



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN DE UNA GOMA COMESTIBLE MEDIANTE
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum
Aestivum*) POR HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum Tuberosum*)”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: DOMÉNICA GISELL MUÑOZ CHAFLA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN DE UNA GOMA COMESTIBLE MEDIANTE
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum
Aestivum*) POR HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum Tuberosum*)”**

Trabajo de Integración curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: DOMÉNICA GISELL MUÑOZ CHAFLA

DIRECTOR: ING. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO M.Sc.

Riobamba – Ecuador

2022

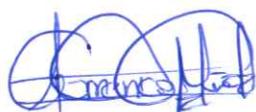
© 2022, **Doménica Gisell Muñoz Chafla**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, DOMÉNICA GISELL MUÑOZ CHAFLA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de diciembre de 2022



Doménica Gisell Muñoz Chafra

C.I: 060481951-6

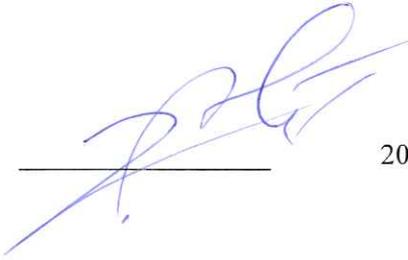
DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi Padre, mi mejor amigo, mi guía y dueño de todos mis triunfos que hasta el día de hoy me ha acompañado. A mis padres Juan y Fanny quienes se merecen este título porque con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades y sobre todo me han enseñado que tengo un Padre en el Cielo que me cuida y me protege en mi camino. A mis hermanos Diego, Jhonatan y Juan por su amor y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia especialmente a mi tía Anita quien me ha motivado a seguir esta carrera, a mi todas mis tías y primas quienes han sido como mis segundas madres, sin olvidar Elvita, Silvita, Mayrita, y tíos, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Dome

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **“ELABORACIÓN DE UNA GOMA COMESTIBLE MEDIANTE SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum Tuberosum*)”**, ha sido minuciosamente realizado por la señorita: **DOMÉNICA GISELL MUÑOZ CHAFLA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Julio Mauricio Oleas López, M.Sc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-16
Ing. Iván Patricio Salgado Tello, M.Sc. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-16
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores, M.Sc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-12-16

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios nuevamente, quien con su bendición desde el cielo llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de la Facultad de Ciencias Pecuarias, a mi tutor Ing. Iván Salgado por confiar en mí quien con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional. Sin olvidar a mis amigos excepcionales e incondicionales Grasy, Greys, Jhona y Alejandro, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a toda mi familia.

Dome

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Mashua (<i>Tropaeolum Tuberosum</i>).....	5
2.1.1. Generalidades.....	5
2.1.2. Composición nutricional.....	5
2.1.3. Fibra dietética.....	6
2.1.4. Fructooligosacáridos.....	7
2.2. Industrialización de la mashua.....	7
2.2.1. Harina de mashua.....	8
2.2.1.2. Reología en harinas.....	10
2.2.1.3. Propiedades reológicas en harinas.....	10
2.2.1.4. Índice de Viscosidad.....	11
2.2.1.5. Índice de Retrogradación.....	11
2.2.2. Confitería a base de mashua.....	12
2.2.2.1. Clasificación de confitería.....	12
2.3. Gomas comestibles.....	12
2.3.1. Definición.....	12
2.3.2. Clasificación de las gomas comestibles.....	13

2.4.	Gomas comestibles a base de almidón y derivados	13
2.4.1.	<i>Materias primas para la elaboración de gomas comestibles</i>	14
2.4.2.	<i>Composición de las gomas comestibles</i>	14
2.5.	Azúcares universales para la elaboración de gomas comestibles	15
2.5.1.	<i>Definición</i>	15
2.5.2.	<i>Clasificación</i>	15
2.5.2.1.	<i>Sacarosa</i>	15
2.5.2.2.	<i>Jarabe de maíz alta fructosa</i>	15
2.5.3.	<i>Formación bioquímica de una goma comestible a base de almidón y azúcares</i>	16
2.5.4.	<i>Jellies de almidón de yuca y azúcares</i>	18
2.6.	Desarrollo económico de la confitería	19

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.	Localización y duración del experimento	20
3.2.	Unidades experimentales	20
3.3.	Materiales, equipos, reactivos e insumos	20
3.3.1.	<i>Materiales</i>	20
3.3.1.1.	<i>De campo</i>	20
3.3.1.2.	<i>De laboratorio</i>	20
3.3.2.	<i>Equipos</i>	21
3.3.2.1.	<i>De laboratorio</i>	21
3.3.3.	<i>Reactivos</i>	21
3.3.4.	<i>Insumos</i>	22
3.3.5.	<i>Tratamiento y diseño experimental</i>	22
3.3.6.	<i>Mediciones experimentales</i>	23
3.3.6.1.	<i>Análisis reológicos (Norma ICC- 173)</i>	23
3.3.6.2.	<i>Análisis físicoquímicos INEN 2217:2012</i>	23
3.3.6.3.	<i>Análisis microbiológicos</i>	23
3.3.6.4.	<i>Análisis sensorial</i>	23
3.3.6.5.	<i>Evaluación económica</i>	23
3.4.	Análisis estadísticas y prueba de significancia	23
3.5.	Procedimiento experimental	24
3.6.	Metodología de evaluación	27
3.6.1.	<i>Análisis caracterización reológica en harina de mashua y harina de trigo</i>	27

3.6.2. Análisis de gomas elaboradas - NTE INEN 2217:2012	28
3.6.2.1. <i>Humedad (NTE INEN 265)</i>	28
3.6.2.2. <i>Sacarosa (NORMA AOAC 930.36)</i>	28
3.6.2.3. <i>Fibra bruta (NTE INEN 1529-10)</i>	28
3.6.2.4. <i>Análisis microbiológico (NTE INEN 1529-10)</i>	29
3.6.2.5. <i>Prueba de aceptabilidad (Norma ISO 8586-1)</i>	30

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1. Caracterización reológica de la harina de mashua y harina de trigo	31
4.1.1. <i>Índice de Absorción de Agua</i>	31
4.1.2. <i>Índice de Viscosidad</i>	32
4.1.3. <i>Índice de Retrogradación</i>	32
4.1.4. <i>Comportamiento reológico en los diferentes niveles de mashua</i>	33
4.1.4.1. <i>Estabilidad</i>	34
4.1.4.2. <i>C1: Desarrollo de la masa</i>	35
4.1.4.3. <i>C2: Debilitamiento de las proteínas</i>	35
4.1.4.4. <i>C3: Gelatinización del almidón</i>	35
4.1.4.5. <i>C4: Actividad amilásica</i>	35
4.1.4.6. <i>C5: Retrogradación del almidón</i>	36
4.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de las gomas elaboradas en relación 1:1, 2:1, 1:2	36
4.2.1. <i>Humedad</i>	37
4.2.2. <i>Sacarosa</i>	38
4.2.3. <i>Fibra</i>	39
4.2.4. <i>Análisis microbiológicos</i>	40
4.2.5. <i>Análisis sensorial</i>	41
4.3. Los costos de producción y el índice beneficio costo del producto	42
4.3.1. <i>Análisis económico</i>	42
4.3.1.1. <i>Costo de producción</i>	42
4.3.1.2. <i>Beneficio/Costo</i>	42
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Composición general y bromatológica de la mashua por 100 gramos	6
Tabla 2-2:	Composición nutricional de gomas comestibles.....	7
Tabla 3-2:	Composición del valor nutricional de la harina de mashua y harina de trigo.....	8
Tabla 4-2:	Puntajes de los índices de absorción de agua, viscosidad y retrogradación	11
Tabla 5-2:	Clasificación según su estructura	12
Tabla 6-2:	Clasificación composición de las gomas	13
Tabla 1-3:	Tamaños de la Unidad Experimental.....	22
Tabla 2-3:	Esquema del Adeva.	24
Tabla 3-3:	Formulaciones del producto a elaborar.	25
Tabla 4-3:	Recuento microbiológico según las indicaciones de la norma	29
Tabla 1-4:	Índices reológicos en diferentes niveles de adición de harina de mashua	31
Tabla 2-4:	Resultados obtenidos de Mixolab Standard de los diferentes niveles de harina de mashua	33
Tabla 3-4:	Resultados obtenidos de los parámetros bromatológicos de los diferentes niveles de mashua	36
Tabla 4-4:	Resultados microbiológicos del producto elaborado.....	40
Tabla 5-4:	Resultados de la prueba hedónica en las gomitas elaboradas.....	41
Tabla 6-4:	Análisis económico de la elaboración de una gomita comestibles en diferentes niveles de mashua	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Mashua.....	5
Ilustración 2-2:	Producción harina de mashua	8
Ilustración 3-2:	Enlaces de la amilosa y amilopectina	9
Ilustración 4-2:	Formación del hidrogel en el almidón	16
Ilustración 5-2:	Formación hidrofílica de la mezcla.....	17
Ilustración 6-2:	Hidrólisis completa del almidón y los azúcares.....	17
Ilustración 7-2:	Almidón pregelatinizado.....	17
Ilustración 1-3:	Diagrama de flujo para la harina de mashua.....	24
Ilustración 2-3:	Diagrama de flujo del producto a elaborar.....	26
Ilustración 1-4:	Comportamientos reológicos en diferentes niveles de harina de mashua.....	31
Ilustración 2-4:	Comportamiento en la estabilidad en los diferentes niveles de harina de mashua.....	34
Ilustración 3-4:	Comportamiento de las curvas de Mixolab en los diferentes niveles.....	34
Ilustración 4-4:	Comportamiento del contenido de humedad en las gomitas comestibles.....	37
Ilustración 5-4:	Comportamiento del contenido de sacarosa en las gomitas comestibles.....	38
Ilustración 6-4:	Comportamiento del contenido de fibra en las gomitas comestibles.....	39
Ilustración 7-4:	Preferencia de las gomas elaboradas en los diferentes niveles de harina de mashua.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

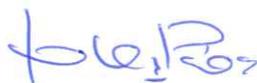
- ANEXO A:** ANÁLISIS REOLÓGICOS
- ANEXO B:** ELABORACIÓN DEL PRODUCTO
- ANEXO C:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
- ANEXO D:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- ANEXO E:** ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO B:** RESULTADOS ESTADÍSTICOS

ABSTRACT

The present research work was to industrialize the mashua for the elaboration of edible gummies by partial substitution of mashua and wheat flour with levels of 0%, 25%, 50%, and 75% of mashua flour. Experimental measurements were carried out using a completely randomized design (CRD) of 4 treatments and four replicates. The physical-chemical analysis of the product was carried out using the Ecuadorian technical standard NTE INEN 2217: 2012. The rheological properties of the mashua and wheat flour were characterized using MIXOLAB STANDARD, i.e., physicochemical characteristics such as moisture, sucrose, and fiber, microbiological analyses such as molds and yeasts, and finally, the cost-benefit analysis. The experimental results were subjected to Analysis of Variance (ADEVA) and separation of means by Tukey ($P < 0.05$). In the physicochemical parameters, highly significant differences ($P < 0.01$) were found in sucrose and fiber, while statistical differences ($P < 0.05$) were found in moisture. The treatment with 75% mashua flour was the one that obtained the best characteristics since it fulfills the standard for the elaboration of edible gummies (INEN 2217:2012). In the microbiological analysis, all samples were within the lower range of 101 CFU / g the established requirements. The amount of fiber in the edible gummies was 0.7 due to the content of mashua flour. As for the sensory analysis, the treatment that used 0% and 75% mashua flour had greater consumer acceptance because it presented better organoleptic characteristics. Therefore, it is recommended to use 75% mashua flour percentages in elaborating edible gummies since it presents the best physicochemical parameters (fiber, moisture, and sucrose) and great sensory acceptance.

Keywords: <MIXOLAB> <REOLOGICAL> <SACCAROSE> <FIBER> <MASHUA>.

0757-DBRA-UTP-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

0602698904

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue industrializar la mashua para la elaboración de una gomita comestible por sustitución parcial de harina de mashua y trigo, con niveles del 0%, 25%, 50% y 75 % de harina de mashua. Las mediciones experimentales se desarrollan mediante un diseño completamente al azar (DCA) el mismo consta de 4 tratamientos, 4 repeticiones. Para los análisis físicos químicos del producto se llevó a cabo mediante la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2217: 2012. Se caracterizó las propiedades reológicas en la harina de mashua y trigo mediante MIXOLAB STANDARD, las características fisicoquímicas como son: humedad, sacarosa y fibra, los análisis microbiológicos como es: mohos y levaduras y por último el análisis costo – beneficio. Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos: Análisis de Varianza (ADEVA), separación de medias por Tukey ($P < 0,05$). Encontrándose en los parámetros fisicoquímicos que existen diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en la sacarosa y fibra, mientras que en la humedad se encontró diferencias estadísticas ($P < 0,05$). Siendo el tratamiento con 75% de harina de mashua el que obtuvo mejores características, ya que este se encuentra dentro de la norma para la elaboración de gomitas comestibles (INEN 2217:2012). En los análisis microbiológicos todas las muestras se encuentran dentro del rango menor 101 UFC /g, cumpliendo con los requisitos establecidos. La cantidad de fibra en la gomita comestible fue de 0.7, debido al contenido de harina de mashua. En cuanto al análisis sensorial, utilizando 0% y 75% de harina de mashua a se tuvo una mayor aceptación por parte de los consumidores debido a que presentó mejores características organolépticas. Por lo que se recomienda utilizar porcentajes de harina de mashua al 75% en la elaboración de gomitas comestibles, ya que presentó los mejores parámetros fisicoquímicos (fibra, humedad y sacarosa) y una gran aceptación sensorial.

Palabras clave: <MIXOLAB> <REÓLOGICAS> <SACAROSA> <FIBRA> <MASHUA>



Handwritten signature in blue ink over a faint circular stamp.

0757-DBRA-UTP-2023



INTRODUCCIÓN

En el mercado mundial de la confitería comprende toda una línea de dulces que van a la tendencia de mayor consumo, que son procesados a base de sacarosa y una amplia variedad de ingredientes y aditivos. El consumo de golosinas se considera permanente y se calcula alrededor de los 2,4 kilogramos por persona al año (Pasquel., 2013, p.11). Se proyecta que el mercado mundial de gomitas y gelatinas registrará un crecimiento significativo, alcanzando una TCAC del 4% entre 2016 y 2022 (Yurivilca et al., 2019, p.45-46).

En la industria de la confitería es elaborado por algunas combinaciones de azúcares entre ellas como la glucosa, sacarosa y fructosa. Los productos que se destaca las gomas comestibles, según la norma mencionada (*NTE INEN 2217, 2012*) “son productos obtenidos por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos”. Las gomitas están sometidas a cocción en altas temperaturas, además en los últimos años se han mostrado resultados donde se busca obtener sustitutos adecuados para el agar dando su capacidad de gelificación, entre ellos se encuentran los almidones nativos que se utilizan en la industria alimentaria, son capaces de regular y estabilizar así dando propiedades espesantes y gelificantes (Martin et al., 2012, pp.2-3).

