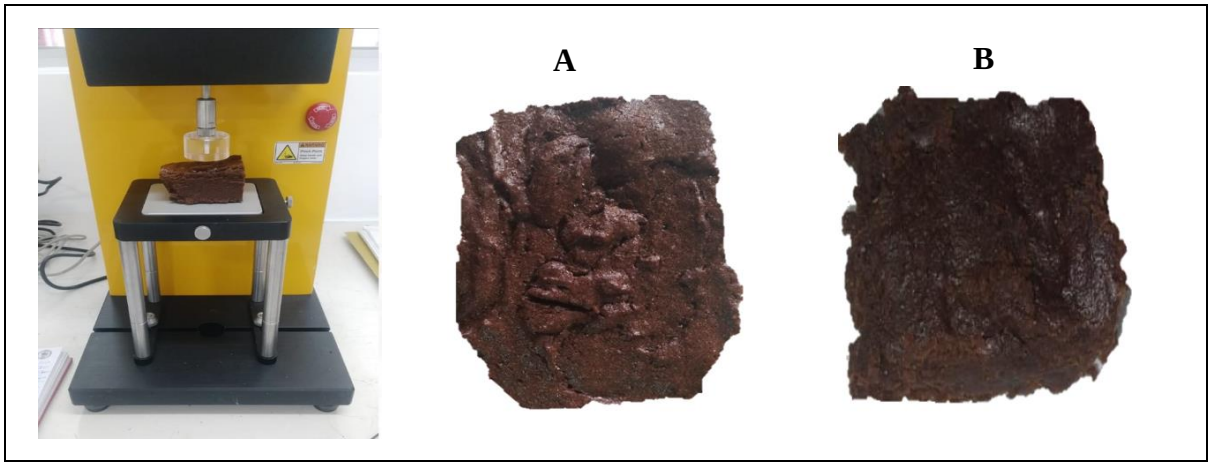
3.1.2 Evaluación de las propiedades técnico-funcionales del brownie producido a partir del mejor tratamiento

3.1.2.1 Perfil de textura del brownie del mejor tratamiento y de la muestra blanco

Se desarrolló un análisis de perfil de textura del brownie T2 (mejor tratamiento establecido por los resultados sensoriales) en dos ciclos con cinco repeticiones, utilizando el texturómetro Brookfield, con una sonda de TA4/1000 y a una velocidad de 2 mm/s. Los resultados obtenidos, se comparó con un brownie clásico que es el blanco. Lo resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 12, Figuras 5 y 6.**

Figura 5

Muestras de brownies para obtención de datos de textura

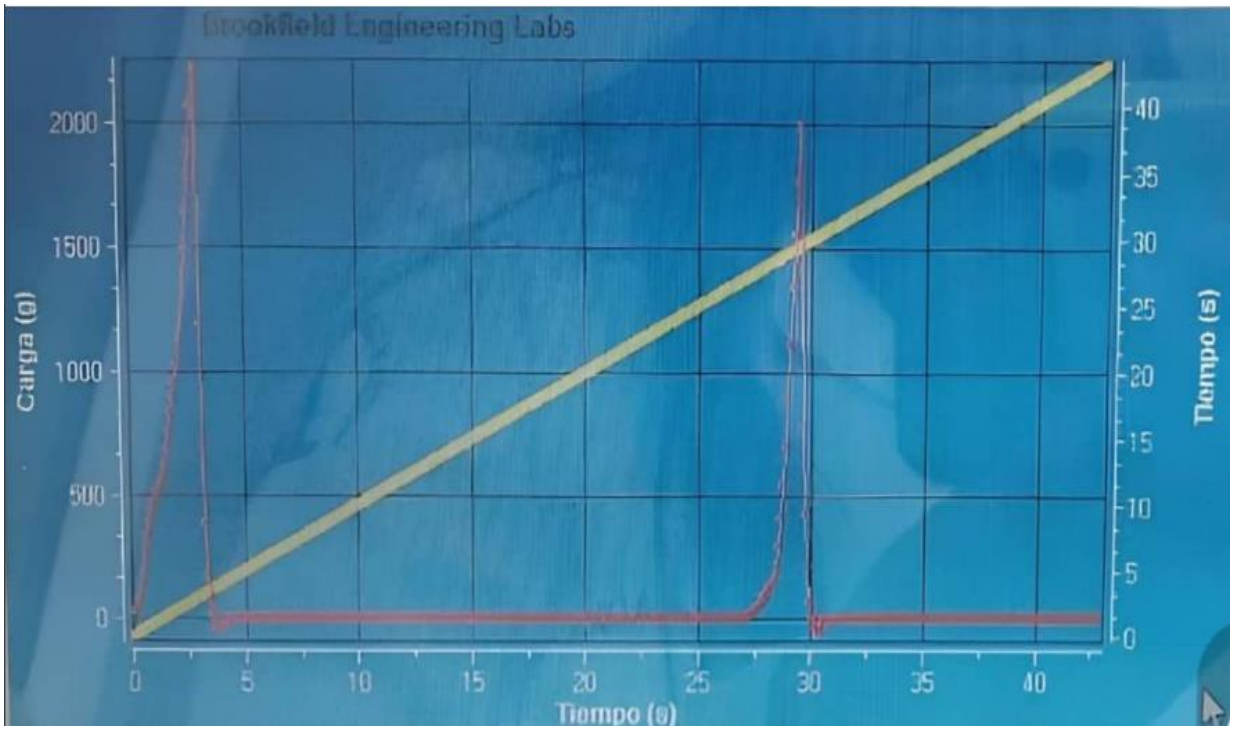


Nota: La letra **A** compete al tratamiento T2 y la letra **B** a un brownie muestra blanco.

En la **figura 6**, se observa la relación entre la fuerza aplicada (carga en gramos) y el tiempo (segundos), lo que permitió evaluar los parámetros como la dureza, cohesividad, adhesividad, masticabilidad y elasticidad del brownie T2.

Figura 6

Perfil de textura del brownie T2 catalogado como el mejor tratamiento



Nota: Las curvas representan la fuerza de carga (en color rojo) y el tiempo (color amarillo) en el cual fue sometido el brownie de mejor tratamiento (T2).

Tabla 12

Resultados de textura del tratamiento T2 y el blanco

Ciclo	Factores	Tratamiento T2	Brownie clásico (Blanco)
1	Dureza (N)	45.81 ± 0.83^{ab}	48.60 ± 0.64^{ab}
	Adhesividad (mJ)	0.27 ± 0.21^{ab}	1.13 ± 1.23^{ab}
2	Dureza (N)	34.20 ± 1.021^{ab}	37.71 ± 0.10^{ab}
	Cohesividad	0.34 ± 0.031^{ab}	0.33 ± 0.035^{ab}
	Elasticidad (mm)	3.3 ± 0.35^{a}	4.56 ± 0.44^{b}
	Masticabilidad (mJ)	47.8 ± 17.76^{ab}	69.8 ± 11.32^{ab}

Nota: Los resultados son la media ± desviación estándar por cinco repeticiones. Los datos que no tengan la misma letra dan lugar a la existencia de diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados mostrados en la **Tabla 12**, evidenciaron similitud estadísticamente significativa entre los valores de dureza, adhesividad, cohesividad y masticabilidad del tratamiento T2 y el blanco, a excepción de la elasticidad, que presentó un valor "p" inferior al 0.05. Lo cual indica que se logró mantener una correcta consistencia, cumpliendo con los estándares de un brownie clásico convencional (ver **Figura**

5 y 6). Este comportamiento puede atribuirse, en gran medida, a la presencia de una red de gluten más desarrollada en el brownie clásico **(Zhang et al., 2022).**

En relación con la cohesividad ambos son iguales evidenciando que la integridad interna de los postres mantiene bien su estructura al ser manipulado, tal aspecto concuerda con **Quiros Alpízar (2013)**, quien menciona que al manejar correctamente las variables como temperatura y tiempo de cocción junto al método de mezclado empleado se obtiene un producto homogéneo difícil de desmoronarse.

Además, la elasticidad, propiedad relacionada con la capacidad de un material de deformarse y recuperar su forma original, se ve considerablemente afectada por la composición de la materia prima, como el contenido de gluten, así como las condiciones de procesamiento, tales como la temperatura y el tiempo de cocción **(Menéndez Ventura et al., 2021).** Según **Zhang et al. (2022),** el gluten es un componente clave para la formación de masas elásticas con buena cohesividad. A partir de estas afirmaciones, los resultados obtenidos en la **Tabla 12**, muestran que el brownie de muestra blanco, al tener un mayor contenido de gluten, presentó una elasticidad significativamente superior con una media de 4.56, en comparación con el brownie T2 que tiene una media significativamente baja de 3.3 el cual, al estar formulado con harinas de bajo contenido de gluten (trigo nacional) y harinas carentes del mismo (quinua y amaranto) exhibió una estructura más débil y, consecuentemente, una menor elasticidad.