La propuesta es utilizar el almidón que representa entre el 67-68 % del grano entero de trigo y entre el 78-82 % de la harina producida a partir de la molienda, por ello en el proyecto de investigación se ha decidido utilizar las harinas de trigo y mashua (Barrero., 2014, p.7)

En la actualidad, es incontable conocer su área cultivada y producción porque existe escasez de agricultores se dedican todavía al cultivo de mashua. La mashua (*Tropaeolum Tuberosum*), es un tubérculo que se origina en los Andes específicamente en los países de Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia. Este tubérculo posee un alto contenido de almidón, además contiene aminoácidos esenciales y es rico en vitaminas C y B, tiene un alto contenido de fibra, su valor nutritivo supera el de algunos cereales, además tiene propiedades medicinales. En el Ecuador la mashua, es cultivada en pequeñas cantidades de producción, y es asociado con el melloco, oca y papas nativas (Samaniego., 2010, p.17)

Además, se basa en tecnología alimentaria sobre las propiedades reológicas y la textura en las harinas definen la influencia de los diferentes componentes, por ello permite el control de calidad del producto final y orienta el diseño y la adaptación de nuevas tecnologías de proceso. Este proyecto de integración curricular presenta algunos capítulos divididos, como es el caso del primer capítulo plantear, justificar y analizar el tema central de investigación, las generalidades de la mashua y los objetivos que se ha planteado, el segundo capítulo se basa en el marco

teórico y su adaptación del almidón, en el tercer capítulo habla todo lo que se trata del marco metodológico en donde se explica la elaboración el producto que materiales y equipos fueron utilizados, la formulación, cuantos tratamientos se elaboró y los análisis que se han planteado para ver la calidad de la materia prima en el proceso tecnológico de elaboración del producto, análisis bromatológicos, análisis microbiológicos, análisis sensoriales y por último el ultimo capítulo está basado en los resultados que brindo la investigación.

Con esta idea futura de emprendimiento permitirá dar a conocer la mashua con un valor agregado mediante un procedimiento accesible y aplicable en cualquier persona como es goma comestible por lo cual es ayuda al desarrollo de un nuevo producto novedoso y original ya que no existe en el mercado un producto similar

CAPITULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente cualquier tipo de almidón que proviene de la harina se encuentra como una fuente de alimentación barata y demandada en la industria, posee grandes beneficios. La propuesta es utilizar el almidón que representa entre el 67-68 % del grano entero de trigo y entre el 78-82 % de la harina producida a partir de la molienda, por ello en el proyecto de investigación se ha decidido utilizar las harinas de trigo y mashua (Barrera., 2014, p.7)

La harina de mashua tiene un gran valor nutricional, además de poseer la capacidad de hinchamiento que hace que el alimento sea viscoso, que a partir de esa propiedad nace una idea al desarrollar un nuevo producto, evitando que sea desplazado de las áreas de cultivo. De esta manera, ayudan a mejorar las características organolépticas y propiedades de textura en diferentes alimentos y aplicaciones agroindustriales; al obtener harina no convencional tienen características reológicas dependiendo en el contenido de amilosa y amilopectina, distribución del tamaño del gránulo, concentración de almidón y entre otras (Bernabé & Cancho., 2017, p. 12-15).

Estas características funcionales o llamadas también propiedades reológicas en el almidón dan el poder de espesamiento, viscosidad, gelificante y retención de agua, etc. que necesitan cumplir con ciertas características para resistir a la exposición a altos esfuerzos de corte, altas temperaturas, descomposición térmica, pH extremos y baja tendencia a la retrogradación (García., 2016, p. 3).

Por lo cual, ante la escasa investigación de las características reológicas nace la idea de determinar la harina de mashua en diferentes sustituciones parciales por la harina de trigo para encontrar la eficacia en la calidad estructural (estabilidad, viscosidad, firmeza, etc.) que necesita una gomita a base de estas harinas que dentro de su composición se encuentra el almidón, posteriormente, con la información necesaria poder realizar formulaciones adecuadas en otros futuros productos agroindustriales como es galletas, snacks, pastas y demás, para incentivar el consumo de la mashua.

1.2. Justificación

La mashua ha sido severamente desplazada en las áreas de cultivo campesino, porque no es requerido en la industria alimentaria para darle una transformación o un valor agregado. Estas materias primas se pueden utilizar en su alta concentración en harinas, las mismas tiene

múltiples aplicaciones como el almidón especialmente en la panificación, pastas y la extracción de alcohol por efecto de la fermentación, confitería, etc. (Guerra et al., 2022, pp. 4-7). La oportunidad para desarrollar gomitas comestibles a base de almidón representa una opción de desarrollo en el precio de producción, ya que la mayoría representa gomitas son importada. Dentro de la tecnología alimentaria algunas industrias han querido abaratar costos de forma, que ya no se utilice las gomas tradicionales: Arábiga, Xantan, Agar- Agar, entre otras, pero que esta gelatinización este dentro del concepto “gomita”, una nueva opción que está dentro de la norma es los almidones.

Dentro de los almidones existe investigaciones con tubérculos andinos como es la mashua que ayuda a la formación del gel y posee un alto contenido de amilopectina que va a ayudar en su estructuración para el alimento que se desea elaborar (Samaniego., 2010, p.17).

En cuanto a las propiedades reológicas de la masa pueden predecir el comportamiento del producto, es necesario conocer, determinar y comparar con la harina convencional como es la del trigo y no convencional como la mashua, esta variable de estudio nos va a ayudar a controlar la calidad estructural del producto final en la viscosidad, absorción de agua y retrogradación durante el proceso de la elaboración del alimento deseado, la orientación del diseño y la adaptación de nuevas tecnologías de proceso.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Elaborar una goma comestible mediante sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) en relación 1:1, 2:1, 1:2

1.3.2. Específicos

- Determinar y comparar el comportamiento reológico de la harina de trigo y mashua
- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de las gomas elaboradas en relación 1:1, 2:1, 1:2
- Establecer los costos de producción y el índice beneficio costo del producto en estudio.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mashua (*Tropaeolum Tuberosum*)

2.1.1. Generalidades

El nombre científico es *Tropaeolum Tuberosum*, es un tubérculo clasificado como planta herbácea que inicialmente crece erecto, luego se vuelve semidecumbente y trepa, a veces a través de tallos palpables. Sus flores son solitarias y surgen de las hojas (Urresta., 2010, p. 4).

Sus tubérculos comestibles, fragantes y ligeramente picantes miden de 5 a 15 cm de largo. Como se observa en la Figura 1, tienen cogollos profundos, cónicos y alargados. mashua tolera bajas temperaturas de 12 a 14 °C. Es tolerante a las heladas y el rango de temperatura puede variar de 4°C a 20°C. Los tubérculos tienen una textura arenosa y contienen 15% de proteínas, 5% de carbohidratos y 80% de agua. Mashua es muy rústica y se puede cultivar en suelos pobres sin fertilizantes ni pesticidas artificiales e incluso en estas condiciones puede producir el doble de rendimiento que las papas (Urresta., 2010, p. 4).



Ilustración 1-2: Mashua

Fuente: PROMPERU, 2017

2.1.2. Composición nutricional

La mashua tiene un contenido alto de almidón, un balance apropiado de aminoácidos esenciales y es rico en vitaminas C y B. Su valor nutritivo supera el de algunos cereales y de la papa. Alto contenido de proteínas, carbohidratos, fibras y calorías (Espín., 2013, p.18), como se indica en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Composición general y bromatológica de la mashua por 100 gramos

Componentes	Porcentajes
Valor energético (Cal)	50%
Humedad (%)	87.4%
Proteína	15%
Grasa	0.7%
Hidratos de carbonos totales (g)	9.8%
Fibras (g)	0.9%
Cenizas (g)	0.6%
Calcio (mg)	12.0%
Fosforo (mg)	29%
Hierro (mg)	1%
Vitamina A (mg)	12%
Tiamina (mg)	0.10%
Riboflavina (mg)	0.12%
Niacina (mg)	0.67%
Acido ascórbico (mg) Vit C	77.5%

Fuente: TELEGRAFO, 2013.

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022.

2.1.3. Fibra dietética

La fibra está formada por los componentes estructurales de las paredes de las células vegetales, de los cuales los más destacados son la celulosa, la hemicelulosa y la pectina, y la lignina, que, aunque no es un carbohidrato, sí lo es (Escudero & González., 2006, pp. 61-72).

Está relacionado con ellos y es un compuesto que no puede ser digerido por el tracto digestivo humano. El contenido de fibra de los diferentes alimentos varía mucho dependiendo de muchos factores, siendo el más notable el punto de cocción del producto. Es un componente conocido como fibra dietética (FD) (Escudero & González., 2006, pp. 61-72).

Los desechos de frutas, hortalizas y otros vegetales se han estudiado como fuentes alternas de fibra dietética, los residuos obtenidos (cáscaras, semillas y sáculos) representan el 50% del fruto entero y son aprovechados para diferentes propósitos industriales (Escudero & González., 2006, pp. 61-72). Según (García., 2016, p. 68) en la investigación composición proximal del espesante mashua y oca en relación con a gomas comerciales

Tabla 2-2: Composición nutricional de gomas comestibles

	Mashua y Oca	Gomoso
Energía Kcal/100g	190,00	168
Carbohidratos	35,40	3
Totales%		
Fibra Dietética %	0,22	0
Azúcares Totales %	40,95	-
Proteína %	12,00	4
Cenizas %	0,48	-
Humedad%	51,90	-

Fuente: García, 2016.

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022.

2.1.4. Fructooligosacáridos

A diferencia de otros tubérculos que almacenan energía en forma de almidón, este tubérculo almacena energía en forma de fructooligosacárido (FOS), una molécula conocida y utilizada en alimentos prebióticos para estimular las bacterias intestinales no patógenas. Los grupos se crían para cumplir con los criterios de clasificación y seguridad alimentaria. Esta concentración aumenta a medida que la planta madura y puede alcanzar su punto máximo cuando la planta está en su momento óptimo para la extracción, pero después de la cosecha se produce el efecto contrario, aumentando la fructosa y la sacarosa. (Samaniego., 2010, p.10),

2.2. Industrialización de la mashua

Por ello, es de suma importancia evitar la desaparición del cultivo de mashua, ya que es un alimento nutritivo y medicinal que contribuye a la seguridad alimentaria de muchos pueblos del Ecuador. Debido a sus propiedades nutricionales, varios sectores agrícolas como EL SALINERITO, CAMARI, MAKITA KUSHUNCHI están desarrollando y comercializando nuevos productos que contengan mashua no solo de este tubérculo, sino también de otras raíces y tubérculos nativos de nuestro Ecuador para incentivar y promover el cultivo. de estos

productos no convencionales. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar las características fisicoquímicas y nutricionales del ecotipo Mashua “Zapallo Amarillo” cultivado en la Sierra. Esta investigación brindará apoyo técnico de control de calidad a los agricultores y la industria agrícola que actualmente trabaja para desarrollar nuevos alimentos a base de mashua para la salud, la nutrición y las dietas médicas del consumidor. (Samaniego., 2010, pp. 2-4)

2.2.1. *Harina de mashua*



Ilustración 2-2: Producción harina de mashua

Fuente: PERUVIANS, 2017.

Según (Bernabé & Cancho., 2017, p. 12) afirma que “los tubérculos andinos son más importantes cuando se les quita el agua por su contenido proteico y la humedad de la harina por debajo del 10%, ideal para una óptima conservación. Debido a su bajo contenido de humedad demostrado en varios estudios, se puede demostrar que la harina de mashua es ideal en términos de factores de manipulación, almacenamiento y procesamiento. La harina de mashua es de color amarillo claro o marrón y es un producto con excelentes propiedades en la industria panadera y alimenticia (Lema., 2021, pp. 38-39).

Tabla 3-2: Composición del valor nutricional de la harina de mashua y harina de trigo

ANÁLISIS	Harina de Mashua	Harina de Trigo
Humedad (%)	13,80	13,34
Proteína (%)	10,40	13,90
Grasa (%)	1,70	1,32
Ceniza (%)	5,68	0,64
Fibra (%)	6,24	2,07
Carbohidratos totales (%)	62,18	68,66
Energía (Kcal/100g)	305,62	342,03

Fuente: Guerra., 2014.

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022.

2.2.1.1. Características fisicoquímicas del almidón

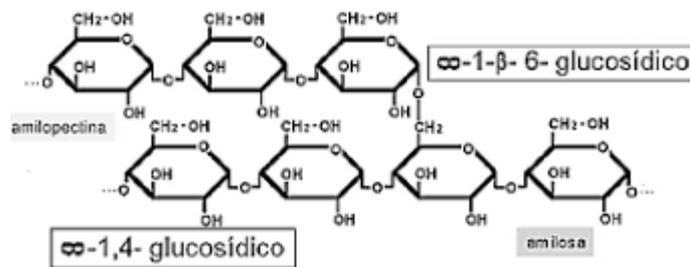


Ilustración 3-2: Enlaces de la amilosa y amilopectina

Fuente: Guerra., 2014

El almidón, como polisacárido acumulador de energía, se encuentra en cereales, tubérculos y algunas frutas, cuya concentración varía según la madurez de la fuente. El almidón está presente en pequeños gránulos que tienen una estructura cristalina que se puede ver con microscopía de luz polarizada. Estas partículas son insolubles en agua fría, aunque pueden absorber cierta cantidad de agua, provocando un ligero hinchamiento. Si se exponen a altas temperaturas, su viscosidad aumenta ligeramente debido a la formación de un gel provocado por la adhesión de unas partículas a otras partículas. (Guerra., 2014, p. 7).

Sus propiedades funcionales (retención de agua y aceite, propiedades de hinchamiento, formación de espuma, emulsión y gelificación) son importantes en muchos productos alimenticios, y el almidón juega un papel importante en las harinas y productos en función de sus propiedades. El almidón consta de dos polímeros principales: la amilosa, un polisacárido no ramificado con estructura helicoidal, y la amilopectina, un polímero altamente ramificado con un peso molecular relativamente alto. (Contreras et al., 2017, p. 51).

Desde el punto de vista químico, el almidón es una mezcla de los 2 polisacáridos muy similares, amilosa y la amilopectina; el primero es un producto de condensación de D-glucosapiranososa a través del enlace glucosídico α (1,4); La amilopectina es un α -D-7 (1,4)-glucano cuya unidad es repetitiva es la α -maltosa tiene la capacidad de adquirir una conformación helicoidal tridimensional en la que cada vuelta de la hélice consta de 6 moléculas de glucosa (Lalaleo., 2017, p. 21)

En los gránulos de almidón, este polímero se encuentra en forma cristalina, principalmente debido a la gran cantidad de enlaces de hidrógeno entre los grupos hidroxilo. El enlace de hidrógeno de la amilosa también es responsable de la adsorción de agua y la formación de gel durante la retrogradación posterior a la gelificación. (Guerra., 2014, p. 7).

Por sí misma, la amilopectina se diferencia de la amilosa en que tiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a un árbol; Las ramas están conectadas al tallo central por enlaces α -D-(1,6) (similares a la amilosa) ubicados cada 15 a 25 unidades lineales de glucosa. Durante

la cocción, la amilopeptina absorbe una gran cantidad de agua, que es la razón principal de la expansión de los gránulos de almidón. Las moléculas de amilopeptina no tienden a recristalizarse y, por lo tanto, tienen una gran capacidad de retención de agua, a diferencia de las moléculas de amilosa, que son mucho menos cristalinas que la amilosa. La solución de pululano no retrocede (Contreras et al., 2017, p. 51).

La amilosa y la amilopeptina tienen un efecto decisivo en las propiedades sensoriales y reológicas de los productos alimenticios, principalmente por su capacidad de hidratación y gelatinización. (Guerra., 2014, p. 7).

2.2.1.2. Reología en harinas

La reología alimentaria es el estudio de la deformación y el flujo de materias primas, productos intermedios y productos terminados en la industria alimentaria. La reología tiene una amplia gama de aplicaciones en áreas como la aceptabilidad de los alimentos, el diseño de equipos, la manipulación y el procesamiento (Sandoval et al., 2005, pp. 72-78).

El estudio de la reología en alimentos no cubre todos los aspectos que se incluyen en la definición de textura, como, por ejemplo, la reducción de tamaño en la masticación o trituración, las superficies rugosas, la habilidad que tienen los alimentos de humedecerse y cambiar de estado con el cambio de la temperatura; por lo tanto, el estudio de la textura de alimentos se ubica parcialmente dentro del área de la reología convencional y parte fuera de esta (Sandoval et al., 2005, pp. 72-78).

2.2.1.3. Propiedades reológicas en harinas

Este es el indicador más simple y fácil. Este procedimiento estima la cantidad de agua necesaria para alcanzar el par máximo C1 en 1,1 Nm (método estándar). Cuanto mayor sea la tasa de absorción de agua, mayor será la tasa de absorción de agua (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12).

La humedad, cuanto más seca esté la harina, más agua absorberá. El 13% de harina absorbe más del 14% de harina. Aproximadamente del tamaño de un grano de harina. Cuanto más fina es la harina, más fácil se absorbe. Fuerza W porque la proteína (directamente relacionada con la fuerza) tiene una excelente absorción (Núñez., 2017, pp.18-23).

El tipo de trigo a partir del cual se elabora la harina, ya que algunas harinas de trigo tienen una mayor capacidad de retención de agua intersticial dependiendo de las propiedades ya algo complejas (Núñez., 2017, pp.18-23).

2.2.1.4. Índice de Viscosidad

El efecto de la actividad de la amilasa sobre las propiedades de la harina es muy importante. La amilasa reduce rápidamente la viscosidad del almidón gelatinizado y la masa de almidón hidrolizado a 55-65°C, es decir, la inactivación de la enzima durante su iniciación y ebullición a 75°C es un factor decisivo en la calidad del producto final. (Lascano., 2012, pp. 90-94). El almidón es un factor reafirmante importante en los alimentos, y cuando se baja la temperatura después de la cocción, se vuelve más firme (Guerra., 2014, p. 18). Durante este proceso, las moléculas de almidón gelatinizadas comienzan a volverse más inestables y liberan algo de agua, se produce una transformación, sus células se encogen, se vuelven menos flexibles y más secas (Guerra., 2014, p. 18).

2.2.1.5. Índice de Retrogradación

Al enfriarse, es retrograda el almidón y la consistencia del producto aumenta. Algunos productos químicos tienen una acción sobre este fenómeno y limitan la importancia de este permitiendo así retrasar la deshidratación y obtener una mayor conservación del producto elaborado (Wong., 2012, pp. 53-54).

El índice de retrogradación resume el comportamiento de la masa entre los puntos C4 y C5. En esta etapa, la masa se enfría a una temperatura de 60 °C. Cuando se empieza el proceso de enfriamiento, vemos que aumenta la consistencia de la masa. Según literatura cuando el almidón gelatinizado se enfría, los gránulos y moléculas de almidón hinchados y/o alterados tienden a transformarse rápidamente en una estructura cristalina. De los dos componentes principales del almidón, la amilosa y la amilopectina, generalmente se acepta que la amilosa recristaliza rápidamente después de enfriar el almidón gelatinizado, mientras que la amilopectina lo hace mucho más lentamente (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12).

Tabla 4-2: Puntajes de los índices de absorción de agua, viscosidad y retrogradación

PÁRAMETRO	VALORES OBTENIDOS	PUNTAJE ESTÁNDAR
• El índice de absorción de agua		7
• El índice de viscosidad	0-9	8
• El índice de retrogradación		7

Fuente: (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12).

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022.

2.2.2. Confitería a base de mashua

El desarrollo de espesantes a base de mashua y oca para tecnología de pastelería blanda no requiere equipos especializados ni materias primas costosas porque se producen en la región; al mismo tiempo, promover el crecimiento de capacidades en el proceso de desarrollo económico en sectores estratégicos, en sustitución de importaciones Promover la mejora continua de la productividad y competitividad (García., 2016, p.3).

2.2.2.1. Clasificación de confitería

Se dividen en productos amorfos, si el azúcar no es un cristal, y cristalinos si el azúcar se encuentra cristalizada (Bernal et al., 2015, pp. 47-48). En la tabla 3-2 se muestra la clasificación de los confites según su textura.

Tabla 5-2: Clasificación según su estructura

Amorfos cristalinos)	(no No Amorfos (cristalinos)
Caramelos	<i>Chocolates</i>
Melazas	<i>Creimas</i>
Chiclosos	<i>Fudge</i>
Dulce duro	<i>Lozenges</i>
Orozus	<i>Centros suaves</i>
Gelatinas	<i>Mazapan y pastas</i>
Gomitas	<i>Pralines</i>

Fuente: Riofrio., 2015.

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022.

2.3. Gomas comestibles

2.3.1. Definición

“Es un confite obtenido por la mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos” (NTE INEN 2217, 2012).

2.3.2. Clasificación de las gomas comestibles

Se dividen en productos naturales, semisintéticas y sintéticas (López & Sabogal., 2018, pp. 43-48). En la tabla 4-1 se muestra la clasificación de los confites según su textura.

Tabla 6-2: Clasificación composición de las gomas

NATURALES	SEMISINTÉTICAS	SINTÉTICAS
Exudado de plantas	Derivados de celulosa	Polímeros Vinílicos
Arábiga	Carboximetilcelulosa	Polivinilpirrolidina
Tragacanto	Metilcelulosa	Alcohol polivinílico
Karaya	Hidropilmetilcelulosa	Polímeros carboxivinílicos
Gatti	Etilhidroxietilcelulosa	
Alerce	Celulosa microcristalina	Polímeros acrílicos
		Ácido poliacrílico
Semillas	Gomas microbianas	
Paletas	Dextranas	Poliacrilamina
Guar	Xantanos	Polímeros de óxido de etileno
Psilio		
	Derivados de almidón	
Otros	Almidón carboximetílico	
Pectina	Almidón hidroxietílico	
Gelatina	Almidón hidrocipílico	
Almidón		

Fuente: López & Sabogal, 2018

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022.

2.4. Gomas comestibles a base de almidón y derivados

El almidón y sus derivados son ampliamente utilizados en la industria de la confitería. Algunos ejemplos son su uso como: estabilizadores de textura, espesantes, agentes gelificantes, agentes de glaseado, adhesivos, agentes espesantes e inhibidores de cristalización. (Grupo Blumos., 2021, pp.1-2).

Para todos estos y otros usos, el almidón de maíz se usa más comúnmente en la confitería, pero también se pueden usar los almidones de arroz, patata y mandioca. Estas variedades de almidón pueden ser de fuentes naturales o modificadas química y físicamente. (Grupo Blumos., 2021, pp.1-2).

La elaboración de dulces es similar a las que se hacían hace 20 años, pero se ha entendido y ha estudiado la forma en la que se incorpora el almidón ingredientes de la confitería a base de almidón son principalmente formadores de película, aglutinantes, glaseados y agentes gelificantes (Grupo Blumos., 2021, pp.1-2).

2.4.1. Materias primas para la elaboración de gomitas comestibles

Para (Labau., 2019, p.1) la confitería, el grado de cristalización y porcentaje de humedad depende principalmente de la presencia de ingredientes funcionales, el calor utilizado durante la cocción, la concentración del almíbar y cómo se enfría el almíbar con o sin agitación, todo ello controlado repostero. Los dulces azucarados incluyen refrigerios en los que el azúcar se presenta en forma de un vaso amorfo con un contenido de humedad del 15 al 22 %.

De acuerdo con (Echeverry & Hernández., 2005, pp.45-65) los dulces pueden considerarse dulces elaborados a partir de azúcar (sacarosa) u otros azúcares comestibles (glucosa, fructosa, etc.).

2.4.2. Composición de las gomitas comestibles

Esta es un área de la tecnología alimentaria en la que se elaboran productos a base de edulcorantes, principalmente sacarosa, aunque hoy en día se utiliza una amplia gama de edulcorantes en la tecnología de confitería. La elaboración de estos productos se basa en la elaboración de jarabes concentrados, que se calientan de forma lenta, continua y cuidadosa hasta convertirlos en terrones de azúcar con las propiedades deseadas según su tipo. (Bernal et al., 2015, pp. 47-48).

Para (Labau., 2019, p.1) los productos de confitería, el grado de cristalización y porcentaje de humedad depende principalmente de la presencia de ingredientes funcionales, el calor utilizado durante la cocción, la concentración del almíbar y cómo se enfría el almíbar con o sin agitación, todo ello controlado repostero. Los dulces azucarados incluyen bocadillos en los que el azúcar se presenta en forma de un vaso amorfo con un contenido de humedad del 15 % al 22 %.

2.5. Azúcares universales para la elaboración de gomas comestibles

2.5.1. Definición

Los carbohidratos son polihidroxialdehídos y polihidroxiacetonas, que consisten en carbono, hidrógeno y oxígeno. Se dividen en tres categorías principales: azúcares o carbohidratos simples, oligosacáridos y carbohidratos complejos o polisacáridos. (Cabezas et al., 2016, pp. 319-29).

2.5.2. Clasificación

Esta clasificación incluye monosacáridos, disacáridos y alcoholes de azúcar; estos compuestos agregan dulzura a los alimentos y se agregan en la industria alimentaria para mejorar el sabor, la textura y la conservación (Cabezas et al., 2016, pp. 319-29).

2.5.2.1. Sacarosa

La sacarosa es el ingrediente principal de los dulces a base de azúcar. Es un disacárido formado por moléculas de glucosa y moléculas de fructosa. En la naturaleza, constituye el 20% del peso de la caña de azúcar, de donde proviene el azúcar de mesa, el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos. Es el edulcorante más común en la confitería y es un ingrediente cristalino en los dulces y otros productos de confitería (Rodríguez., 2014, pp.61-62).

2.5.2.2. Jarabe de maíz alta fructosa

El JMAF se deriva del almidón de maíz, que es el lipopolisacárido de reserva en las verduras. Consiste en 30% de amilosa y 70% de amilopectina, la amilosa es una cadena lineal de moléculas de glucosa conectadas por 133 enlaces α 1-4, la amilopectina consiste en cadenas lineales y cadenas ramificadas, las cadenas ramificadas Los enlaces alfa de 1-6 están conectados al resto de la molécula Cuando el almidón de maíz se hidroliza por completo, se obtiene un producto que consiste en moléculas de glucosa al 100 por ciento, llamado jarabe de maíz. Luego se realiza la isomerización enzimática utilizando glucosa isomerasa. De esta forma, parte de la glucosa se convierte en fructosa. Este producto se presenta en forma de líquido transparente. Con sacarosa que tiene una dulzura de 100 como referencia, la fructosa tiene una dulzura de 170, lo que indica una mayor probabilidad de dulzura en concentraciones más bajas. Diferentes formulaciones de JMAF contienen cantidades variables de fructosa, JMAF 42 y JMAF 55. El primero contiene un 42% de fructosa, un 53% de glucosa y un 5% de otros azúcares como maltosa y glucosa. El intercambio iónico produce JMAF 55, que consta de 55 % de fructosa, 42 % de glucosa y 3 % de otros azúcares (Bellaera et al., 2019, pp. 132-133).

2.5.3. Formación bioquímica de una goma comestible a base de almidón y azúcares

El almidón representa entre el 78-82 % de la harina producida a partir de la molienda, el mayor componente a la harina está constituido entre 25 al 28% de amilosa y 72 al 75% de amilopectina (Barrero., 2014, p.7).

Entre el almidón de mashua que oscila bajo contenido de amilosa (20 %) y alto en la amilopectina (80 %) en la variedad amarilla y negra presentan características de cocción rápida, alto poder de hinchamiento, alta solubilidad en agua y elevada viscosidad; pero una baja estabilidad a la cocción bajo agitación o acción mecánica, y posiblemente baja tendencia a la retrogradación (Quishpe., 2018, p. 15).

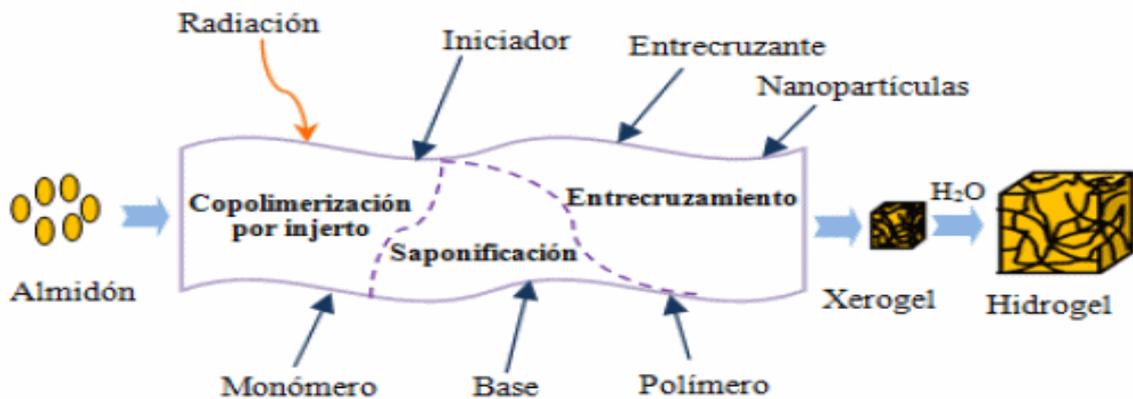


Ilustración 4-2: Formación del hidrogel en el almidón

Fuente: Soto et al., 2019.