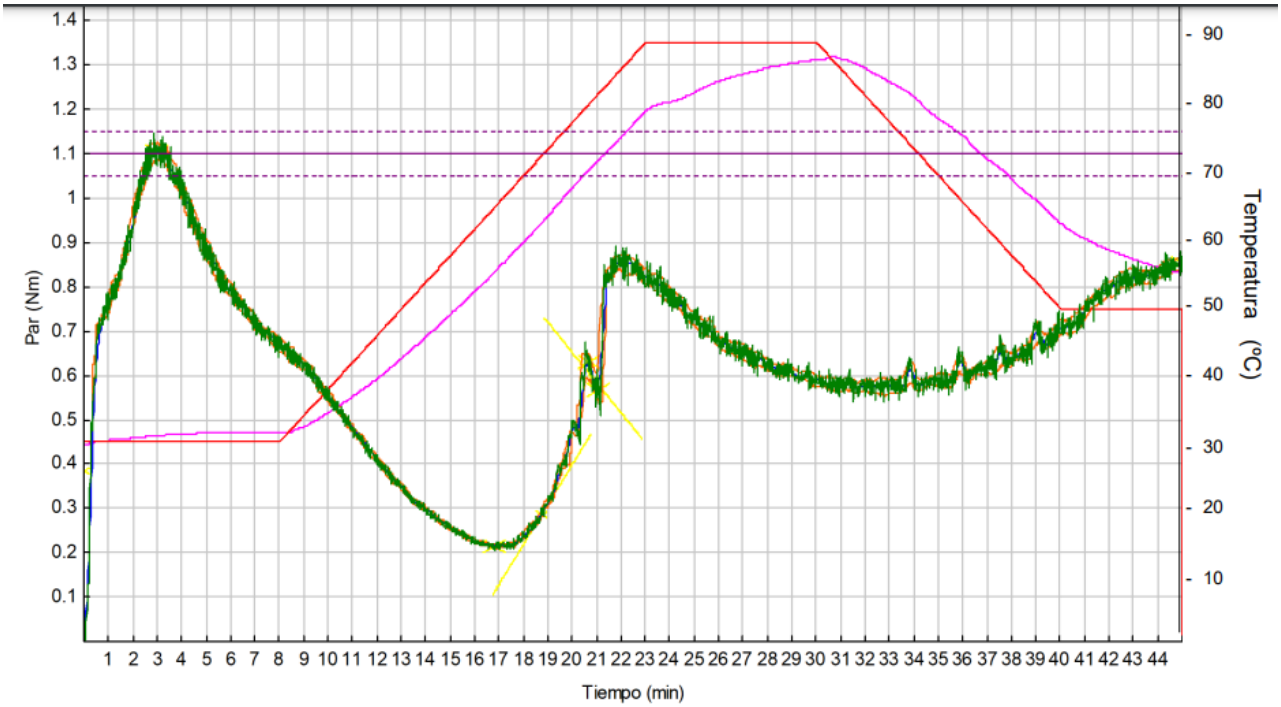
Se pudo observar que el factor de masticabilidad en el tratamiento T2, presenta valores considerablemente inferiores en relación con el blanco esto puede deberse que tiene una textura menos densa y requiere menos energía para ser masticado y tragado. De acuerdo con **Chaves Morillo (2017),** la masticabilidad óptima depende de la consistencia deseada, en la cual una textura demasiado dura provoca que sea difícil de masticar y una textura muy blanda puede ocasionar que se deshaga en la boca y sea desagradable de ingerir. Vale destacar, que los brownies por lo general son de consistencia crujiente por fuera y blanda por dentro (**Di Geronimo & Manzo, 2012).**

3.1.2.2 Análisis de la calidad de la masa del mejor tratamiento y de la muestra blanco

El análisis de calidad de la masa del tratamiento T2 y del blanco se realizó en el equipo Mixolab (CHOPIN Technologies). En la **Figura 7,** se presenta el perfil del análisis mixográfico del tratamiento T2 compuesto por harinas de trigo nacional, quinua y amaranto.

Figura 7

Perfil mixográfico del tratamiento T2



Nota: Se muestra el análisis mixográfico durante el amasado de la mezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto perteneciente al mejor tratamiento (T2) en relación al Par (Nm) y Temperatura (°C) en función del Tiempo (min).

En primera instancia, se determinaron los porcentajes de humedad e hidratación para su posterior análisis de las demás propiedades reológicas. Los resultados se presentan a continuación en la **Tabla 13.**

Tabla 13

Porcentajes de humedad e hidratación del tratamiento T2 y el blanco

Factor	Tratamiento T2	Blanco
Humedad	10.6%	12.8 %
Hidratación	63.4 %	58.5 %

Nota: Los porcentajes de humedad e hidratación corresponde a T2 a la mezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto y la muestra blanco pertenece a la harina de trigo comercial.

En la **Tabla 14** se muestran los valores resultantes en el análisis mixográfico de las harinas empleadas en la elaboración del blanco, que es una harina de trigo comercial y de una mezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto correspondiente al mejor tratamiento (T2). Donde, C1 corresponde al Índice de absorción de agua; C2 Calidad de la proteína; C3 Gelatinización del almidón; C4 Actividad de la amilasa y C5 Retrogradación del almidón.

Tabla 14

Valores medios del análisis de la calidad de la masa del tratamiento T2 (harina de trigo nacional, quinua y amaranto) y el blanco (harina de trigo comercial)

Factores (C)	Tiempo (min)		Par (Nm)	
	T2	Blanco	T2	Blanco
C1	2.95 ± 0,03[a]	1.35 ± 0,04 [a]	1.087± 0,02[a]	1.04 ± 0.42 [a]
C2	16.8 ± 0,03[a]	17.23 ± 0,04[a]	0.20 ± 0.04 [a]	0.39± 0.036[a]
C3	20.45 ± 0,35 [a]	24.14 ± 0,01[a]	0.62 ± 0.02 [a]	1.63 ± 0.03 [a]
C4	21.1 ± 0,02 [a]	31.21 ± 0,03 [a]	0.56 ± 0.01 [a]	1.46 ± 0.03 [a]
C5	45.01 ± 0,01 [a]	44.95 ± 0,07 [b]	0.84 ± 0.02 [a]	2.33 ± 0.02 [b]

Nota: Los resultados son la media ± desviación estándar por duplicado. Aquellos datos que no tengan la misma letra dan lugar a la existencia de diferencias estadísticamente significativas.

En la **Tabla 14** se presentan los resultados del análisis mixográfico de ambas muestras, se puede observar que el tratamiento T2 estadísticamente no presenta diferencias significativas con el blanco en los parámetros de calidad de proteínas (C2), gelatinización del almidón (C3), actividad enzimática (C4) a excepción de la retrogradación del almidón (C5).

- **Porcentaje de hidratación**

La hidratación de una masa, definida como el porcentaje de agua en relación con la harina, es un factor crucial que influye en sus propiedades reológicas y finales. En relación con los datos estándares que ocupa la empresa "Molinos Miraflores" indican que un valor óptimo de hidratación en la harina de trigo es de 64% lo cual coincide con la guía técnica de **Chopin Technologies (2012),** donde sugiere una hidratación entre 59 y 64%. En esta investigación, se observó para T2, un mayor porcentaje de hidratación (63.4%) comparado con el blanco (58.5%) (ver **Tabla 13)**, este comportamiento puede deberse al elevado contenido de fibra y proteína de las harinas de quinua y amaranto, que aumenta su capacidad de retención de agua **(Criales Ruiz, 2022).** Esta mayor hidratación es necesaria para compensar el menor desarrollo de la red de gluten, consecuencia del bajo contenido proteico de la harina de trigo nacional. Resultados que concuerdan con lo reportado por **Perez (2022)**, quien indica que las masas con menor hidratación (<65%) son más densas y requieren tiempos de amasado más prolongados para el desarrollo del gluten.

- **Porcentaje de Humedad**

Los análisis de humedad revelaron que ambas muestras se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma **INEN 616 (2015)** correspondiente a los requisitos para Harina de Trigo. Se evidenció que la harina de trigo comercial (blanco) presentó una humedad de 12.8%, ligeramente inferior al máximo permitido de 13.5%. Por su parte, tomando como referencia la normativa antes mencionada, la mezcla

de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto del mejor tratamiento mostró un contenido de humedad de 10.6%, valor que, si bien es inferior al de la harina de trigo comercial, también cumple con los requisitos de la norma INEN 616 (ver **Tabla 13**).

- **Índice de absorción de agua (C1)**

El índice de absorción de agua, determinado por la capacidad de retener agua durante el amasado hasta alcanzar una masa viscoelástica, se encuentra influenciado principalmente por el contenido de almidón dañado y proteínas (gluten) presentes en la harina, evidenciando tal afirmación en la **Figura 7 (Codiña et al., 2019).** Los resultados presentados en la **Tabla 14** evidencian que el tratamiento T2 exhibió un tiempo de absorción de agua significativamente mayor (2.95 ± 0.03 min) en comparación con el blanco (1.35 ± 0.04 min), a pesar de presentar un par de torsión similar. **Castillo Martinez & Paucar Menacho (2021),** reportaron un tiempo similar (2.8 min) para mezclas de harinas que incluían pseudocereales. Esta mayor capacidad de absorción, según **Gilabert (2020),** se atribuye al elevado contenido proteico de los pseudocereales en comparación con los cereales tradicionales.

- **Calidad de la proteína (C2)**

El análisis mixográfico reveló diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) en el tiempo de desarrollo y el par máximo entre T2 y el blanco. El blanco presentó un par máximo significativamente mayor (0.39 ± 0.036 Nm) en comparación con la T2 (0.20 ± 0.04 Nm), a pesar de un tiempo de desarrollo ligeramente superior. La disminución en el par máximo observado en ambas muestras es consecuencia de la desnaturalización proteica inducida por la temperatura de 30°C a 60°C para el análisis de este parámetro **(Gujral et al., 2018).** Los resultados obtenidos sugieren una correlación inversa entre el valor del par C2, la calidad y cantidad de gluten presente en la muestra, lo cual es consistente con los hallazgos de **Banu et al. (2011).** Estos autores demostraron que una disminución en el par C2 se asocia con una menor proporción y calidad de las proteínas del gluten.

- **Gelatinización del almidón (C3)**

El análisis de la gelatinización del almidón mediante mixografía mostró que el blanco presentó un mayor tiempo de 24.14 ± 0.01 min y par máximo de 1.63 ± 0.03 Nm. Estos resultados concuerdan con los reportados por **Sandoval et al. (2012)** para harina de trigo, donde obtuvo un índice C3 de 1.62 Nm, indicando una mayor estabilidad térmica del almidón. Por el contrario, el mejor tratamiento (T2) exhibió valores inferiores (20.45 ± 0.35 min; 0.62 ± 0.02 Nm). Sin embargo, se encuentran dentro del rango reportado por **Núñez Villacis (2021)** para harina de quinua (índice C3 de 0.58 Nm), lo que indica que la presencia de pseudocereales afecta las propiedades de gelatinización del almidón, disminuyendo su consistencia desarrollada en el proceso térmico.

- **Actividad enzimática (C4)**

El análisis de la actividad amilásica reveló diferencias significativas ($p<0,05$) entre el blanco (31.21 ± 0.03 min; Par: 1.46 ± 0.03) y la formulación T2 (21.1 ± 0.02 min; Par: 0.56 ± 0.01). El menor par C4 fue obtenido para el tratamiento T2, lo cual, indica una mayor actividad amilásica, este resultado concuerda con los hallazgos de **Dapcevic et al. (2011)**, donde explican que la susceptibilidad de la masa ante una elevada actividad amilásica no se ve afectada a la pérdida de volumen durante la cocción. La menor resistencia de la masa, evidenciada por un par C4 más bajo, es consistente con los estudios de **Codină et al. (2019) y Erukainure et al. (2016).** Estos autores sugieren que la presencia de harinas con bajo contenido de almidón, junto con una mayor actividad enzimática, puede reducir la viscosidad de la masa y aumentar el tiempo necesario para alcanzar el par máximo, debido a la degradación del almidón.

- **Retrogradación del almidón (C5)**

Los valores de tiempo para alcanzar el par C5 no mostraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre el tratamiento T2 (45.01 ± 0.01 min) y el blanco (44.95 ± 0.01 min), demostrando una similar viscoelasticidad inicial en ambas mezclas. No obstante, en el factor torque difieren, el par C5 fue significativamente menor en el tratamiento T2 (0.84 ± 0.02 Nm) en comparación con el blanco (2.33 ± 0.02 Nm). Estos valores se encuentran dentro del rango establecido por **Sandoval et al. (2012)** para harina de trigo (2.33 ± 0.01 Nm), lo cual indica que T2 podría desarrollar una estructura de gluten más débil y una menor capacidad para retener gas durante el horneado, dando posiblemente un producto final más denso y con menor volumen, como sugieren también los estudios de **Banu et al. (2011).**

3.1.3 Determinación de la composición proximal del brownie de mejor tratamiento (T2).

El análisis de la composición proximal del brownie del mejor tratamiento (T2) se realizó en el laboratorio LACONAL a excepción de la humedad y la ceniza. En la **Tabla 15** se muestran los valores resultantes en comparación con la composición proximal de un brownie comercial descrito por **Islas-Rubio et al. (2012).**

Tabla 15

Composición proximal del brownie del mejor tratamiento (T2) frente a un brownie comercial

Análisis	Unidades	Brownie T2	Brownie Comercial
Cenizas	%	1.17	1.3
Humedad	%	24.62	9.01
Grasa	%	27.8	26.3
Fibra dietética	%	3.73	-
Fibra cruda	%	1.01	-
Proteínas	%	8.22	4.7
Carbohidratos	%	34.26	58.7

Fuente: LACONAL (2024); Islas-Rubio et al. (2012).

- **Cenizas**

El análisis de cenizas del brownie del mejor tratamiento obtuvo un valor de 1.17% que en comparación con el brownie comercial que tiene 1.3% siendo este mayor a T2 (**Tabla 15)** se encuentran en el rango máximo permisible de cenizas mostrado en la Normativa Técnica Peruana 20601-2010 el cual menciona, que para este tipo de productos debe tener 3%. El valor de cenizas del brownie T2 también con la investigación de **Chambi Rodríguez (2019),** donde para sus cupcakes hechos con una sustitución parcial de trigo con quinua, cañihua y amaranto obtuvo porcentajes de cenizas de 2%. Según **Choquechambi et al. (2019) y Nandan et al. (2024),** las harinas procedentes de cultivos andinos son ricas en contenidos minerales, donde para pseudocereales va desde 2 a 3% y en cereales comunes van desde 0.42 a un mínimo de 1%.

- **Humedad**

En base a la Normativa Técnica Peruana 20601-2011, el análisis de humedad debe tener un máximo permisible de 40%, ante esto, el tratamiento T2 tiene una humedad de 24.62% estando en el rango establecido. Lo cual también guarda relación con la investigación de Chambi **Rodríguez (2019)** de un postre con harina de trigo y pseudocereales presenta una cifra de 19.64%. En relación con el brownie comercial que tiene un porcentaje menor de 9.01% se puede deber al tipo de cocción y a la materia prima empleada. Por otra parte, según **Li (2022),** los bizcochos con un elevado contenido de humedad y rico en nutrientes son más propensos a sufrir contaminación microbiana, tiempo de vida útil corta y a daños organolépticos.

- **Grasa**

En el parámetro de grasa los resultados arrojaron 27.8%, siendo mínimamente superior al resultado de la grasa para el brownie comercial que tiene 26.3%. Indicando que la cantidad de grasa es adecuada.

Una reducción de aceite o grasas en el tratamiento de pasteles puede alterar la reología adecuada de la masa de pastel y provocar la pérdida de características deseables **(Lindarte Artunduaga & Gutiérrez, 2019).**

- **Fibra dietética**

En cuanto al análisis proximal de fibra dietética en el mejor tratamiento este posee 3.73% que en comparación con investigaciones de postres con pseudocereales como de **Chambi Rodríguez (2019**) que obtuvo una cantidad de 5.71%, se establece que el valor obtenido es aceptable para este tipo de alimentos que a diferencia de un brownie comercial este tiene un valor indetectable. Según **Kamil et al. (2023),** la incorporación de harinas ricas en fibra dietética ofrece productos de panificación con niveles aceptables y benéficos para la salud fisiológica.

- **Fibra cruda**

Como se observa en la **Tabla 15**, el contenido de fibra cruda en el tratamiento T2 es de 1.01%, indicando que, por cada 100 gramos del producto, se encuentran 1 gramo de fibra no digestible siendo ligeramente inferior al valor de fibra dietética (3,73%). Esta diferencia se debe a que la fibra dietética comúnmente es 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda **(Grossi et al., 2015**).

Vale recalcar, la fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición del ser humano y no debiera usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos **(Timm, 2023; Pak, 1997).** Por lo cual, no se consideró en el porcentaje total de carbohidratos, únicamente se realizó este análisis para entender su relación con la digestibilidad.

- **Proteínas**

El mejor tratamiento obtuvo una cantidad de 8.22% en proteínas siendo alto que el de un brownie comercial que tiene 4.7%, siendo mayor debido a la adición de harinas de quinua y amaranto **(Alyssa, 2019; USDA, 2018a).**

- **Carbohidratos**

Para el parámetro de carbohidratos el mejor tratamiento presentó un contenido de 34.26% , valor menor al reportado en un brownie comercial el cual posee 58.7%. Tal diferencia, puede deberse a que son ricos en carbohidratos provenientes del azúcar y grasa de los ingredientes que lo componen como, por ejemplo, las tabletas de chocolate semiamargo **(Islas-Rubio et al., 2012**).

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se elaboró una premezcla para brownies a partir de harinas de trigo nacional (*Triticum aestivum L.*), quinua (*Chenopodium quinua*) y amaranto (*Amaranthus)*, consiguiendo tres tratamientos a distintos porcentajes de harinas: T1, correspondiente a 100% harina de trigo nacional, T2; con 50% harina de trigo nacional y 50% harinas de quinua y amaranto; y T3, con el 100% harinas de quinua y amaranto.
- Se establecieron los porcentajes óptimos de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto en el tratamiento de mayor aceptabilidad el cual fue la premezcla para brownies correspondiente al tratamiento T2 compuesto por 50% harina de trigo nacional y 50% de harinas de quinua y amaranto, debido a su potencial para ofrecer un producto con mayor valor nutricional.
- El mejor tratamiento T2, exhibió valores óptimos de cohesividad (0.34 ± 0.031 N), adhesividad (0.27 ± 0.21 mJ) y dureza (34.20±1.021 N;45.81±0.83 N), confiriéndole al producto una estructura densa y compacta agradable al paladar. En el análisis mixográfico, el tratamiento T2 destaca principalmente por una gelatinización del almidón más rápida, con un tiempo de 20.45 ± 0.35 min y un valor de par significativamente más bajo (0.62 ± 0.02). Estos resultados indican que T2 favorece la obtención de una textura húmeda y densa, sin comprometer la cohesividad ni la suavidad del producto final, características deseadas en este tipo de postre. Sin embargo, presenta una retrogradación rápida de 45.01 ± 0.01 min con un par de 2.33 ± 0.02, ocasionando que tienda a limitar la frescura del brownie durante el almacenamiento.
- Se determinó la composición proximal del brownie del mejor tratamiento (T2), de lo cual los resultados indicaron que posee cenizas 1.17%, humedad 24.62%, grasa 27.8%, fibra dietética 3.73%, proteína 8.22% y carbohidratos 34.26%. Estos resultados indican un enriquecimiento en proteína y fibra en comparación con un brownie comercial.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de mercado focalizado en la ciudad de Ambato para la comercialización de una premezcla para brownies a partir de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto. Este análisis permitirá evaluar la viabilidad comercial y la oferta actual de productos de repostería similares, e identificar posibles oportunidades de posicionamiento en el mercado a través de estrategias óptimas de marketing.
- Se sugiere efectuar un análisis exhaustivo de tiempo de vida útil de la premezcla, considerando los factores fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en el transcurso del almacenamiento en condiciones controladas de temperatura, humedad, luz entre otros, para identificar la estabilidad y calidad óptima del producto.
- Se recomienda llevar a cabo un ensayo de índice glucémico del brownie producido a partir de una premezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto en alianza con un laboratorio especializado o con los estudiantes de nutrición y dietética de la Universidad Técnica de Ambato.