Hablando bioquímicamente, en la formación de gomas comestibles a base de almidón y azúcares en la Ilustración 4-2, la naturaleza hidrofílica de sus componentes de los almidones nativos presentan una capacidad alta de absorción, con la ventaja de que el hinchamiento (gelatinización) en la Ilustración 5-2, ocurre solo en agua caliente, cuando sucede esto, los azúcares se aventajan del proceso, ya que el jarabe de glucosa del maíz y la sacarosa cuando es llevado a temperaturas de concentración entre 106 – 118°C forman hidrólisis completa del almidón como muestra la Ilustración 6-2 (Endo., 2018, p. 25).

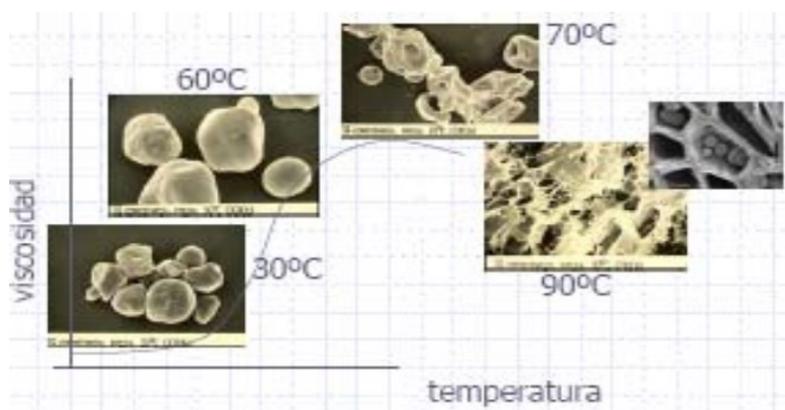


Ilustración 5-2: Formación hidrofílica de la mezcla

Fuente: Reyna, 2004

Mientras que si las moléculas de la mezcla con el almidón toman temperaturas altas, su estructura cristalina se rompe y las moléculas de agua se unen con los grupos hidroxilo de la amilosa y de la amilopectina mediante enlaces de hidrógeno, causando un incremento en la solubilidad e hinchamiento del gránulo, rigidez, menor viscosidad que hace que las fuerzas de los enlaces de amilosa y amilopectina se hagan más débiles durante el calentamiento, incrementando la posibilidad de ruptura térmica o mecánica de la masa (Soto et al., 2019, pp. 1-7).



Ilustración 6-2: Hidrólisis completa del almidón y los azúcares

Fuente: Reyna et al., 2014

El enfriamiento de la masa del almidón gelatinizado como muestra la Ilustración 7-2, propicia la formación de interacciones moleculares (enlaces de hidrógeno entre las cadenas de almidón), creando la expulsión de agua (sinéresis), seguido de la formación de una estructura compleja con características gelificantes activándose la amilosa. Por tal razón en la última etapa de elaboración del producto se deshidrata a fin de expulsar las moléculas de agua y formar una cadena irreversible, la que se denomina retrogradación (Soto et al., 2019, pp. 1-7).

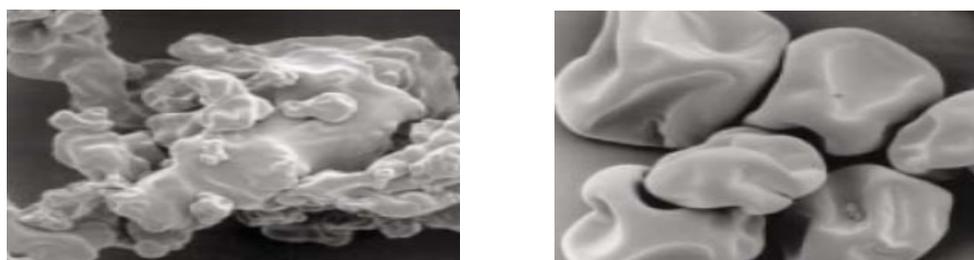


Ilustración 7-2: Almidón pregelatinizado

Fuente: Torres, 2007

2.5.4. Jellies de almidón de yuca y azúcares

La gelatinización ocurre dentro de un estrecho rango de temperatura que varía dependiendo de la fuente de almidón. El almidón de yuca se gelatiniza en agua a temperaturas entre 60 °C y 67 °C, ya que las moléculas de almidón se hinchan como resultado de la entrada de agua en su estructura molecular. Debido al desenrollamiento de la doble hélice, la fluidez térmica de la molécula y la fusión inducida por el hinchamiento conducen a una disminución de la cristalinidad hasta que la estructura de la partícula se fragmenta casi por completo. La viscosidad de esta mezcla depende de la concentración de almidón y de la absorción de agua. Cuando ocurre la gelatinización, las cavidades son ocupadas por gránulos de almidón hinchados. La viscosidad aumenta con la temperatura hasta que las partículas colapsan, las cuales se desmoronan y disuelven, lo que resulta en una disminución de la viscosidad. Pero a altas concentraciones de almidón, como suele ser el caso cuando se trata de obtener almidón termoplástico, el comportamiento es diferente. Cuanto mayor sea la rigidez, mayor será la resistencia a la colisión entre las partículas hinchadas, lo que da como resultado una alta viscosidad. En estas condiciones, al seguir calentando, el agua retenida rompe la estructura ordenada de los gránulos y la amilosa (17 %) comienza a dispersarse, formando un gel que finalmente sostiene los gránulos, que están compuestos principalmente por amilopectina (23 %) (Rivera et al., ca. 2018, p.18.).

Cuando se calienta en exceso de agua, la estructura del almidón cambia. Cuando los granos de almidón se hidratan, se hinchan gradualmente y parte de la amilopectina ingresa al agua, pero si luego se prolonga el tiempo de calentamiento, parte de la amilosa también ingresa al agua. El resultado es una suspensión de mayor o menor viscosidad. Es la gelatinización del almidón. Sin embargo, cuanto menor es la proporción de amilosa, mayor es el grado de gelatinización y viceversa. Se ha podido demostrar que cuanto más gelatinizado está el almidón (debido a su bajo contenido en amilosa), más fácilmente es absorbido por la alfa-amilasa (enzima que digiere el almidón) y convertido en glucosa (Rivera et al., ca. 2018, p.18.).

Las pectinas con almidón de yuca termo tratado son transparentes, viscosos (gelatinoso) y tiene tendencia a la gelificación, debido a la composición de sustancias como la sacarosa y el ácido cítrico, que actúan por el grado de esterificación al 50 % del almidón de un tubérculo y provocan la hidrólisis del almidón, respectivamente con elevadas concentraciones de azúcar la deshidratación es bastante completa, de manera que al adicionar el ácido los iones hidronio completan la desestabilización y se forma la estructura de jellies (Rivera et al., ca. 2018, p.18.).

Según (Acosta, 2014, p.38.) se investigaron los efectos plastificantes de la sacarosa y el azúcar invertido en films mixtas de almidón de yuca. Ambos aumentan efectivamente la extensibilidad

del film, aumentan su capacidad de absorción de agua. Las mezclas con gelatina no afectaron las propiedades mecánicas de las películas de almidón que contenían sacarosa y azúcar invertido. De la investigación realizada, no hay una indicación clara de si la mezcla de almidón y gelatina es beneficiosa para la producción de films. Sin embargo, son pocos y se refieren a aspectos específicos que no permiten tener una idea clara de las posibilidades de estas mezclas de polímeros, la posibilidad de alta disponibilidad y bajo costo, lo que sugiere su investigación adicional.

2.6. Desarrollo económico de la confitería

Se proyecta que el mercado mundial de gomitas y gelatinas registrará un crecimiento significativo, alcanzando una TCAC del 4% entre 2016 y 2022. Además, se espera que las tendencias clave de los consumidores (como la reducción del consumo de calorías y de 46 azúcar, y la adopción de hábitos alimenticios nutritivos y de estilos de vida más saludables) impulsen este crecimiento (Yurivilca et al., 2019, p.45-46). El consumo de golosinas se considera permanente y se sitúa alrededor de los 2,4 kilogramos por persona al año

La competencia es cada vez mayor en el mercado de dulces ecuatoriano, y las importaciones de dulces van en aumento, según datos obtenidos por el Banco Central del Ecuador. En 2007, la industria de confitería de Ecuador registró 188 millones de dólares estadounidenses, de los cuales 144 millones de dólares estadounidenses fueron generados por la producción del país y de Estados Unidos. \$44 millones en importaciones (Ronquillo., 2016, pp. 1-2).

Según un informe de la oficina comercial de ProChile en Guayaquil (2012), las exportaciones de la industria alcanzaron los US\$ 52 millones en 2009, lideradas por Confiteca S.A. y La Universal, que hizo muy atractivo el mercado ecuatoriano (Ronquillo., 2016, pp. 1-2).

Para empresas internacionales, registrar productos importados de Colombia, Perú, Brasil, Chile y Argentina. Si bien las marcas locales se integran al mercado, cada vez surgen más proveedores de confitería. Carozzi es una empresa internacional de consumo masivo originaria de Chile con más de 116 años de reconocimiento en la industria alimenticia latinoamericana, operando en 22 países, incursionando en el mercado ecuatoriano de la industria de repostería y procesamiento en el 2013 con ventas de aprox. \$200 millones. En 2010, la comercialización anual de productos (Ronquillo., 2016, pp. 1-2).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

La investigación se desarrolló en los Laboratorios de Procesamiento de Alimentos, Bromatología y Microbiológica de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en la Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador. El experimento tuvo una duración de aproximadamente 112 días.

3.2. Unidades experimentales

La presente investigación tuvo la finalidad de evaluar las propiedades reológicas, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, para lo cual cada unidad experimental consta de 16 muestras de 250 g dando un total de 4000 g.

3.3. Materiales, equipos, reactivos e insumos

3.3.1. *Materiales*

3.3.1.1. *De campo*

- Marcador indeleble
- Cámara fotográfica
- Fundas ziploc
- Cofia
- Mascarilla
- Mandil
- Guantes

3.3.1.2. *De laboratorio*

- Cajas Petri
- Varilla de agitación
- Espátula
- Pipeta
- Mechero de Bunsen
- Puntas para micropipetas
- Pinzas

- Vaso de precipitación
- Pipetas Pasteur
- Probeta
- Bureta
- Matraz Erlenmeyer
- Capsula de porcelana
- Crisoles
- Soporte universal
- Cuenta colonias
- Butirómetro
- Vaso de precipitación Berzelius
- Balón de Kjeldahl

3.3.2. Equipos

3.3.2.1. De laboratorio

- Balanza analítica
- Cabina de flujo de laminar
- Autoclave
- Refrigerador
- Agitador magnético
- Micropipeta
- Estufa
- Desecador
- Mixolab

3.3.3. Reactivos

- Alcohol 70 y 96%
- NaOH 20%
- Agar (PDA)
- Etanol
- H₂SO₄

3.3.4. Insumos

- Azúcar
- Jarabe de maíz
- Colorante alimentario
- Harina de trigo
- Saborizante fresa
- Harina de mashua
- Ácido cítrico

3.3.5. Tratamiento y diseño experimental

La elaboración para la goma comestible constó de 4 tratamientos con 4 repeticiones y se estableció una adecuada formulación, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Tabla 1-3: Tamaños de la Unidad Experimental

NIVELES	CÓDIGO	REPETICIONES	*T.U.E(g)	TOTAL, g/trat
0% harina de mashua	T0	4	250	1000
25% harina de mashua	T1	4	250	1000
50% harina de mashua	T2	4	250	1000
75% harina de mashua	T3	4	250	1000
TOTAL				4000 g

*T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Muñoz, Doménica. 2022

3.3.6. Mediciones experimentales

Las variables experimentales que se consideró en la presente investigación fueron:

3.3.6.1. Análisis reológicos (Norma ICC- 173)

- Índice de absorción de agua (método 54-21, AACC).
- Índice de viscosidad (método 54-40A: AACC,1995).
- Índice de retrogradación (método AACC 54-60-01).

3.3.6.2. Análisis fisicoquímicos INEN 2217:2012

- Humedad (NTE INEN 263)
- Sacarosa (AOAC 930:36)
- Fibra bruta (NTE INEN 522-2013)

3.3.6.3. Análisis microbiológicos

- Mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10)

3.3.6.4. Análisis sensorial

- Prueba de aceptabilidad, escala hedónica 5 puntos (Norma ISO 8586-1)

3.3.6.5. Evaluación económica

- Costos de producción (\$/g)
- Cálculo de costo beneficio (C/B)

3.4. Análisis estadísticas y prueba de significancia

Para la estimación de las diferentes variables se llevó a cabo varios análisis de laboratorio. Los resultados que se obtuvieron fueron evaluados mediante los siguientes parámetros:

- *Análisis de Varianza*
- (ADEVA)
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey.
- *Estadística descriptiva*

Tabla 2-3: Esquema del Adeva.

ADEVA		
FV		GL
Total	(n-1)	15
Tratamiento	(t-1)	3
Error	(n-1) -(t-1)	12

Realizado por: Muñoz, Doménica. 2022

3.5. Procedimiento experimental

3.5.1. Obtención de la harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*)

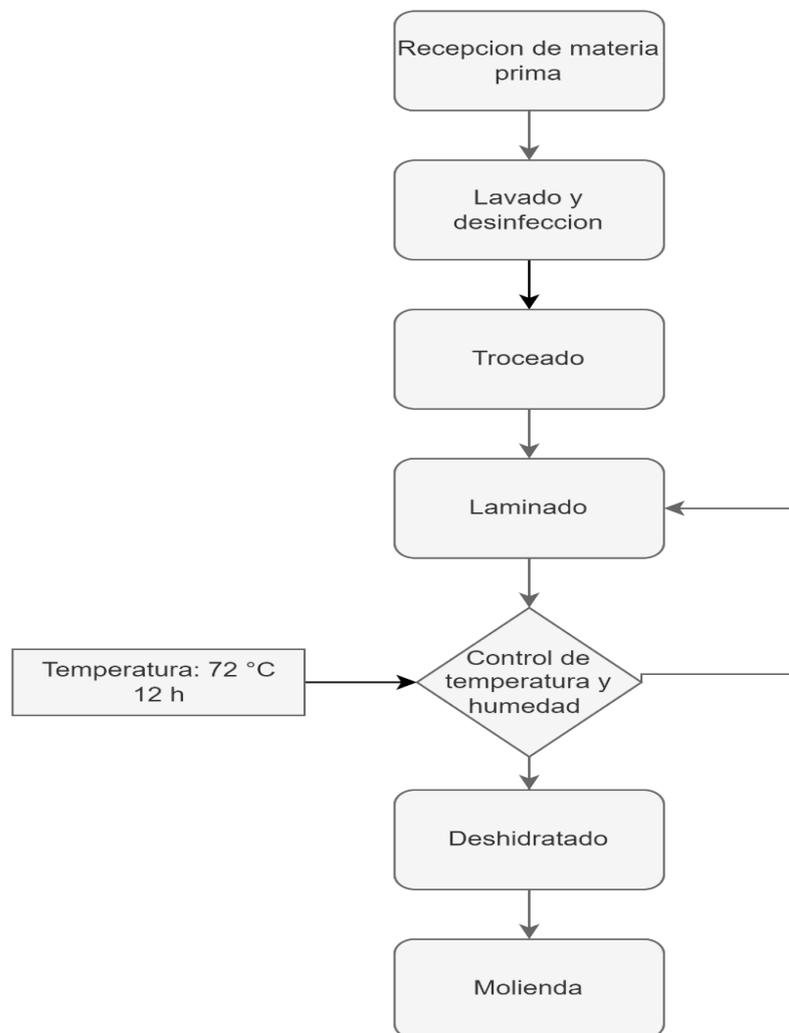


Ilustración 1-3: Diagrama de flujo para la harina de mashua

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022

- **Recepción y selección de materia prima.** Se realizó la selección de materia prima en la cual cada tubérculo de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) se evaluaron macroscópicamente para descartar anomalías, su tamaño y forma deben ser similares lo cual facilitará al momento de realizar el laminado y deshidratado.
- **Lavado.** Una vez que se realizó la recepción y selección de materia prima, se procedió a ejecutar el lavado de los tubérculos, para lo cual se utilizó un cepillo de cerda fina que servirá para retirar los residuos de tierra existentes en el tubérculo.
- **Troceado.** Una vez lavado correctamente los tubérculos se procedió a trocear que su ancho aproximadamente llegue a los 3 cm
- **Control de calidad:** Temperaturas de 72°C durante 12 horas
- **Laminado.** Para el proceso de laminado se utilizó mandolina o laminadora que permite regular el grosor obteniendo así láminas de 3 mm, para garantizar que todas las láminas de mashua y oca tengan un grosor uniforme.
- **Ensamblaje de láminas de tubérculos en bandejas para deshidratación.** Iniciar el proceso de deshidratación. Una vez que se colocó todas las láminas en las rejillas, se las lleva al equipo de deshidratación cada una con una separación respectiva para que el aire caliente pueda dispersarse de mejor forma en el interior del deshidratador con una temperatura 75 °C por 12 horas.
- **Molienda.** Al concluir el proceso de deshidratación, se procedió a realizar la molienda (Guerra., 2014).