MATERIALES DE REFERENCIA

Alfaro, P. (2016). Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd.)* y almidón de papa (*Solanum tuberosum). Universidad Nacional Agraria La Molina*, 29–35

Almirudis Echeverria, S. J., Ramírez Wong, B., Medina Rodríguez, C. L., Magaña Barajas, E., Torres Chávez, P. I., & Ledesma Osuna, A. I. (2020). Actividad antioxidante de harinas de amaranto obtenidas por extrusión y análisis parcial de su calidad proteica in vivo. *Biotecnia*, *22*(1), 24–31. https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1121

Alyssa, M. (2019). *How To Use Quinoa Flour For Baking And Cooking*. Simplyquinoa. https://www.simplyquinoa.com/how-to-use-quinoa-flour/

An, J., & Lee, J. (2024). Consumers' sensory perception homogeneity and liking of chocolate. *Food Quality and Preference*, *118*(105178), 105178. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105178

AOAC. (1982). *AOAC Official Method 962.09 Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet Food.* Official methods of analysis of AOAC International. https://dokumen.tips/documents/96209-fibra-cruda-en-alimentos-para-animales-y-mascotas.html?page=1

AOAC. (2001). *AOAC Official Method 2001.11 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds*. Official methods of analysis of AOAC International. https://img.21food.cn/img/biaozhun/20100108/177/11285182.pdf

AOAC. (2003). *AOAC Official Method 985.29 Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fibre in Foods.* Official methods of analysis of AOAC International. https://acnfp.food.gov.uk/sites/default/files/mnt/drupal_data/sources/files/multimedia/pdfs/annexg.pdf

AOAC. (2006). *AOAC Official Method 920.39 Grasa cruda en piensos, cereales en grano y forrajes.* Official methods of analysis of AOAC International. http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=1552

ARCSA. (2017). *Normativa Sanitaria Para Control de Suplementos Alimenticios*. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria-ARCSA. https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/01/ARCSA-DE-028-2016-YMIH_NORMATIVA-SANITARIA-PARA-CONTROL-DE-SUPLEMENTOS-ALIMENTICIOS.pdf

Arya, S. S., Rookes, J. E., Cahill, D. M., & Lenka, S. K. (2021). Vanillin: a review on the therapeutic prospects of a popular flavouring molecule. *Advances in Traditional Medicine*, *21*(3), 1–17. https://doi.org/10.1007/s13596-020-00531-w

Banu, I., Stoenescu, G., Ionescu, V., & Aprodu, I. (2011). Estimation of the baking quality of wheat flours based on rheological parameters of the mixolab curve. *Czech Journal of Food Sciences*, *29*(1), 35–44. https://doi.org/10.17221/40/2009-cjfs

Beg, M. S., Ahmad, S., Jan, K., & Bashir, K. (2017). Status, supply chain and processing of cocoa - A review. *Trends in Food Science & Technology*, *66*, 108–116. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.007

Bermudez, M. (2020). ¿Conoces los beneficios de los núcleos de repostería? *Unique Baker*.

Blanco, A., & Blanco, G. (2022). Proteins. En *Medical Biochemistry* (pp. 21–75). Elsevier. https://shop.elsevier.com/books/medical-biochemistry/blanco/978-0-323-91599-1

Bolaños, T. (2023). *Se prevé que mercado de premezclas de panadería alcance los 104.18 mdd a 2027*. Enalimentos.lat. https://enalimentos.lat/noticias/6559-se-preve-que-mercado-de-premezclas-de-panaderia-alcance-los-104-18-mdd-a-2027.html

Buendía Molina, M. A. (2016). *Panadería y Pastelería clásico*. Perú: Editorial Macro.

Burgos, B. P. H., & Aguayo, A. A. A. (2017). Comportamiento de la producción de harina de trigo en Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 1–16. https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/produccion-harina-trigo.html#google_vignette

Calera, A. M. (2013). El gran libro de la cocina española. España: De Vecchi Ediciones.

Carvalho, G. (2024). *The history of brownies: From the first recipe to modern variations*. Chummys Bakery. https://chummysbakery.co.uk/blogs/latest-posts/the-history-of-brownies-from-the-first-recipe-to-modern-variations?srsltid=AfmBOoqio41hQI_PjvfsqldHOB9NxclnyAAeN-6DMcfRLFK9aPagPH9l

Castillo Martinez, W. E., & Paucar Menacho, L. M. (2021). Comportamiento reológico de masas de panificación de harina de trigo sustituidas con harinas de quinua y cañihua germinadas. *INGnosis*, *7*(1), 25–33. https://doi.org/10.18050/ingnosis.v7i1.2102

Cervilla, N., Mufari, J., Calandr, E., & Guzmán, C. (2012). Composición química de harinas de quinoa de origen argentino. Pérdidas minerales durante el lavado. *Bioquímica nutricional*, 13, 293-299.

Chambi Rodríguez, F. A. (2019). *"Elaboración de cup – cakes con sustitución parcial de harina de trigo con harina de quinua (Chenopodium quinoa), kiwicha (Amaranthus caudatus), cañihua (Chenopodium pallidicaule) y sustitución de grasa por gomas de linaza (Linum usitatissimum) y chía (Salvia hispánica)* [Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/items/aecT2d61-91ca-4922-ab05-b5a820720b29

Chaudhry, N. A., Jacobs, C., Green, P. H. R., & Rampertab, S. D. (2021). All things gluten: A review. *Gastroenterology Clinics of North America*, *50*(1), 29–40. https://doi.org/10.1016/j.gtc.2020.10.007

Chaves Morillo, D. (2022). *Almidón de papa var. Ratona blanca (Solanum phureja) como sustituto de harina de trigo en la elaboración de cupcakes [*Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81363

Chopin Technologies. (2012). *Mixolab applications HanD booK*. Concereal. https://concereal.net/wp-content/uploads/2017/03/2012-CHOPIN-Mixolab-Applications-Handbook-EN-SPAIN-3.pdf

Choquechambi, L. A., Callisaya, I. R., Ramos, A., Bosque, H., Mújica, A., Jacobsen, S.-E., Sørensen, M., & Leidi, E. O. (2019). Assessing the nutritional value of root and tuber crops from Bolivia and Peru. *Foods (Basel, Switzerland)*, *8*(11), 526. https://doi.org/10.3390/foods8110526

Codină, G. G., Istrate, A. M., Gontariu, I., & Mironeasa, S. (2019). Rheological properties of wheat–flaxseed composite flours assessed by Mixolab and their relation to quality features. *Foods (Basel, Switzerland)*, *8*(8), 333. https://doi.org/10.3390/foods8080333

Colonna, W. J., Samaraweera, U., Clarke, M. A., Cleary, M., Godshall, M. A., White, J. S., & Updated by Staff. (2006). Sugar. En *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. Wiley. https://doi.org/10.1002/0471238961.1618151603151215.a01.pub2

Colmenares, J. (2011). *Estudio de mercado brownies*. SlideShare. https://es.slideshare.net/slideshow/estudio-de-mercado-brownies/8789754

Criales Ruiz, S. J. (2022). *Desarrollo de productos tipo pancakes a partir de harina de semillas de chía, amaranto y quinua* [UNIANDES]. https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/0aa5323a-d396-4e63-84fa-1561c92e9ac5/content

Dapcevic, T., Pojic, M., Hadnaev, M., & Torbic, A. (2011). The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control. *In Wide Spectra of Quality Control. InTech.* https://doi.org/10.5772/24148

Deves, S. G., & Martínez, P. G. (2019). *Hidratos de carbono nuestra principal fuente de energía*. Badalí. https://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/hidratos-carbono.pdf

Di Geronimo, K., & Manzo, L. (2012). *27 Recetas Fáciles de Brownies (Spanish Edition)* (27 Easy Recipes International, Ed.). Createspace Independent Publishing Platform.

Dinat. (2020). *Harina de Amaranto*. Fatsecret México. https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/dinat/harina-de-amaranto/100g

Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. (2011). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. *MINSA (Ministerio de Salud-Perú)*, *1*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf

Erukainure, O. L., Okafor, J. N. C., Ogunji, A., Ukazu, H., Okafor, E. N., & Eboagwu, I. L. (2016). Bambara–wheat composite flour: rheological behavior of dough and functionality in bread. Food Science and Nutrition, 4(6), 852–857. https://doi.org/10.1002/fsn3.356

FACE. (2024). *Harina de amaranto: tres veces más fibra que la harina de trigo y alto valor nutricional*. Federación de Asociaciones de Celiacos de España (FACE). https://celiacos.org/harina-de-amaranto-tres-veces-mas-fibra-que-la-harina-de-trigo-y-alto-valor-nutricional/

FAO. (2001). *Definición de premezclas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/faoterm/viewentry/es/?entryId=35590

Garcia Hernandez, A., Roldan Cruz, C., Vernon Carter, E. J., y Alvarez Ramirez, J. (2022). Effects of leavening agent and time on bread texture and in vitro starch digestibility. *Journal of Food Science and Technology*, 59(5), 1922–1930. doi: 10.1007/s13197-021-05206-1

Garófalo, J., Ponce-Molina, L., & Abad, S. (2011). Guia del cultivo de trigo. Santa Catalina, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Departamento de Cereales. Obtenido de Guia del cultivo de trigo.

Gilabert, I. (2020). Cereales y pseudocereales, y otras especies. *Sincerealesenlacocina*. https://www.sincerealesenlacocina.com/2020/03/cereales-y-pseudocereales-y-otras.html

Gómez Gordillo, A. M., Anaya González, J. L., Miniet Castillo, A. E., Arcos Montenegro, M. E., & Morán Prado, K. M. (2022). Uso de harina de quinua en la elaboración de brownies como alternativa alimentaria. *Revista Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición*, *13*(1), 1–9.

Gómez, A., Anaya, J., Rodríguez, G., Lechón, A., Perugachi, I., Velásquez, C., Carlos, S., Miniet, A., & Lascano, R. (2022). Efecto glucémico de un pancake funcional elaborado a partir de una mezcla instantánea de avena. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, *26*(3), 1–8.

Gonçalves Reis, C. E., & Dullius, J. (2011). Glycemic acute changes in type 2 diabetics caused by low and high glycemic index diets. *Nutricion Hospitalaria: Organo Oficial de La Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral*, *26*(3), 546–552. https://doi.org/10.1590/S0212-16112011000300017

Grillo, C. (2021). *The History of Boxed Cake Mix | Cook's Illustrated*. America's Test Kitchen. https://www.americastestkitchen.com/cooksillustrated/articles/3334-the-history-of-boxed-cake-mix

Grossi, G. V., Ohaco Domínguez, E. H., & De Michelis, A. (2015). *Determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo Pleurotus ostreatus. Villa Regina,*

Rio Negro, Argentina: Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.Universidad Nacional del Comahue, 25p.