3.5.2. *Obtención de la goma comestible de harina de mashua y harina de trigo*

Tabla 3-3: Formulaciones del producto a elaborar.

MATERIA PRIMA	NIVELES DE HARINA DE MASHUA			
	0%	25%	50%	75%
Harina de trigo	45	33	22	12
Harina de mashua	0	12	22	33
Jarabe de glucosa	15	15	15	15
Azúcar	25	25	25	25
Ácido cítrico	5	5	5	5
Saborizante fresa	5	5	5	5
Colorante rojo	5	5	5	5

Fuente: American Licorice Company, 2022

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022

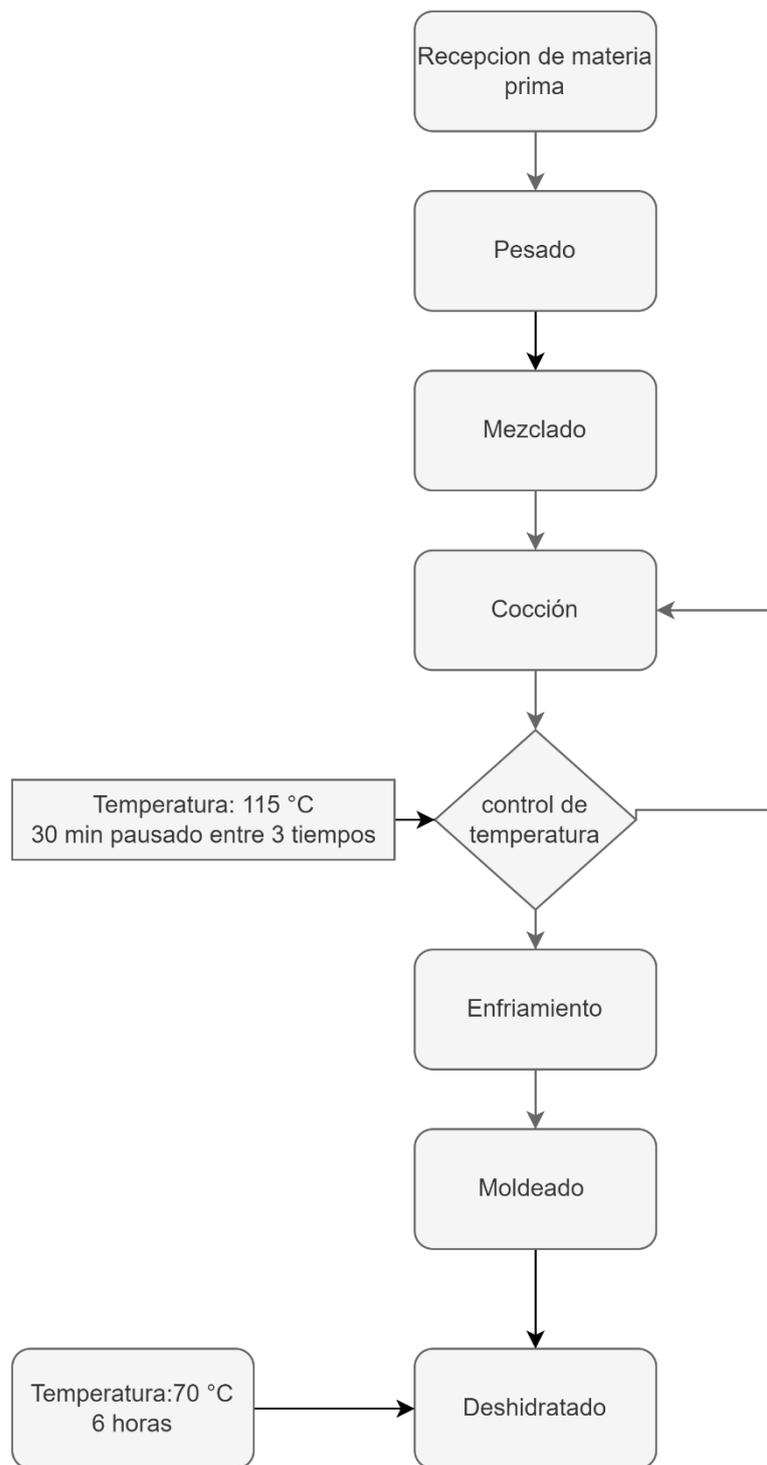


Ilustración 2-3: Diagrama de flujo del producto a elaborar
 Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

- **Recepción materia prima:** Se realizó la correspondiente recepción de las harinas y a su vez se recibió el azúcar, jarabe de maíz, ácido cítrico, saborizante y colorante alimentario.
- **Pesado:** Se obtuvo el peso de cada una de las formulaciones mediante una balanza en donde obtuvo los resultados correspondientes por el cual se procede al proceso de elaboración.
- **Mezclado:** En este proceso se adicionó todas las materias primas.
- **Cocción:** Se utilizó un recipiente de acero inoxidable adicionando la mezcla, se colocó en la estufa a una temperatura de 115 °C por 30 minutos, esta mezcla tomaba una consistencia viscosa, se agita muy lento y sin parar todo el tiempo que este en el fuego, mientras más se agitaba, se formó una mezcla más densa y pegajosa.
- **Enfriamiento:** Se dejó enfriar el producto final
- **Moldeado:** Se utilizó una manga pastelera
- **Deshidratado:** Se finalizó colocando en el horno deshidratador por 6 horas a una temperatura de 70 °C (American Licorice Company, 2022)

3.6. Metodología de evaluación

Para las mediciones experimentales la metodología aplicada:

3.6.1. *Análisis caracterización reológica en harina de mashua y harina de trigo*

El método Mixolab Chopin, norma ICC- 173 (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12). Al aplicar este método, la harina atraviesa por cinco etapas diferentes. En la C1 de mezclado, se miden las características: estabilidad, elasticidad y absorción de agua. En la C2 de mezclado, la masa experimenta el torque máximo del mixógrafo y se mide la deformación alcanzada en un tiempo determinado, es un indicador del debilitamiento de la proteína. A mayor caída de la consistencia, menor calidad de la proteína, pues la misma no resiste el cizallamiento del mezclado. En la C3 etapa se produce la gelatinización, los gránulos de almidón se hinchan debido a la absorción de agua, ocurriendo la lixiviación de moléculas de amilosa, las que contribuyen a incrementar la viscosidad. En la C4, la consistencia disminuye como resultado de la enzima amilasa. Esta disminución dependerá de la actividad amilolítica. La C5, con la disminución de la temperatura, se observa un aumento de la consistencia como resultado de la formación de gel y/o retrogradación. Los parámetros analizados fueron: índice de absorción de agua, índice de amasado, índice de fuerza de gluten, índice de viscosidad, índice de resistencia a la amilasa e índice de retrogradación. Estos análisis son representados mediante la curva típica de Mixolab donde la harina toma valores de índices de cero a nueve (Sandoval et al., 2012.p.127.)

3.6.2. *Análisis de gomas elaboradas - NTE INEN 2217:2012*

3.6.2.1. *Humedad (NTE INEN 265)*

El contenido de agua en la muestra se determinó por gravimetría, siguiendo el método. Para esto se tomaron 5 g de muestra y se secó con ayuda de una estufa Memmert a 60 °C por 2 horas. Se enfrió en el desecador. Se repitió por lapsos de 1 hora hasta q la disminución en masa no difiera en más de 0,1 mg. La ecuación 2 se empleó para determinar el contenido de humedad en las muestras estudiadas.

$$H = \frac{m1 - m2}{m} * 100$$

Donde:

H= Contenido de Humedad en porcentaje de masa

m1= masa de cápsula, con la muestra, antes del calentamiento, en g.

m2= masa de cápsula, con la muestra, después del calentamiento, en g.

m= masa de la muestra, en g.

3.6.2.2. *Sacarosa (NORMA AOAC 930.36)*

Capacidad reductora de soluciones de azúcar blanco conteniendo sustancias re- ductoras.

Este método permite medir la capacidad reductora de soluciones de azúcar blanco conteniendo sustancias re- ductoras, por ejemplo, azúcar invertido, en una solución alcalina débil de un complejo de Cu⁺⁺ con tartrato.

Cálculos Corrección por sacarosa D, es 0,1 mL de solución de yodo / g de sacarosa en la mezcla de la reacción. Azúcar invertido,

$$\text{mg/kg} = \frac{(A - B - C - D) * 1000}{s}$$

En donde: s = cantidad de muestra en 50mL de solución preparada.

3.6.2.3. *Fibra bruta (NTE INEN 1529-10)*

Pese con aproximación de miligramos de 2 a 3 gramos de la muestra seca. Colóquela en el vaso de precipitación Berzelius y adicione 200ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.

Colóquelo al condensador y lleve a ebullición por exactamente 30 min, una vez iniciada la ebullición.

Retirar del condensador para proceder a colocar 100 mL de NaOH al 20% y 2 mL del alcohol amílico y llevar nuevamente al condensador para su ebullición durante 30 min aproximadamente.

Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, retire el vaso de precipitación de Berzelius, déjelo reposar por un minuto.

Pesar y enumerar los crisoles de gooch que ya han sido tarados durante 3 horas.

Filtre cuidadosamente (usando succión) en el Kitasato con la ayuda de la fibra de vidrio que se encuentra dentro de los crisoles de gooch; la filtración se debe realizar en menos de 10 min.

Lave el residuo con agua hirviendo para remover las partículas adheridas a las paredes.

Coloque el crisol gooch en el horno a 65°C por 12 horas y enfríe en desecador.

Pese rápidamente los crisoles con el residuo (no los manipule) y colóquelos en la mufla a 550°C por 3 horas, déjelos enfriar en un desecador y péselos nuevamente (FAO, 1993).

Cálculos:

$$\% FB = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde:

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

3.6.2.4. Análisis microbiológico (NTE INEN 1529-10)

Tabla 4-3: Recuento microbiológico según las indicaciones de la norma

Microorganismo	Medio de cultivo	Tipo de medio de cultivo	Temperatura óptima
Mohos y levaduras NTE INEN 1529-10	Agar sal-levaduras de Davis o similar	Agar (PDA)	25 °C

Fuente: Propia

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

Para cada dilución el ensayo se hará con 4 repeticiones, con una dilución de 10⁻⁴.

Verter en cada una de las cajas Petri aproximadamente 10 mL de agar correspondiente.

En cada una de las cajas Petri bien identificadas se depositará 1 mL de cada dilución. Para cada depósito se usará una pipeta distinta y esterilizada.

Invertir las cajas e incubarlas a las temperaturas óptimas correspondientes a cada uno de los microorganismos por 24 a 96 horas.

Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas que presenten entre 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias, contar todas las colonias que hayan crecido en el medio.

Anotar el número de colonias (NTE INEN 1529-10, 2013, p.2).

Para el cálculo de las unidades formadoras de colonias/ mililitros se establece la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{No total de colonias contada o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n1 + 0,1m2)}$$

Donde:

$\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida;

n1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^2 ;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.6.2.5. Prueba de aceptabilidad (Norma ISO 8586-1)

Realizar una encuesta organoléptica a un panel no entrenado, compuesto por 150 personas con edades comprendidas entre 18 a 28 años. El modelo empleado, tiene como bases características como el sabor, color y textura, esto a su vez estará en función de la escala hedónica con base en 5 puntos: Me gusta mucho (5), Me gusta (4), No me gusta ni me disgusta (3), Me disgusta (2), Me disgusta mucho (1).

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Caracterización reológica de la harina de mashua y harina de trigo

Mediante el equipo Mixolab Standard se determinaron los índices reológicos como: absorción de agua (IAA), viscosidad (IV) y retrogradación (IR).

Los resultados obtenidos del análisis reológico realizado a los tratamientos, como se observa en la tabla 1-4.

Tabla 1-4: Índices reológicos en diferentes niveles de adición de harina de mashua

VARIABLES	NIVELES DE MASHUA			
	0%	25%	50%	75%
Índice de Absorción (IAA)	8	8	7	6
Índice de Viscosidad (IV)	3	2	1	1
Índice de Retrogradación (IR)	5	6	6	6
Hidratación %	65.8	63.1	59.5	58.1

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

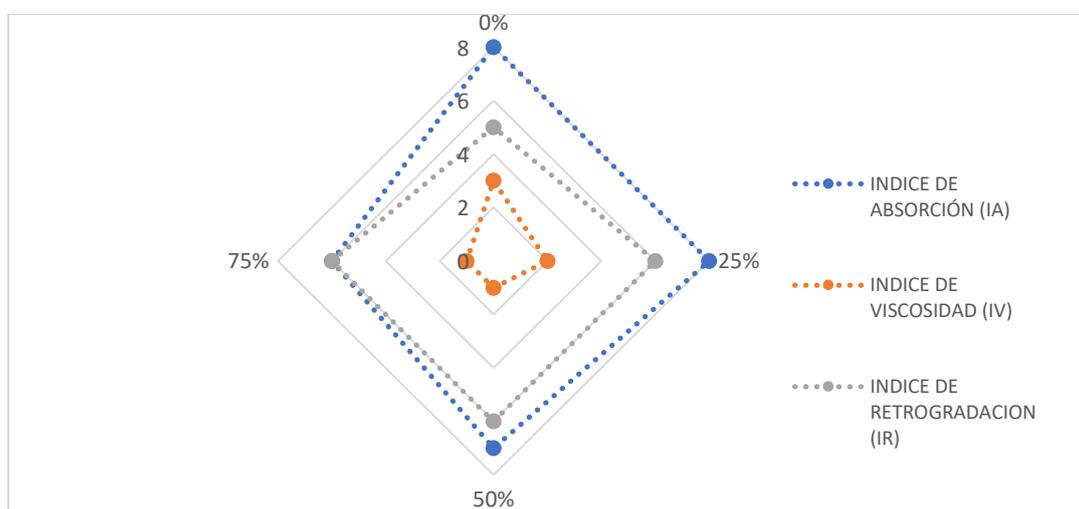


Ilustración 1-4: Comportamientos reológicos en diferentes niveles de harina de mashua

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

4.1.1. Índice de Absorción de Agua

En el índice de absorción de agua, se presentó un valor máximo de 8 en los niveles 0 y 25% de harina de mashua, en tanto que en el nivel 75 % un valor mínimo de 6, establecido en la

Ilustración 1-4 el comportamiento reológico en diferentes niveles de harina de mashua, los datos de la presente investigación se encuentran dentro del valor estándar de 7, mencionando a (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12) que indica que no necesita mayor cantidad de agua para la formación de la masa viscoelástica. De acuerdo con (Endo., 2018, p. 25) los almidones de trigo tienden a presentar una capacidad alta de absorción, ya que la hidratación y la cantidad de gluten depende obtener una masa viscoelástica, lo que quiere decir que entre mayor sea el contenido de gluten mayor será la hidratación, concordando con (Pérez., 2014, pp. 21-30) en la investigación “El efecto de la fuerza de gel del hidroxipropilmetilcelulosa sobre la calidad del pan sin gluten” indica que la hidratación ideal que debe oscilar es de 60 a 80 % para convertirse en una masa viscoelástica, por lo tanto, en el 0 % y 25 % nivel de harina de mashua 65.8 y 63.1 % alcanzaron mejor hidratación.

4.1.2. Índice de Viscosidad

En el índice de viscosidad al utilizar diferentes niveles de harina de mashua, se mostró un valor máximo de 3 en el nivel 0 % y un valor mínimo de 1 en los niveles 50 y 75 %. En cuanto a las alfa-amilasas un valor de -0.112 Nm/min al nivel 0 %, -0.168 Nm/min al nivel 50% y -0.050 Nm/min al nivel 75%, es decir que no se encuentran dentro de los valores establecidos, mencionando a (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12) deben fluctuar un valor estándar de 8. Según (Molfese., 2020, p. 1) en la investigación “Reducción de la calidad comercial e industrial de trigos en la campaña 2020/21 por brotado en pre cosecha” menciona que se consideran masas con baja viscosidad por el contenido de alfa-amilasas, en el cual obtuvieron un valor positivo de 500 FN/3.33 min convertido en Nm/min un valor de 0.002 α -amilasas, diciéndose así no llegan a su alcance máximo para la hidrólisis del almidón, producidas por el daño del almidón.

4.1.3. Índice de Retrogradación

En el índice de retrogradación al utilizar diferentes niveles de harina de mashua, se obtuvo valores máximos de 6 al nivel 25, 50 y 75 % y un valor mínimo de 5 en el nivel 0%. En cuanto a las alfa y beta amilasas trabajadas alcanzan temperaturas óptimas de 60 a 70 °C, encontrándose dentro de los valores obtenidos, siendo así que las alfa y beta amilasas trabajan a temperaturas adecuadas, mencionando a (Chopin Applications Laboratory, 2012.p. 12) que alcanzan un valor estándar de 7, concordando con (Ronquillo., 2012, p. 40) en la investigación de “Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo” menciona que esto se debe por las temperaturas que actúan en las amilasas con temperaturas de 60 a 70°C para producir una retrogradación adecuada en las masas.

4.1.4. Comportamiento reológico en los diferentes niveles de mashua

Tabla 2-4: Resultados obtenidos de Mixolab Standard de los diferentes niveles de harina de mashua

NIVELES DE HARINA DE MASHUA											
VARIABLES	0%		25%		50%		75%		D.E.E.		Prob.
ESTABILIDAD (min)	10.45 c		9.53 b		11.65 d		8.86 a		0.1		<0.0001
	Tiempo (min)	Par (Nm)									
C1: Desarrollo de la masa	8.44 b	1.12 b	7.64 b	1.09 ab	7.87 b	1.12 a	1.46 a	1.12 ab	0.03	0.01	<0.0001
C2: Debilitamiento de Proteínas	17.15 a	0.42 b	17.66 b	0.32 a	18.39 c	0.42 b	19.17 d	0.52 c	0.05	0.01	<0.0001
C3: Gelatinización del Almidón	22.9 a	1.35 b	24.46 b	1.4 b	24.42 b	1.36 b	23.08 a	0.91 a	0.11	0.03	<0.0001
C4: Actividad Amilásica	31.27 b	1.41 b	31.36 b	1.24 ab	30.33 a	1.25 ab	29.95 a	1.11 a	0.12	0.06	<0.0001
C5: Retrogradación del Almidón	45.02 b	1.74 a	45.01 ab	2.04 b	45.01 ab	2.05 b	45.00 a	1.72 a	0.2	0.05	<0.0001

D.E.E.: Desviación estándar del error

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob < 0,05: Existen diferencias significativas

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes con relación al tratamiento control (0% H. Trigo), difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Muñoz, 2022

4.1.4.1. Estabilidad

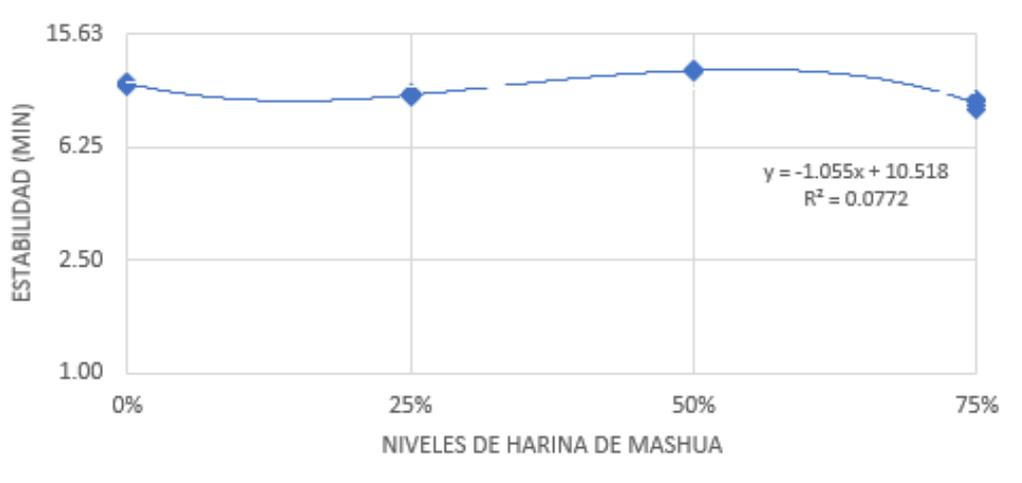


Ilustración 2-4: Comportamiento de la estabilidad en diferentes niveles de harina de mashua

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

Mediante los datos estadísticos se determinó la estabilidad en los niveles (0, 50, 75 y 100 %) presentando diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), indicando el máximo valor de (11.65 min) al nivel 50% y el mínimo valor de (8.86 min) al nivel 75%, en la presente investigación está dentro del tiempo estimado, concordando con (Sandoval et al., 2012.p. 127) que la harina de trigo para considerar fuerte o una masa estable, el tiempo óptimo de estabilidad a alcanzar es (7.90 min), calificando como una harina fuerte, estableciendo en el análisis de regresión una tendencia lineal como se muestra en la Ilustración 2-4, que en el nivel 25 % de harina de mashua tiende aumentarse y en el nivel 75 % de harina de mashua disminuye su estabilidad.

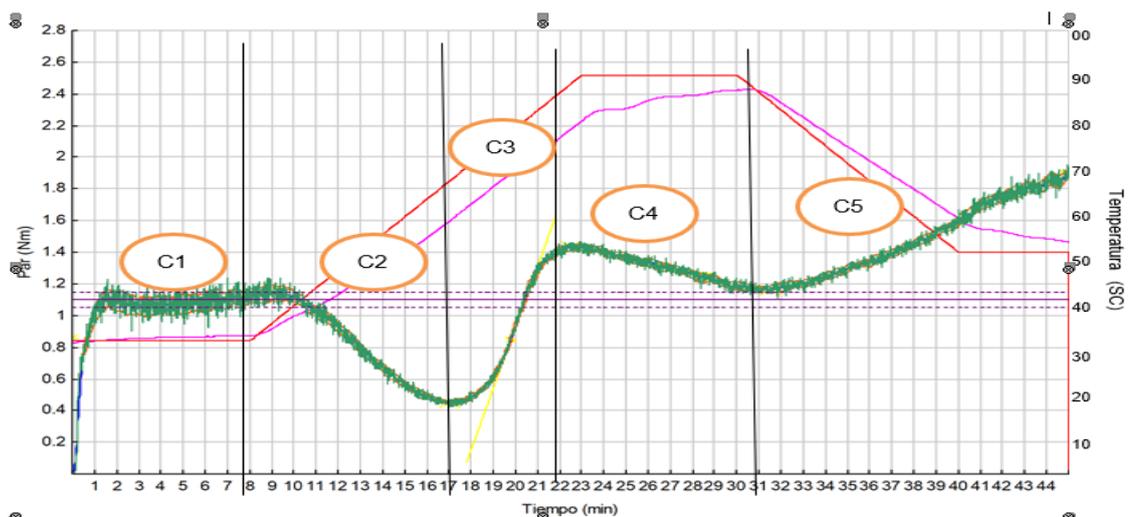


Ilustración 3-4: Comportamiento de las curvas de Mixolab en los diferentes niveles

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

4.1.4.2. C1: Desarrollo de la masa

En la C1: en desarrollo de la masa, se utilizó los diferentes niveles de mashua al (0, 25, 75 y 100 %) presentando diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) teniendo el valor máximo de 1.12 Par (Nm) en los niveles 0, 50 y 75 %, y un valor mínimo 1.09 (Nm) en el nivel 25%.

Al comprobar con la investigación de (Sandoval et al., 2012. p.127) el desarrollo de las mezclas dentro del equipo Mixolab alcanzan el par de 1,1 Nm, la masa sigue constante ante las deformaciones, siendo ideal por la calidad proteica.

4.1.4.3. C2: Debilitamiento de las proteínas

Los resultados de la curva 2: en el debilitamiento de proteínas presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), revelando un valor máximo de Par (0,52 Nm) al nivel 75 % y un valor mínimo de Par (0,32 Nm) al nivel 25%. En la presente investigación, se indica una consistencia adecuada en las harinas al nivel 0, 25 y 50%, concordando con (Guerra.,2014. p.34) en la investigación “*Estudio de la utilización de la harina de mashua (Tropaeolum Tuberosum) en la obtención del pan de molde*” porque si se obtiene un valor inferior a 0,5 Nm se considera una masa de consistencia adecuada, pero con un rendimiento muy bajo, a diferencia del nivel 75 % que se encontró una consistencia elevada, esto puede deberse a la calidad proteica por la fuerza y extensibilidad de las masas de la C2 (Gunsha., 2020. pp. 41-43).

4.1.4.4. C3: Gelatinización del almidón

En la gelatinización del almidón en los diferentes niveles de harina de mashua presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), revelando un valor máximo de Par (1.4 Nm) en los niveles al 25 %, y un mínimo valor en el nivel 75% de (Par 0.91 Nm) es decir no está dentro de los valores determinados, mencionando a (Chopin Applications Laboratory, 2012, p.13) los valores óptimos deben oscilar entre 1.5 a 2.27 Nm, en la investigación de (Rivera et al., ca. 2018, p.18.) dice que la causa principal es por no poseer una buena calidad enzimática necesaria para gelatinización del almidón, dado que las enzimas catalizan los productos finales para producir una hidrólisis enzimática del glucógeno que es glucosa.

4.1.4.5. C4: Actividad amilásica

Los datos que se obtuvieron presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) con un valor máximo de Par (1.41 Nm) al nivel 0% y un valor mínimo de Par (1.11 Nm) al nivel 75% trabajando a temperaturas de 86.8 °C en todos los niveles, los resultados obtenidos en esta curva se encuentran dentro de los valores establecidos por el valor óptimo es 0.95 a 2.12 Nm,

mencionando a (Chopin Applications Laboratory, 2012, p.13) esto sucede por las dextrinas que siguen actuando con el almidón por la enzima α -amilasa, β -amilasa y γ -amilasa en temperaturas de 55 y 90 °C, ayudando a mejorar el proceso de cocción para dar lugar a la gelatinización del almidón (Gunsha., 2020. pp.41-43).

4.1.4.6. C5: Retrogradación del almidón

El resultado obtenido por el equipo presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), valores máximos en el nivel 50 % de Par 2.05 Nm y valores mínimos en el nivel 75 % de Par 1.74 Nm. Los valores son óptimos ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la investigación (Chopin Applications Laboratory, 2012, p.13) oscilando valores de 1.46 - 3.73 Nm, es decir el valor de C5 de retrogradación es menor, lenta y prolonga el tiempo de vida útil del producto final, concordando con (Gunsha., 2020. pp.41-43) en la investigación “Utilización de cuatro niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas” que esto sucede por la recristalización del almidón provocando una amilosa hidratada y formando puentes cruzados de hidrógeno en cadena lineal de la amilopectina y como consecuencia produce rigidez en el alimento.