Grupo Superior. (2019). *Premezclas*. https://www.gruposuperior.com/negocios-industriales/pasteleria/premezclas/

Gujral, H. S., Sharma, B., y Khatri, M. (2018). Influence of replacing wheat bran with barley bran on dough rheology, digestibility and retrogradation behavior of chapatti. *Food Chemistry*, 1154–1160. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.042

Gutiérrez Vergaray, K. A., & Tello Echevarría, L. A. (2018). *Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha* [Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624916/Guti%C3%A9rrez_VK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gutiérrez Vergaray, K. A., & Tello Echevarría, L. A. (2018). *Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha*. https://doi.org/10.19083/tesis/624916

Halaye, T. (2024). *Mercado de panadería artesanal por tipo (parcialmente horneado, completamente horneado, otros), por aplicaciones (pan, pasteles y dulces, salados, otros) y región, tendencias globales y pronóstico de 2024 a 2030*. Exactitude Consultancy. https://exactitudeconsultancy.com/es/reports/41018/artisan-bakery-market

Hidalgo Tonato, I. M. (2018). Desarrollo de pre-mezclas pasteleras mediante la creación de recetas maestras y optimización del proceso de molienda de Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda [Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28454/1/AL%20689.pdf

Higa, E. (2023). *What is amaranth flour?* The Coconut Mama. https://thecoconutmama.com/what-is-amaranth-flour/

Higdon, J., Drake, V. J., Delage, B., & Liu, S. (2016). *Glycemic index and glycemic load*. Linus Pauling Institute. https://lpi.oregonstate.edu/mic/food-beverages/glycemic-index-glycemic-load

INEC. (2012a). *Ficha técnica de alimentos: Azúcar de caña en polvo (azúcar impalpable)*. Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas (SIN). https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=23530.01.03

INEC. (2012b). *Vainilla líquida (esencia de vainilla)*. Sistema Integrado de Consultas de Clasificaciones y Nomenclaturas. https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=23928.00.02

Islas-Rubio,A., Hernández-Zepeda, A., Calderón de la Barca, A.M., & Ballesteros-Vásquez, M.N., Granados-Nevárez, M.C., Vásquez-Lara.F. (2012). Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más fibra y menos calorías que los convencionales. *Scielo, 62 (2)*(2), 1-7.

Kamil, K. M., Rohana, A. J., Mohamed, W. M. I. W., & Ishak, W. R. W. (2023). Effect of incorporating dietary fiber sources in bakery products on glycemic index and starch digestibility response: a review. *Nutrire*, *48*(2). https://doi.org/10.1186/s41110-023-

Lanchimba, N. (2021). *Elaboración de productos de repostería bajos en gluten para la implementación en centros educativos rurales* [Universidad Técnica del Norte]. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11908/2/02%20LGAS%20059%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Li, W. (2022). Quality characteristics of sponge cakes made of rice flour under different preservation conditions. *Food Science and Technology*, *42*. https://doi.org/10.1590/fst.02922

Lindarte Artunduaga, J., & Gutiérrez, L.-F. (2019). Effects of replacing fat by betaglucans from Ganoderma lucidum on batter and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, *56*(1), 451–461. https://doi.org/10.1007/s13197-018-3507-1

Luna López, V., López Medina, J. A., Vázquez Gutiérrez, M., & Fernández Soto, M. ª. L. (2014). Hidratos de carbono: actualización de su papel en la diabetes mellitus y la enfermedad metabólica. *Nutricion hospitalaria: organo oficial de la Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral*, *30*(5), 1020–1031. https://doi.org/10.3305/nh.2014.30.5.7475

Luzuriaga. Y. (2016). *Elaboración de premezclas y bases concentradas de pastelería*. Consualionline: Elaboración de Alimentos Procesos de Alimentos para PyMEs. https://consualionline.com/pre-mezclas/

Madueño, J. A. M. (2019). *¿Por qué la harina de trigo debe formar parte de una dieta saludable?* Harinas La Fuensanta/Harinas Convencionales y Ecológicas. https://harinaslafuensanta.com/por-que-la-harina-de-trigo-debe-formar-parte-de-una-dieta-saludable/

Manzo, L., Di Geronimo, K., & 27 Easy Recipes International. (2012). *27 Recetas Fáciles de Brownies*. Createspace Independent Pub.

Menéndez Ventura, J. I., Vera Gómez, L. A., & Tagle Freire, D. (2021). *Desarrollo de un producto de panificación a partir de plátano maduro y cacao proveniente de agricultores asociados* [Escuela Superior Politécnica del Litoral.]. https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54757

Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria-Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos*, *3*, 1–8. https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Industria molinera recorre cultivos de trigo y ratifica compromiso de comprar el producto*. El Nuevo Ecuador. https://www.agricultura.gob.ec/industria-molinera-recorre-cultivos-de-trigo-y-ratifica-compromiso-de-comprar-el-producto/

Montes, G. R. (2024). *Breve historia del porqué al bizcochuelo en caja se le agregan huevos*. Infocielo. https://infocielo.com/sociedad/breve-historia-del-porque-al-bizcochuelo-caja-se-le-agregan-huevos-n737254

Montjoy Astudillo, R. J. (2020). *Emprendimiento de brownies elaborados a base de chocolate para la ciudad de machala en el 2020* [Universidad Técnica de Machala]. https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16001

Moreno Garzón, C. (2023). *Mercado de los brownies moviliza más de $340.000 millones en ventas durante el año*. Diario La República. https://www.larepublica.co/empresas/el-11-de-noviembre-es-el-dia-mundial-de-brownie-un-alimento-que-genera-mas-de-340-000-millones-al-ano-3747258

Morris, R. (2022, octubre 3). *When to use a Bain Marie—or hot-water bath—when baking*. Martha Stewart. https://www.marthastewart.com/8321097/bain-marie-hot-water-bath

Nandan, A., Koirala, P., Dutt Tripathi, A., Vikranta, U., Shah, K., Gupta, A. J., Agarwal, A., & Nirmal, N. (2024). Nutritional and functional perspectives of pseudocereals. *Food Chemistry*, *448*(139072), 139072. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139072

NTE INEN 0518. (1981). *Harinas de origen vegetal. Determinación por perdida de calentamiento.* Instituto Ecuatoriano de normalización. https://archive.org/details/ec.nte.0518.1981/page/n1/mode/2up

NTE INEN 520. (2012). *Harinas de origen vegetal determinación de la ceniza*. Instituto Ecuatoriano de normalización.

NTE INEN 616. (2015). *Harina de Trigo, Requisitos*. Instituto Ecuatoriano de normalización. http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/02/nte-inen-616-4.pdf

USDA. (2018a). *Wheat flour, whole-grain, soft wheat*. U.S. Department of Agriculture (USDA). https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168944/nutrients

Núñez Villacis, G. E. (2021). *Desarrollo de harinas precocidas a partir de pseudocereales andinos de alta digestibilidad proteica* [Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d927cffb-5252-4277-ab42-8b547386919f/content

Nuñez, K. E. (2021). *Lista de alimentos y su Indíce glucémico*. Scribd. https://es.scribd.com/document/535684068/Lista-Alimentos-Indice-Glucemico

Ormachea-Salcedo, P., Navia-Coarite, A., Tarquino-Flores, G., Callejas-Calle, L., Yupanqui-Machaca, C., Latorre-Rada, C., Mamani-Charca, M., & Salcedo-Ortiz, L. (2024). Índice glucémico de cañahua, quinua y de productos enzimáticamente modificados de quinua Jacha Grano. *Rev Esp Nutr Hum Diet*, *28*(1), 1–9. https://renhyd.org/renhyd/article/view/2025

Orús, A. (2023). *Confitería: consumo per cápita en el mundo por segmento 2022*. Statista. https://es.statista.com/estadisticas/1350748/consumo-per-capita-de-confiteria-y-dulces-a-nivel-mundial-por-segmento/

Pak, N. (1997). *Análisis de fibra dietética*. FAO. https://www.fao.org/4/ah833s/ah833s18.htm

Pangrusa. (2019). *Qué es el Brownie, un postre exquisito*. PANGRUSA S. L. https://www.pangrusa.com/que-es-el-brownie-un-postre-exquisito/

Panoff, L. (2020). *5 of the healthiest flours for every purpose*. Healthline. https://www.healthline.com/nutrition/healthiest-flour

Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Vargas, E. A. (2020). Caracterización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y la harina de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) para su industrialización. *Rev.ista Tayacaja*, *3*(1), 1–8. http://file:///C:/Users/HP/Downloads/72-Texto%20del%20art%C3%ADculo-337-1-10-20200713%20(1).pdf

Perez, L. (2022). *Hidratación del pan: cómo afecta el agua a la masa*. Blog Conasi. https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/hidratacion-pan/

Purlis, E. (2010). Browning development in bakery products – A review. *Journal of Food Engineering*, *99*(3), 239–249. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.03.008

Quiros Alpízar, S. M. (2013). *Elaboracion de quequitos libres de gluten a partir de harinas de tiquisque, nampi, arroz, yuca y sus mezclas* [Universidad de Costa Rica]. https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/b058f77a-6f6d-48e0-9492-0f0dafa14545/content

Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (Chenopodium quinoa), kañiwa (Chenopodium pallidicaule) y kiwicha (Amaranthus caudatus). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, *74*(2), 85–99. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2008000200002&script=sci_arttext

Sandoval, G., Álvarez, M., Paredes, M., & Lascano, A. (2012). Estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (Triticum vulgare), cebada (Hordeum vulgare) y papas (Solanum tuberosum) para la utilización en la elaboración de pan. *Scientia Agropecuaria*, *2*, 1–9.

Schmiele, M., Ferrari Felisberto, M. H., Pedrosa Silva Clerici, M. T., & Chang, Y. K. (2017). MixolabTM for rheological evaluation of wheat flour partially replaced by soy protein hydrolysate and fructooligosaccharides for bread production. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie [Food Science and Technology], 76, 259–269*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.014

Scudine, K. G. de O., Castelo, P. M., Hoppe, J. P. M., Portella, A. K., & Silveira, P. P. (2024). Early influences on development of sensory perception and eating habits. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.), 15*(12), 100325. https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100325

Shankar, MU, Levitan, CA, Prescott, J. y Spence, C. (2009). *The influence of color and label information on flavor perception. Chemosensory Perception, 2(2), 53–58.* doi:10.1007/s12078-009-9046-4

Slade, L., Kweon, M., & Levine, H. (2020). Exploration of the functionality of sugars in cake-baking, and effects on cake quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*(2), 283–311. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1729694

Šramková, Z., Gregová, E., & Šturdík, E. (2009). Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 115-138.