4.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de las gomas elaboradas en relación 1:1, 2:1, 1:2

Los resultados de la composición fisicoquímico de las gomas comestibles con diferentes niveles de mashua se reporta en la tabla 3-4, lo mismos que detallan a continuación:

Tabla 3-4: Resultados obtenidos de los parámetros bromatológicos de los diferentes niveles de mashua

NIVELES DE HARINA DE MASHUA						
VARIABLES	0%	25%	50%	75%	D.E.E.	PROB.
Humedad	10.18 a	10.86 a	11.34 bc	12.28 c	0.11	<0.0001
Sacarosa	18.27 a	18.87 b	19.40 c	20.04 d	0.09	<0.0001
Fibra	0.25 a	0.42 b	0.54 b	0.70 c	0.03	<0.0001

D.E.E: Desviación estándar del error

Prob < 0.05: Existen diferencias significativas.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes con relación al tratamiento control (0% H. Trigo), difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022

4.2.1. Humedad

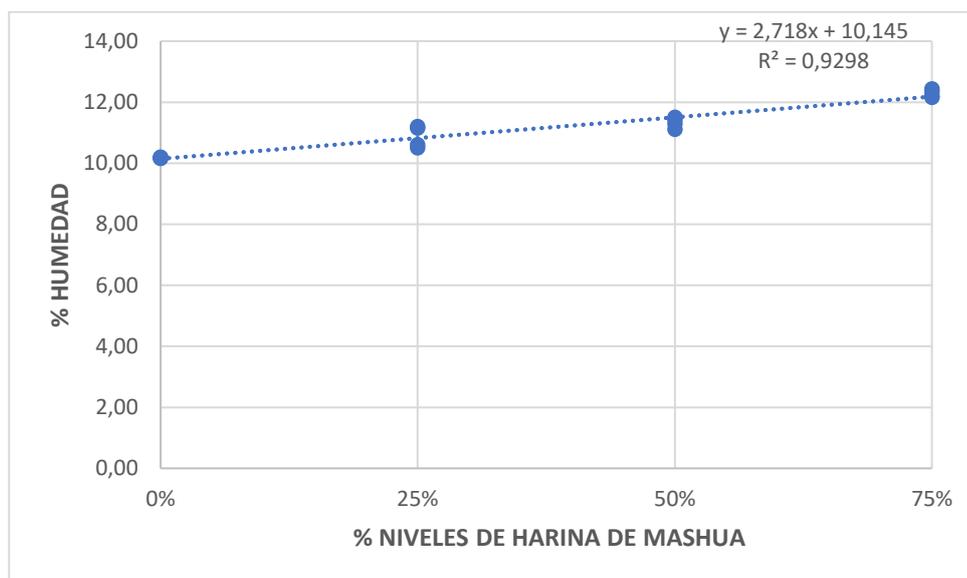


Ilustración 4-4: Comportamiento del contenido de humedad en las gomitas comestibles

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022

Entre los diferentes niveles de harina del mashua en la elaboración de gomitas comestibles, el contenido de humedad presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), al nivel 75 % presentó un valor máximo de 12.28 %, el mismo que difiere estadísticamente con el nivel 0 % que presentó un valor mínimo de 10,18 %. El límite establecido por la norma (NTE INEN 2217: 2012) menciona que la humedad obtenida se encuentra dentro de los rangos máximos de 25%. Según (Guerra., 2014. p. 35) la variabilidad de la humedad depende de la harina de mashua por presentar menor capacidad de absorción de agua en harinas no convencionales como indica en la tabla 10-4, ya que a mayor humedad necesita mayor temperatura y tiempo de deshidratación, y en la investigación se mantuvo constante en todos los niveles. Comparando con una gomita comercial como indica (Bravo et al., 2020. p. 127) y (Pasquel., 2013, p. 25) una humedad oscila entre 12 y 22% dependiendo del contenido de azúcares y almidones e hidrocoloides, en cuanto a la utilización de saborizantes, aromatizantes y colorantes artificiales repercuten un pequeño porcentaje en esta determinación. Por otro lado, se puede considerar que al nivel 75% se acerca a un nivel óptimo de humedad a comparación de los demás niveles, para el posterior análisis sensorial de acuerdo con la textura, sabor y color.

En cuanto al análisis de regresión se establece una tendencia lineal, que al aumentar los niveles 25 % de harina de mashua, la humedad la gomita comestible aumenta, hasta llegar el nivel 75 % de harina de mashua como se puede observar en el Ilustración 4-4

4.2.2. Sacarosa

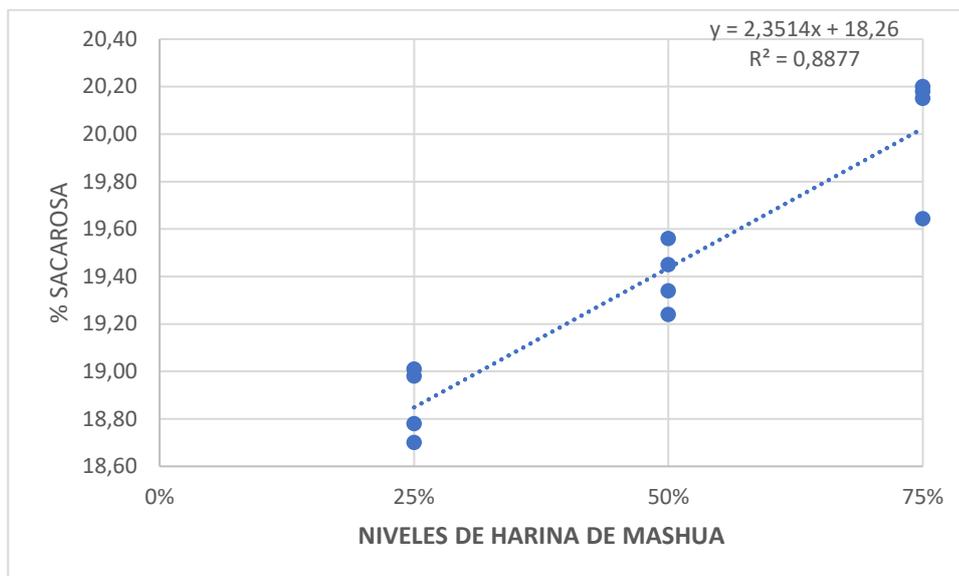


Ilustración 5-4: Comportamiento del contenido de sacarosa en las gomitas comestibles

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022

En base a los resultados obtenidos de la tabla 10-4 la sacarosa presenta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) al utilizar diferentes niveles de harina de mashua en la elaboración de gomitas comestibles; estableciendo que al nivel 75 % un valor de 20,04 %, el mismo que difiere estadísticamente al nivel 0 % un valor de 18,27%. El límite establecido por la norma (NTE INEN 2217: 2012) menciona que la sacarosa obtenida se encuentra dentro de los rangos máximos de 50%, coincidiendo con (García., 2016, p. 68) quien reporta en la elaboración de una gomita con una harina no convencional, determino un valor de 40.1 % de azúcares a un nivel del 83.94 % de harina de mashua, también refiriéndose que las mismas harinas no convencionales poseen azúcares que incrementa el porcentaje de sacarosa, también el exceso de sacarosa máximo de 50% permitido por la norma, provoca que estos tratamientos sufran cristalización en lo cual se ve afectado en su textura por ser poco elástica y muy arenosa (Pasquel., 2013, p. 25). Según (Bravo et al., 2020. p. 127) indica a los ingredientes como la sacarosa y jarabe de glucosa, ayudan a crear una interacción más efectiva para la gelatinización de gomas comestibles. Por ello se considera, que el mejor tratamiento es al nivel 75%, ya que mientras este dentro de los rangos establecidos por la norma se alcanza la calidad requerida, por lo tanto, si es menor el contenido de azúcares cambia de igual forma su textura y sabor del producto elaborado.

En el análisis de regresión se establece una tendencia lineal, que al aumentar los niveles 25 % de harina de mashua, la sacarosa de la gomita comestible aumenta, hasta llegar el nivel 75 % de harina de mashua como se puede observar en el Ilustración 5-4

4.2.3. Fibra

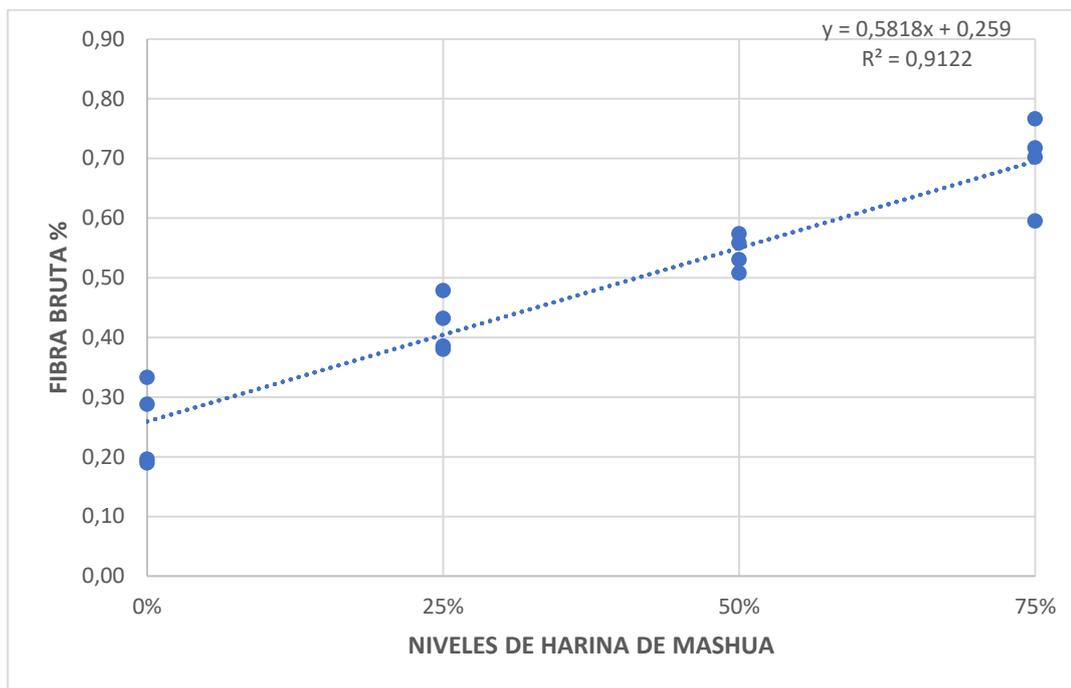


Ilustración 6-4: Comportamiento del contenido de fibra en las gomitas comestibles

Realizado por: Muñoz Chafra Doménica Gisell, 2022

En la fibra presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) al utilizar diferentes niveles de harina de mashua en la elaboración de gomitas comestibles; estableciendo al nivel 75 % se obtuvo un valor de 0,7 %, y al nivel 0 % un valor de 0,25 %, mencionando a (García., 2016, p. 68) quien reporta en la “Comparación de harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) como espesante para el desarrollo tecnológico de una gomita”, determinó un valor de 0,22 % de fibra con sustitución al 25% harina de oca y 75% de harina de mashua. De acuerdo con (Espín., 2013, p.18) el porcentaje más alto oscilo a 0,9 % por 100 g de mashua, siendo representativo para cualquier alimento funcional. Por lo tanto, se puede considerar que el mejor tratamiento es al nivel 75%, ya que mientras más contenido de fibra tengamos en el producto, estamos cumpliendo dentro de los rangos de ingesta diaria recomendado por (Escudero & González., 2006, pp. 61-72).

Estableciendo un análisis de regresión con una tendencia lineal, que al aumentar los niveles de harina de mashua al 25 % en la elaboración de las gomitas aumenta el porcentaje de estudio, como se puede observar en el Ilustración 6-4

4.2.4. Análisis microbiológicos

La Tabla 4-4, nos indica los resultados que se obtuvieron al realizar el recuento para verificar la presencia de mohos y levaduras de acuerdo con la norma (NTE INEN 2217: 2012).

Tabla 4-4: Resultados microbiológicos del producto elaborado

ANÁLISIS MICROBILÓGICO				
Resultados del producto con los diferentes niveles de mashua				
DETERMINACIÓN	0%	25%	50%	75%
Mohos y Levaduras UFC/g	< 10 ¹ UFC / g			

UFC: Unidades Formadoras de colonias

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

Como se puede observar en la tabla 4-4 no existe presencia en Mohos y Levaduras en ninguno de los tratamientos.

De acuerdo con la norma (NTE INEN 2217: 2012), la cual habla sobre las referencias de las determinaciones microbiológicas en las gomitas comestibles, mostrando una referencia de las UFC (Unidades Formadoras de Colonias) que pueden estar representes en un alimento la misma que se puede verificar en la tabla 4-4, se exterioriza que los resultados obtenidos están dentro de las referencias establecidas dado que es $> 1,0 \times 10^3$, resultado de haber trabajado con la inocuidad respectiva y aplicando las buenas prácticas de manufactura .

De acuerdo con (García., 2016, p. 68) quien indica en su proyecto de titulación obtuvo resultados negativos para la presencia de Mohos y Levaduras, sustentando esto ya que el producto o muestra no se sometió a una elevada actividad de agua, obtuvo un buen índice de absorción y humedad de acuerdo con el mismo equipo Mixolab.

4.2.5. Análisis sensorial

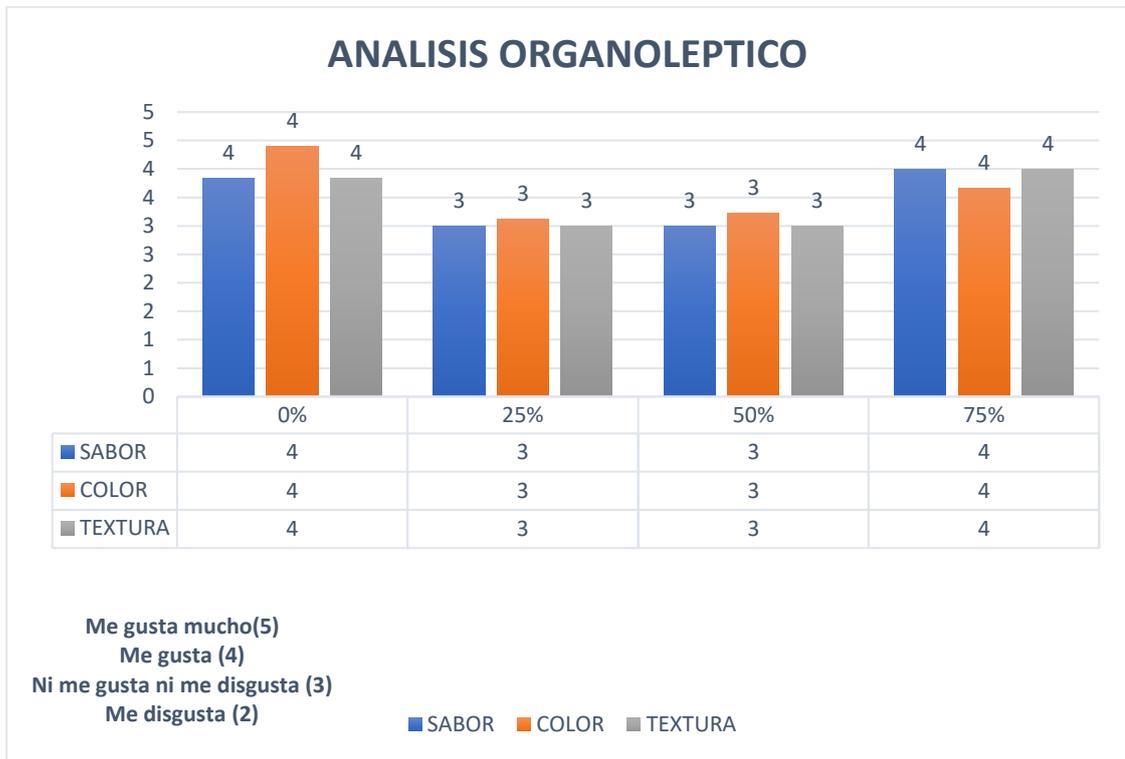


Ilustración 7-4: Preferencia de las gomitas elaboradas con diferentes niveles de harina de mashua

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

Tabla 5-4: Resultados de la prueba hedónica en las gomitas elaboradas

NIVELES DE HARINA DE MASHUA						
Parámetros	0%	25%	50%	75%	H.cal	Prob.
Sabor	4	3	3	4	96.02	<0.001
	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta		
Color	4	3	3	4	134.02	<0.001
	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta		
Textura	4	3	3	4	57.33	<0.001
	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta ni me disgusta	Me gusta		

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

Los datos obtenidos en el análisis sensorial de la gomita comestible elaborada con distintos niveles de harina de mashua y al haber evaluado a 150 catadores no entrenados, con una prueba hedónica escalar de 5 puntos, donde los parámetros fueron; sabor, color y textura se afirma en los niveles 0 y 75 % obtuvieron mejor aceptabilidad en cuanto al sabor, color y textura, como se observa en la tabla 5-4.