Susá Talenti, J. (2018). *Núcleos y Premezclas*. Adilisa. https://www.adilisa.com/productos/nucleos-y-premezclas/

Bolaños. T. (2023). *Se prevé que mercado de premezclas de panadería alcance los 104.18 mdd a 2027*. Technavio. https://www.enalimentos.lat/noticias/6559-se-preve-que-mercado-de-premezclas-de-panaderia-alcance-los-104-18-mdd-a-2027.html

Timm, M., Offringa, L. C., Van Klinken, B. J., & Slavin, J. (2023). Beyond Insoluble Dietary Fiber: Bioactive Compounds in Plant Foods. *Nutrients*, *15*(19), 4138. https://doi.org/10.3390/nu15194138

Toledano, G. (2023). Premezclas: una herramienta clave para la practicidad. *Granotec*. https://www.granotec.com.ec/premezclas-una-herramienta-clave-para-la-practicidad/

USDA. (2018a). *Wheat flour, whole-grain, soft wheat*. U.S. Department of Agriculture (USDA). https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168944/nutrients

USDA. (2019b). *Whole grain amaranth flour*. U.S. Department of Agriculture (USDA). https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/733870/nutrients

Valbuena, J. (2019). *Elaboración de una pre-mezcla para la obtención de brownies mediante microondas a base de polvo de cacao* [Universidad de Cuenca]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31868/1/Trabajo de titulacion.pdf

Vieira, C. R., Alves, É. E., Pinto, M. S., de Oliveira, N. J. F., & Careli, R. T. (2019). *III Simpósio de Engenharia de Alimentos: interdisciplinaridade e inovação na engenharia de alimentos* [Universidade Federal de Minas Gerais]. https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/44512.

Wang, T.-Y., Tao, S.-Y., Wu, Y.-X., An, T., Lv, B.-H., Liu, J.-X., Liu, Y.-T., & Jiang, G.-J. (2022). Quinoa reduces high-fat diet-induced obesity in mice via potential Microbiota-gut-brain-liver interaction mechanisms. *Microbiology Spectrum*, *10*(3), e0032922. https://doi.org/10.1128/spectrum.00329-22

Weber, N. M., & Vasbinder, A. J. (2020). *Agente de batido para su uso en la preparación de coberturas comestibles y un método para preparar dicho agente* (Patent Núm. ES:2794607:T3). En Patent (ES:2794607:T3). https://patents.google.com/patent/ES2794607T3/es

Yoshinori Mine, Guyonnet, V., Hatta, H., Nau, F., & Qiu, N. (Eds.). (2023). *Handbook of egg science and technology*. CRC Press.

Young, L. S., & Cauvain, S. P. (2008). *Productos de panadería. Ciencia, tecnología y práctica*.

Zambrano, F. (2017). Balanza de Humedad por Infrarrojos | Calentamiento por infrarrojos para resultados precisos y rápidos. https://www.mt.com/es/es/home/products/Laboratory_Weighing_Solutions/moistureanalyzer/ir-moisture-balance.html

Zambrano, Z. F. A. (2023). *Brownies a base de chocolate sustituyendo de forma parcial la harina de trigo (Triticum sativum) por harina de quinua (Chenopodium quinoa)* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/items/f0727c46-25d4-4b75-a1f8-0bc0a2ca6537

Zhang, M., Jia, R., Ma, M., Yang, T., Sun, Q., & Li, M. (2022). Versatile wheat gluten: functional properties and application in the food-related industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *63*(30), 10444–10460. https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2078785

Zhang, S., & Mueller, C. (2012). Comparative analysis of volatiles in traditionally cured bourbon and Ugandan vanilla bean (vanilla planifolia) extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(42), 10433–10444. https://doi.org/10.1021/jf3T302615s

ANEXOS

Anexo 1. *Premezclas para brownies*



Premezclas para brownies de los tres diferentes tratamientos cada una de 160.6g

Anexo 2. *Elaboración de brownies a partir de premezclas*

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ingredientes</td><td>Mezcla homogénea de la materia prima para el tratamiento I.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Mezcla homogénea de la materia prima para el tratamiento II.</td><td>Mezcla homogénea de la materia prima para el tratamiento III.</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>Horneo a Baño María</td><td>Brownies de cada tratamiento</td></tr>
</table>

Anexo 3. *Modelo de hoja de catación de brownie hecho a partir de una premezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

TEMA: "Elaboración de una premezcla para brownies a partir de harinas de trigo nacional *(Triticum aestivum L.)*, quinua *(Chenopodium quinua)* y amaranto *(Amaranthus)*"

Nombre:	**Fecha:**

INSTRUCCIONES: las muestras de brownie deben consumirse en orden a la codificación que se evidencia en la hoja de catación, debe marcar con una X en la sección que describa cada atributo.

RECOMENDACIÓN: Después de consumir una muestra tomar un sorbo de agua.

Atributo	**Escala**	**PB-102**	**PB-593**	**PB-323**
COLOR	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			
OLOR	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			
SABOR	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			
TEXTURA	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			

	Me disgusta mucho			
ACEPTABILIDAD	Me gusta mucho			
	Me gusta			
	No me gusta ni me disgusta			
	Me disgusta			
	Me disgusta mucho			

OBSERVACIONES:

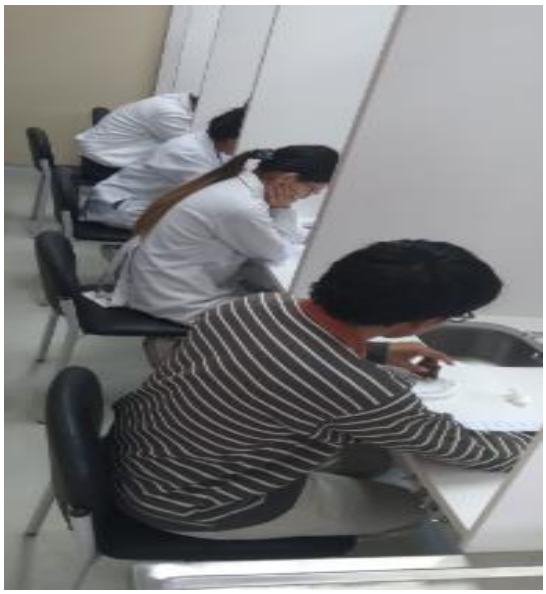
……

……..

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 4. *Evaluación sensorial de brownies de los tres diferentes tratamientos*

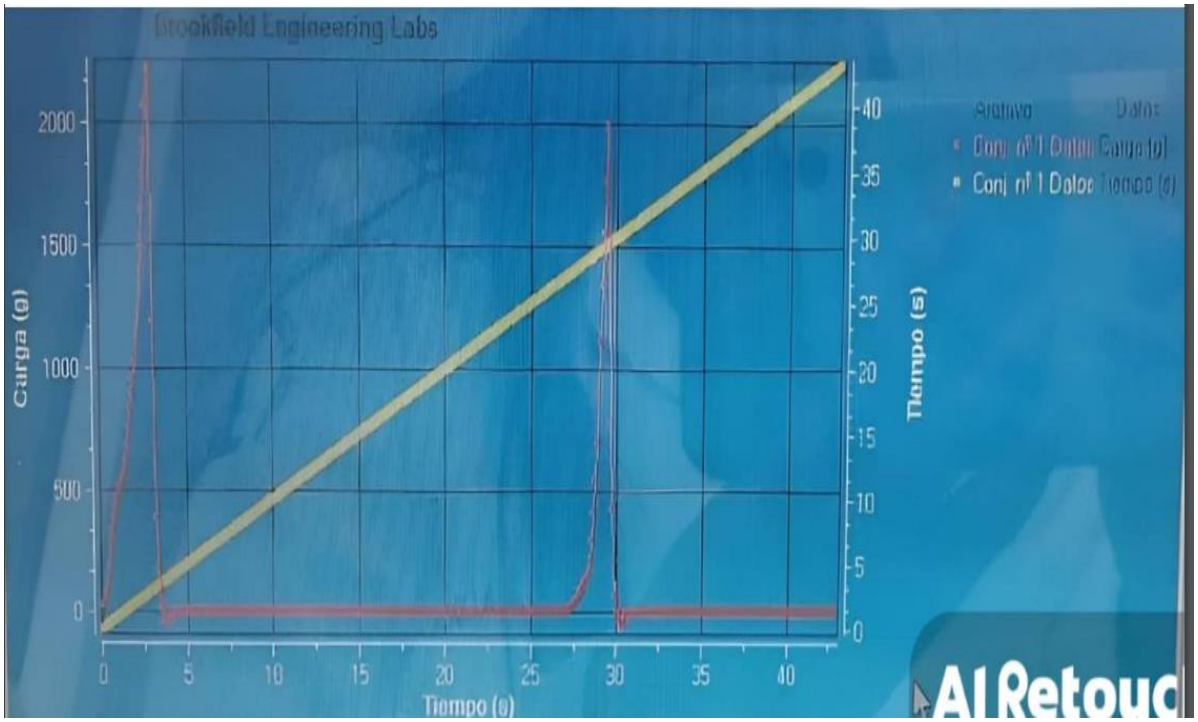




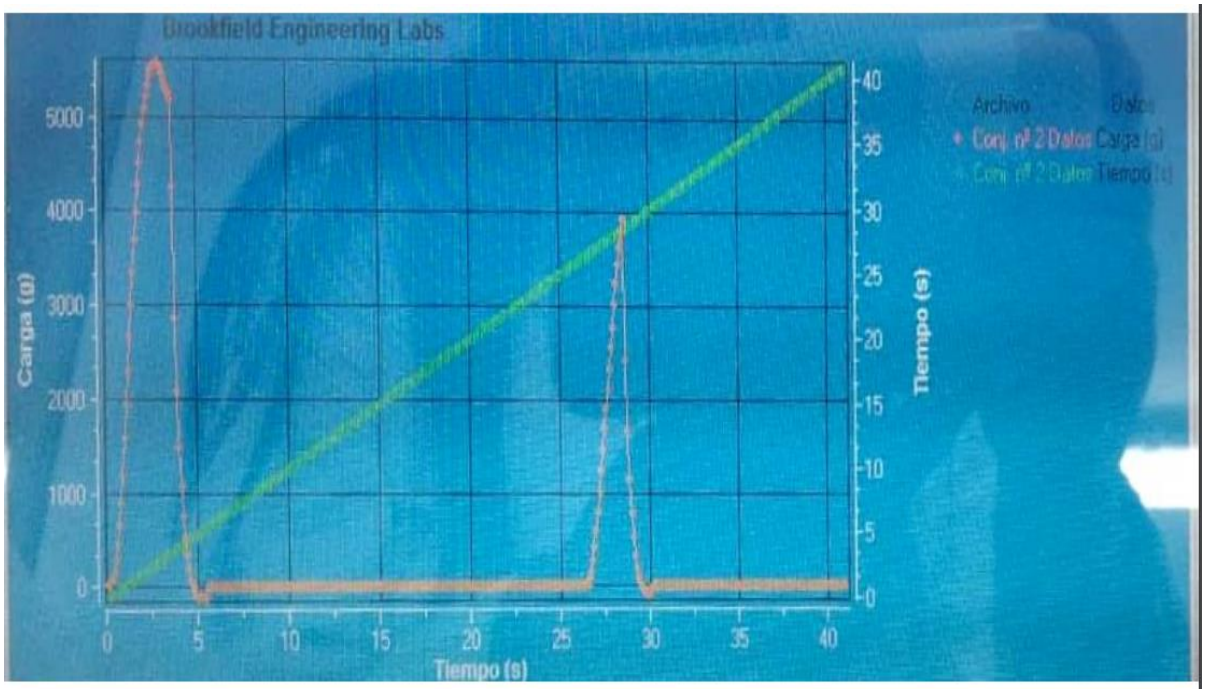
Anexo 5. *Análisis técnico-funcionales*

Anexo 5.1 *Análisis de textura del brownie de mejor tratamiento (T2)*

Perfil de textura del Brownie de mejor tratamiento (T2)



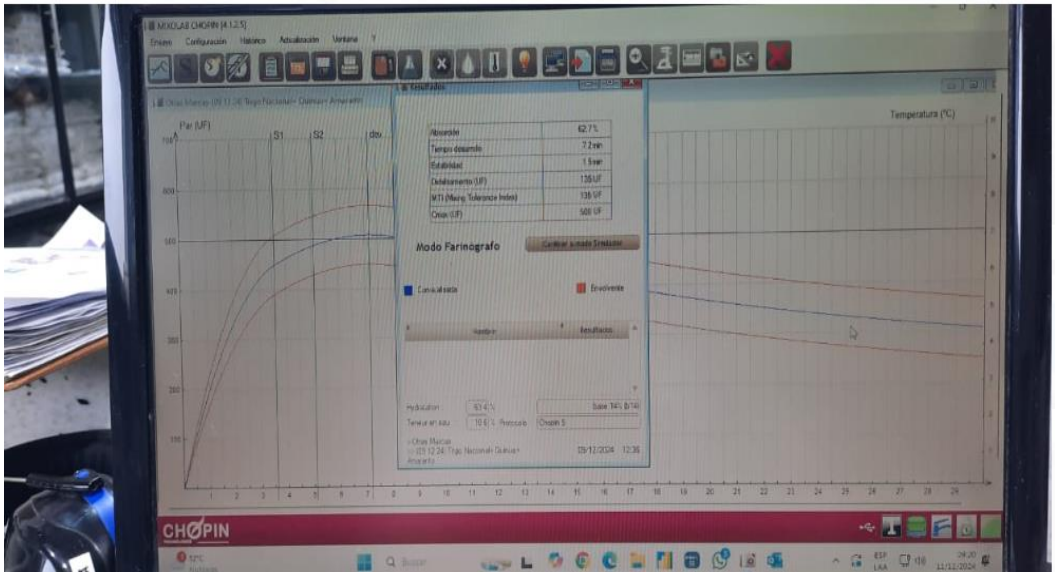
Perfil de textura del Brownie Clásico (Blanco)



Anexo 5.2 *Equipo Mixolab de la empresa "Miraflores"*

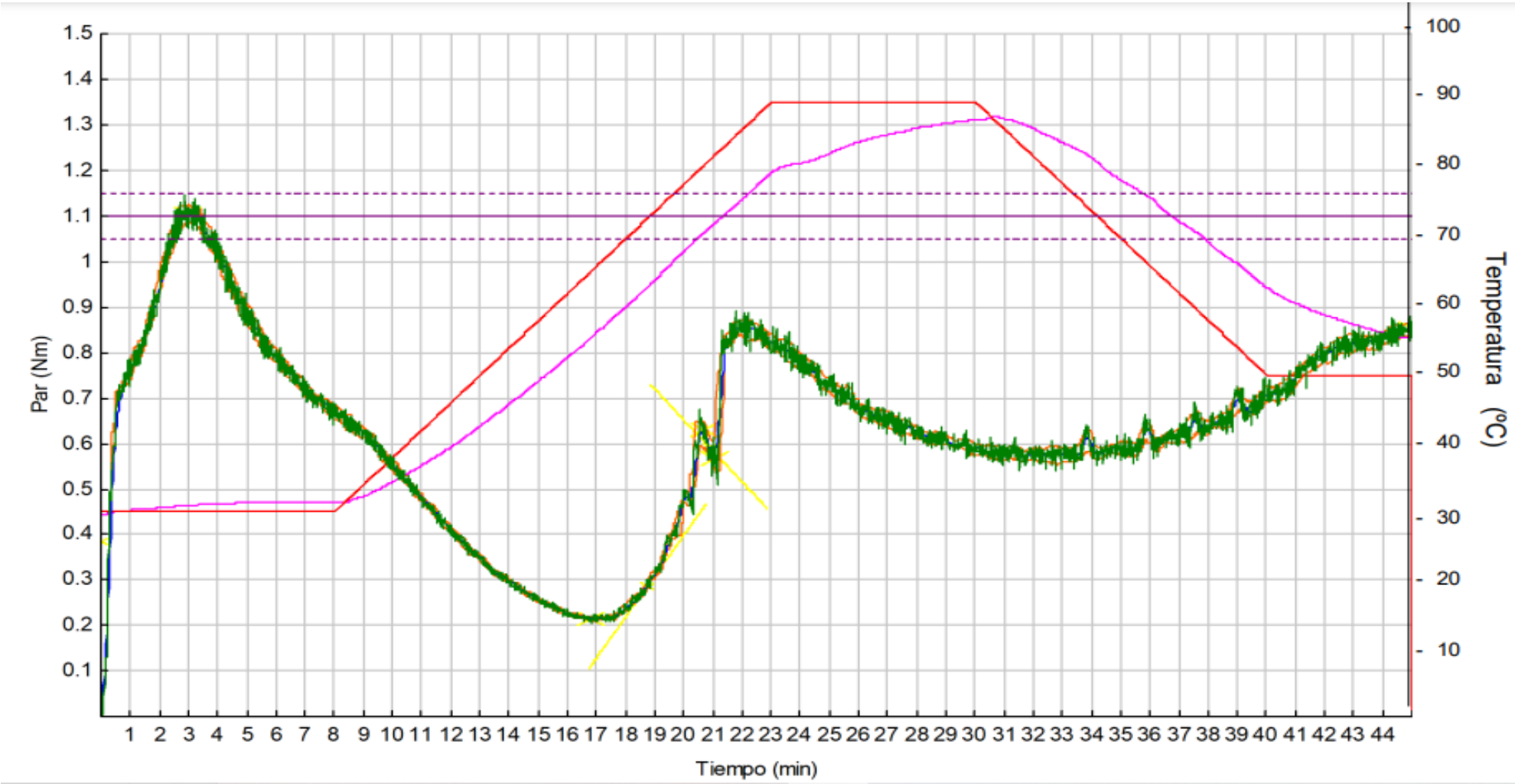


Mixolab de CHOPIN Technologies



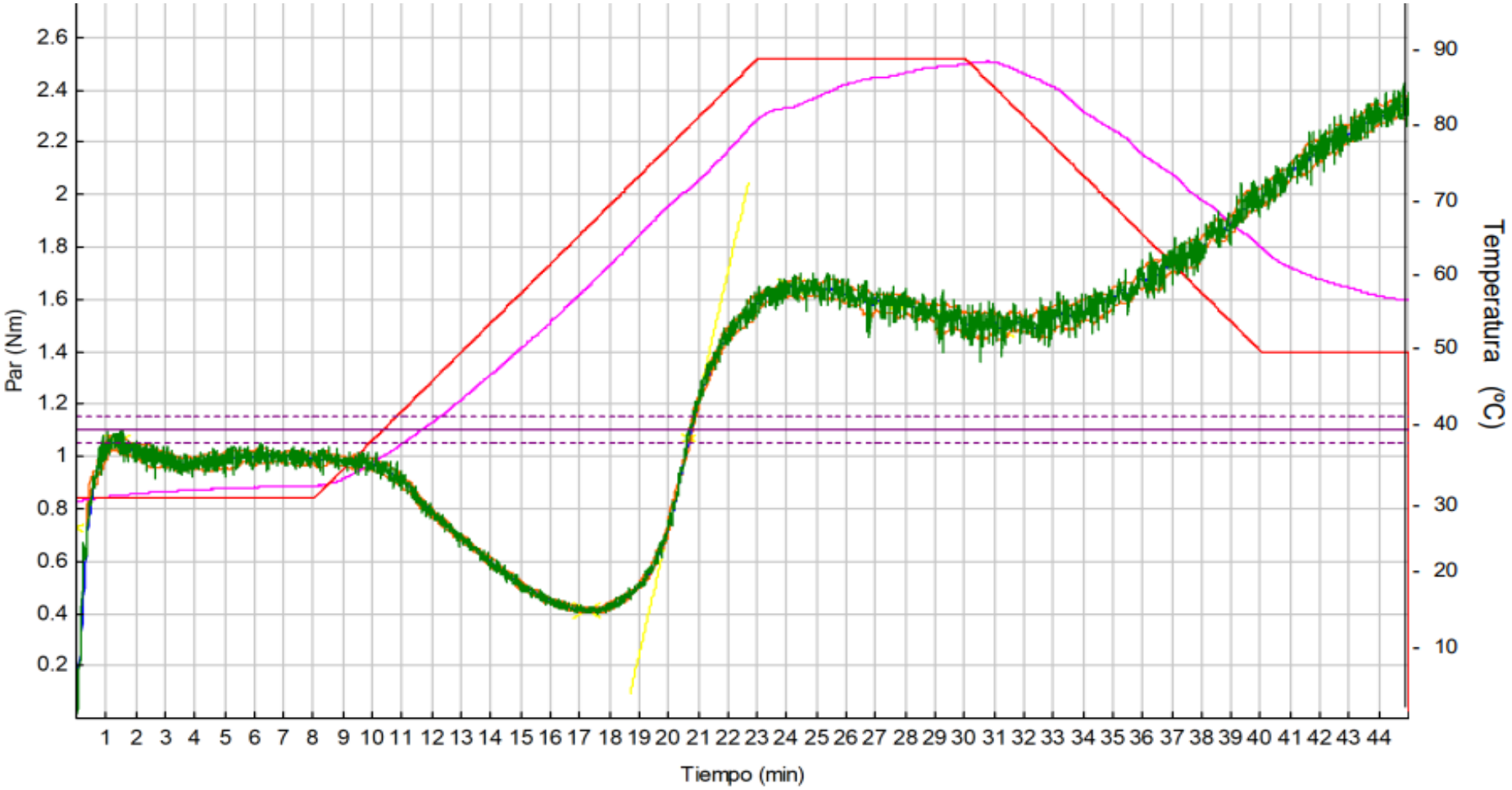
Desarrollo del análisis mixográfico

Anexo 5.3 *Análisis de la calidad de la masa del mejor tratamiento (T2)*



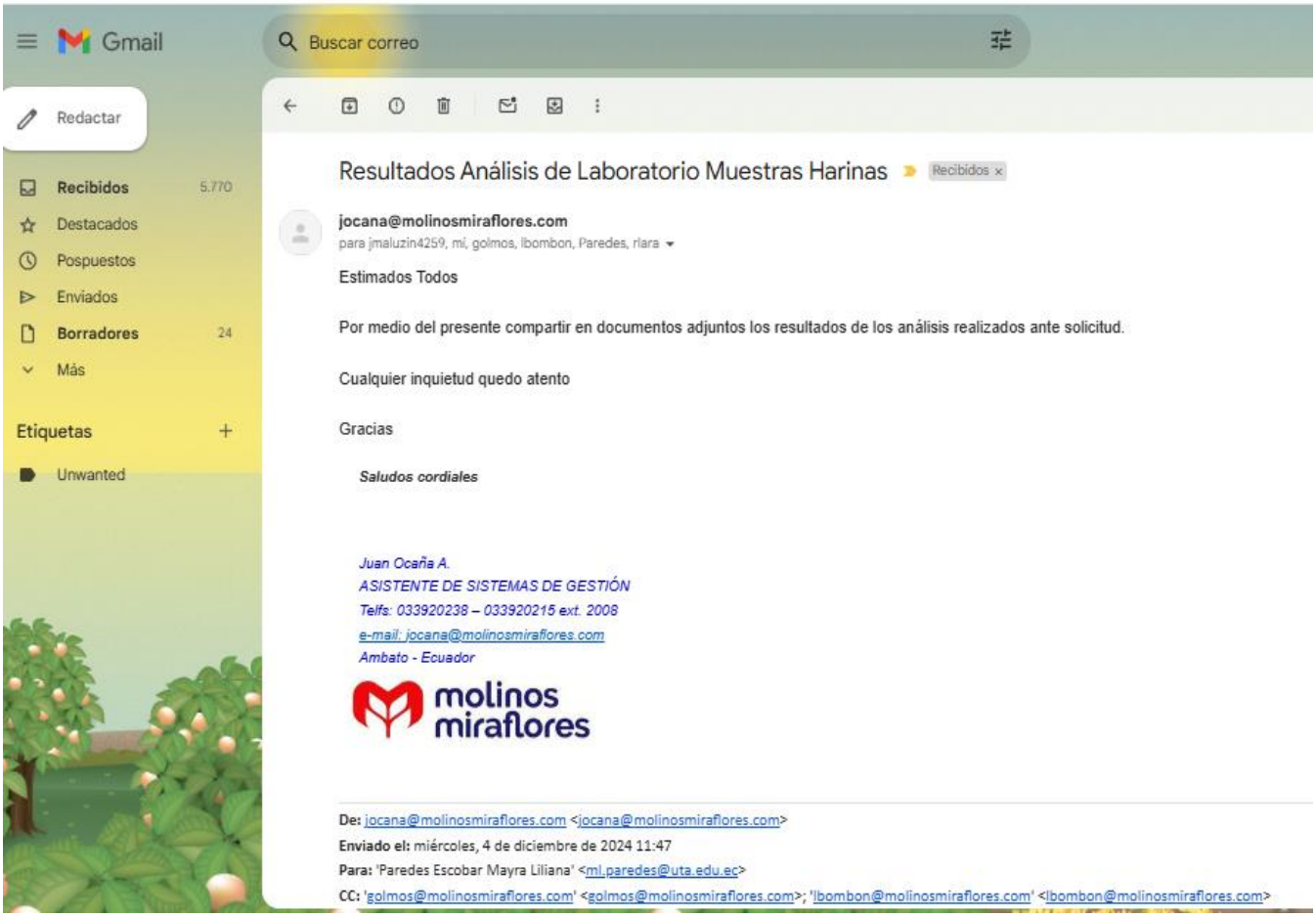
Nota: El presente anexo corresponde a una mezcla de harinas de trigo nacional, quinua y amaranto

Anexo 5.4 *Análisis de la calidad de la masa de un brownie clásico (blanco)*



Nota: El presente anexo corresponde a una harina de trigo comercial, comúnmente empleada para postres como los brownies

Anexo 5.5. Evidencia de colaboración del análisis mixográfico por parte de la empresa “Miraflores”



Anexo 6. *Determinación de humedad, ceniza, proteína y grasa del brownie de mejor tratamiento (T2)*

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis de humedad</td><td>Análisis de ceniza</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Análisis de grasa</td></tr>
</table>

Anexo 7. *Certificado LACONAL de análisis de grasa, proteína y fibra dietética del brownie de mejor tratamiento (T2)*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

LACONAL

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01511

Certificado No: 24-167			
Solicitud Nº: 24-167			Pág.:1 de 1
Fecha recepción:	13 de Noviembre de 2024	Fecha de ejecución de ensayos: 18 al 22 de Noviembre de 2024	
Información del cliente:			
Empresa:		C.I./RUC:	1850114259
Representante:	Jenifer Maliziin	Tlf:	980946476
Dirección:	Ambato	Email:	jmaliziin4259@uta.edu.ec
Ciudad:	Ambato		
Descripción de las muestras:			
Producto:	Brownie de Harinas: Trigo Nacional, Quinua y Amaranto	Peso:	100g cada muestra
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase:	funda aluminizada
Lote:	n/a	No de muestras:	una
F. Elb.:	12 de noviembre de 2024	F. Exp.:	n/a
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab:	15 días
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 12 de noviembre de 2024	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Brownie de Harinas: Trigo Nacional, Quinua y Amaranto	16724382	Ninguno	Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6.25)	8,22
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed 22, 2023 2003.06	%	28,0
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29 Ed. 22, 2023	%	3,73

Condc. Ambientales: 21.0°C, 53.0%HR

Ing. Gladys Rosero
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 25 de Noviembre de 2024

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio no responsabiliza cualquier uso de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción en Hoja de Serie y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está entregando es confidencial, exclusivamente para su destinatario y no puede ser circulada. El cual no es el destinatario del este informe es consecuentemente advertido inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionado según el proceso legal pertinente."

UTA

Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. los Guaytambos & Río Payamino
Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
Tel: (593) 03 2400987 ext. 4011, 4018 http://ciencias.uta.edu.ec laconal@uta.edu.ec

Anexo 8. *Certificado LACONAL de análisis de fibra cruda del brownie de mejor tratamiento (T2)*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

01526

Certificado No: 24-182			
Solicitud N°: 24-182			Pág.:1 de 1
Fecha recepción:	02 de Diciembre de 2024	Fecha de ejecución de ensayos: 02 al 04 de Diciembre de 2024	
Información del cliente:			
Empresa:		C.I./R.U.C:	1850414259
Representante:	Jenifer Maluzin	Tlf:	980946476
Dirección:	Ambato	Email:	jmaluzin4259@uta.edu.ec
Ciudad:	Ambato		
Descripción de las muestras:			
Producto:	Brownie de Harinas: Trigo Nacional, Quinua y Amaranto	Peso:	100g
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase:	funda plástica
Lote:	n/a	No de muestras:	una
F. Elb.:	28 de noviembre de 2024	F. Exp.:	n/a
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab:	15 días
Cierres seguridad: Ninguno: X Inactor: Roscs:		Muestreo por el cliente:	28 de Noviembre de 2024

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Brownie de Harinas: Trigo Nacional, Quinua y Amaranto	18224412	Ninguno	Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	27,6
			Fibra cruda, Gravimetría	INEN 522	%	1,01

Condc. Ambientales: 21.0°C; 52,0%HR

Ing. Gladys Rosero
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI

Fecha de emisión del certificado: 05 de Diciembre de 2024

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio no responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no se responsabiliza por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se cita en este documento es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser circulada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el principio de legal permisión."