En el sabor su mejor aceptabilidad al nivel 75% ocasionó por el contenido azúcares presente en harina de mashua, en los ingredientes como la sacarosa y aditivos utilizados. En el color por la mezcla de color rojo y el color marrón otorgando un color único al consumidor. Y en la textura por qué desde la materia prima se identificó una harina con mayores propiedades reológicas.

Coincidiendo con (García., 2016, p. 27) manifiesta en su investigación “La Comparación de espesante de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y Oca (*Oxalis tuberosa*) en el Desarrollo de tecnología de gomitas”, oscilan entre 4 y 3 me gusta y no me gusta ni me disgusta en el tratamiento en los niveles de harina mashua 75% y oca de 30 %, tanto en el color, sabor y olor.

4.3. Los costos de producción y el índice beneficio costo del producto en estudio

4.3.1. Análisis económico

4.3.1.1. Costo de producción

El costo de producción por cada kg de gomita comestible elaborado en diferentes concentraciones de harina de mashua, obteniendo el costo de producción más alto al utilizar el 0 % de harina de mashua con un valor que oscila entre los \$ 0.29, sin embargo, al emplear el tratamiento 25 y 75%, se obtiene el menor costo de producción con \$ 0.20 como se observa en la tabla 13-4. Demostrando de esta forma que no se requeriría gran inversión adicional con una gomita comercial de \$ 0.5.

4.3.1.2. Beneficio/Costo

De acuerdo con el indicador beneficio/costo, se determinó que, las diferentes concentraciones de harina de mashua generan la misma rentabilidad, es así como, se obtuvo un B/C de \$ 0.22 utilizando el 0 % de harina de mashua mientras conforme va aumentando los niveles de mashua el beneficio – costo va incrementando considerablemente, para cada tratamiento, como se aprecia en la tabla 6-4.

Tabla 6-4: Análisis económico de la elaboración de una gomita comestibles en diferentes niveles de mashua

INSUMOS	%	COSTO / Kg	NIVELES DE HARINA DE MASHUA			
			0%	0.25%	0.50%	0.75%
Harina de trigo	0.45	\$1.59	\$0.39	\$0.30	\$0.20	\$0.08
Harina de mashua	0.45	\$1.25	\$0.31	\$0.08	\$0.16	\$0.23
Jarabe de glucosa	0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15	\$0.15
Azúcar	0.25	\$0.35	\$0.06	\$0.06	\$0.06	\$0.06
Ácido cítrico	0.05	\$0.05	\$0.01	\$0.01	\$0.01	\$0.01
Saborizante fresa	0.05	\$0.05	\$0.01	\$0.01	\$0.01	\$0.01
Colorante rojo	0.05	\$0.05	\$0.01	\$0.01	\$0.01	\$0.01
Uso de Equipos			\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10
Mano de obra			\$0.10	\$0.10	\$0.10	\$0.10
TOTAL, EGRESOS			\$1.14	\$0.82	\$0.80	\$0.75
Cantidad obtenida (250 g c/u)			4	4	4	4
Costo de unitario			\$0.29	\$0.20	\$0.20	\$0.19
PVP (Precio Venta Público)			\$0.50	\$0.50	\$0.50	\$0.50
BENEFICO/COSTO			\$0.22	\$0.30	\$0.30	\$0.31

Realizado por: Muñoz Chafla Doménica Gisell, 2022

CONCLUSIONES

Los análisis realizados en el Mixolab Standard permitieron analizar el perfil reológico de las masas provenientes de las mezclas de harinas de mashua y harina de trigo, donde se evidenció que los índices de absorción, viscosidad y retrogradación se encontraron dentro los parámetros del equipo 50% y 75% harina de mashua, que al interpretar las curvas C1 (desarrollo de la masa) al C5 (retrogradación) disminuyeron significativamente, existiendo defecto en la C2 debilitamiento de proteína por no contener gran cantidad de gluten y por lo tanto en la posterior C3 la gelatinización el gluten sigue afectando por la calidad del almidón

En cuanto al análisis fisicoquímico y microbiológico cumple con la norma NTE INEN 2217: 2012 para las gomitas elaboradas están bajo los parámetros establecidos, encontrándose apto para el consumo humano en el nivel 75%.

La cantidad de fibra que presento en la elaboración de una goma comestible registró diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), observándose los mejores resultados al aplicar el T4 (75% HM) con un 0,70 % de fibra, recomendado por la ingesta diaria recomendada en los seres humanos.

Al realizar el análisis sensorial (sabor, color y textura) de todos los tratamientos de las gomitas elaboradas con diferentes niveles de harina de mashua, las valoraciones oscilaron entre “me gusta” y “no me gusta ni me disgusta”, siendo el de mayor aceptabilidad el tratamiento elaborado con el nivel de 0% y 75 % de harina de mashua en el sabor, color y textura.

Con respecto al beneficio/costo de la gomita elaborada, se reportó que en todos los tratamientos de harina de mashua se generan utilidades satisfactorias entre 0.22 centavos por dólar invertido en la elaboración del producto

RECOMENDACIONES

Elaborar una gomita comestible con harina de mashua con una sustitución parcial del 50 % y 75 % de harina de mashua, garantiza la correcta gelatinización y la fibra que contiene este tubérculo, además de poseer su estructura específica de una gomita en tanto a su textura, color y sabor.

Al mejor tratamiento se recomienda realizar estudios reológicos de la goma comestible

Las temperaturas en el proceso de elaboración se deben tener en cuenta y si se puede emplear maquinaria industrializada adecuada para este producto, para que sus características organolépticas mejoraría en cuanto su textura.

Continuar con la investigación del empleo del mashua para la elaboración de nuevos productos alimenticios

Incentivar el consumo de productos elaborados con harina de mashua, debido a que al poseer un alto contenido de fibra y propiedades reológicas que nos ayudaría en la elaboración en el desarrollo de nuevos productos

BIBLIOGRAFÍA

YURIVILCA Richard; et al. “*Gomitas de beterraga*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad San Ignacio De Loyola, Facultad de Ingeniería. 2019. pp. 45-46. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d4eff334-83d4-458b-b613-df3f3deb675e/content>

PASQUEL, B. “*Desarrollo de una gomita masticable de mora (Rubus Glaucus) fortificada con carbonato de calcio*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad San Francisco De Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería. 2013. pp. 11. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2898>

URRESTA, E. “Evaluación del valor nutricional de la harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) en dietas para pollos de engorde” [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. 2017. p. 4. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2062/1/CD-2866.pdf>

PROMPERÚ. “*La mashua negra y sus propiedades anticancerígenas*” [blog]. Perú: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 19 de septiembre, 2017. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://peru.info/es-pe/gastronomia/noticias/2/12/la-mashua-negra-y-sus-propiedades-anticancerigenas>

ESPIN, C. “*Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias de la Hospitalidad. 2013. p. 18. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1614/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

EL TELEGRAFO. “*Mashua, Tubérculo de origen nativo, en los andes*”. *Revista Patrimonio Alimentario* [en línea], 2013, (Ecuador) 1(2), pp. 4-5. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/PAlimentario-N2.pdf>

ESCUADERO ÁLVAREZ, E; & GONZÁLEZ SÁNCHEZ, P. “*Fibra Dietética*” *Revista Redalyc* [en línea], 2006, (España), pp. 61-72. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309226709007.pdf>

SAMANIEGO, L. “*Caracterización de la mashua (Tropaeolum Tuberosum C.) en el Ecuador*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2010. pp. 17. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4870/1/41732_1.pdf

PERUVIANS. “*Harina, polvo y triturado*” [blog]. Productos Naturales Orgánicos, 2020. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://peruvianexport.com/project/harina-polvo-y-triturado/>

BERNABÉ MEZA, Yesica; & CANCHO MALLMA, Fanny. “*Caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de khaya y oca (oxalis tuberosa) para uso industrial*”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Facultad De Ingeniería En Industrias Alimentarias. 2017. pp. 47-65. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/7946/dcede2005-40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BARRERA, G. “*Efecto del almidón dañado sobre las propiedades de las masas panarias y la calidad de los panificados*” [en línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2014. pp. 17. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1963>

LEMA, S. “*Estudio de pre-factibilidad para la creación de una planta procesadora de harina de mashua en el sur de la ciudad de Guayaquil*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Agraria Del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 2021. pp. 38-39. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LEMA%20LOPEZ%20STHEFANIA%20LISSETTE.pdf>

GUERRA, A. “*Estudio de la utilización de la harina de mashua (Tropaeolum Tuberosum) en la obtención del pan de molde*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2014. p. 31. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5061/1/55524_1.pdf

CONTRERAS Oscar; et al. “*Comportamiento reológico de mezclas: harina de trigo-almidón nativo de banano Cavendish destinadas para panificación*” *Revista de Investigación Talentos* [en línea], 2017, (Ecuador) 4(2), pp. 51-54. [Consulta: 18 marzo 2022]. ISSN 2631-2476. Disponible en: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/18/19>

LALALEO, D. “*Caracterización reológica de suspensiones elaboradas a partir harina y residuos de banano de rechazo*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2017. p. 21. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24739/1/AL%20621.pdf>

SANDOVAL Galo; et al. “*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*”. [En línea] (Tesis de Grado). Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2012, p.126-127. [Consultado: 03 de 10 de 2019]. Disponible en: [file:///D:/Archivos/Downloads/Dialnet-RheologicalStudyOfMixedFlour5113806%20\(3\).pdf](file:///D:/Archivos/Downloads/Dialnet-RheologicalStudyOfMixedFlour5113806%20(3).pdf)

MOLFESE, E; & DI PANE, F. “*Reducción de la calidad comercial e industrial de trigos en la campaña 2020/21 por brotado en pre cosecha*” *Rev. Fiesta Provincial del Trigo*. [en línea], 2021, (Argentina) 1(1), pp. 1-3. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/reduccion-de-la-calidad-comercial-e-industrial-de-trigos-en-la-campana-2020-21-por-brotado-en-pre-cosecha>

RONQUILLO, H. “*Estudio del efecto de la adicción de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2012. p. 40. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3093>

WONG, X. “*Utilización de goma xanthan y monoglicérido destilado para el mejoramiento de la textura del pan elaborado a partir de almidón de yuca (manihot esculenta).*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. 2012. pp. 53-54. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3133/3/S.AL%20488.pdf>

GARCIA, D. “*La Comparación de espesante de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y Oca (*Oxalis tuberosa*) en el Desarrollo de tecnología de gomitas*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2016. pp. 2 - 68. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23209/1/AL603.pdf>

THE FOOD TECH. “*Nuevas tecnologías para la producción de artículos de confitería y snacks*” [blog]. Uruguay, 2016. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/nuevas-tecnologias-para-la-produccion-de-articulos-de-confiteria-y-snacks/>

BERNAL Luz; et al. “*Antología*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma Del Estado De México, Facultad Ciencias Agrícolas. 2015. pp. 47-48. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/65010610-Universidad-autonoma-del-estado-de-mexico-facultad-de-ciencias-agricolas.html>

RIOFRÍO, D. “*Elaboración de gomitas en base de remolacha (Beta vulgaris L.)*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2015. p. 4. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.foodnewlatam.com/paises/4967-centro-am%C3%A9rica/6771-el-mercado-de-la-confiter%C3%ADa-tuvo-el-mayor-crecimiento.html>

TORRES, D. “*Optimización de la etapa de hidrólisis ácida en el proceso de fosfatación de almidón por extrusión para la encapsulación de aceite esencial de naranja*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básicas e Ingeniería. 2007. pp. 19-24. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Optimizacion%20de%20la%20etapa%20de%20hidrolisis%20acida.pdf>

ENDO, D. “*Cinética de degradación del contenido de antocianinas en gomitas elaboradas con extracto de Zea Mays fortificados con Hierro Hemo*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Callo, Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. 2018. p. 4. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3563/ENDO%20ROJAS_TESIS_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BRAVO M; et al. “*Evaluación Físico-Química Y Sensorial De Una Golosina Tipo Gomita A Base De Pulpa De Parchita (Passiflora Edulis) Endulzada Con Estevia (Stevia Rebaudiana Bertoni)*”. *Revista Científica A.S.A.* [en línea], 2020, (Ecuador) 1(1), p. 44. [Consulta: 18 marzo 2022]. ISSN 2343-6115. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2830/1768>

REYNA M; et al. “*Hidrolisis enzimática del almidón*” *Rev. Per. Quím.* [en línea], 2004, (Perú) 7(1), pp. 1-5. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/15769%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/15769%20(1).pdf)

RIVERA L; et al. “*Gelatinización y gelificación de almidones*” [en línea] (Trabajo de Maestría en Química). Universidad del Quindío, Química de los Alimentos” [ca. 2018]. p. 14 [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/GELATINIZACION_Y_GELIFICACION_DE_ALMIDON%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/GELATINIZACION_Y_GELIFICACION_DE_ALMIDON%20(1).pdf)

ACOSTA, S. “*Propiedades de films de almidón de yuca y gelatina. Incorporación de aceites esenciales con efecto antifúngico*” [en línea] (Trabajo doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. 2014. p. 18 [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/USER/Downloads/ACOSTA%20-%20PROPIEDADES%20DE%20FILMS%20DE%20ALMID%20C3%93N%20DE%20YUCA%20Y%20GELATINA.%20INCORPORACION%20DE%20ACEITES%20ESENCIALES%20....pdf>

QUISPE, Y. “*Características químicas y propiedades funcionales del almidón de mashua (Tropaeolum tuberosum) de las variedades amarilla y negra*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional José María Arguedas, Facultad de Ingeniería. 2018. p. 14 [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Optimizacion%20de%20la%20etapa%20de%20hidrolisis%20acida.pdf>

ENDO, D. “*Cinética de degradación del contenido de antocianinas en gomitas elaboradas con extracto de Zea Mays forticados con Hierro Hemo*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Callo, Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. 2018. p. 4. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3563/ENDO%20ROJAS_TESIS_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NTE INEN 2217: 2012. *PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.*

MALLQUI, E. “Creación de una empresa de producción y comercialización de té de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la Parroquia Santa Rosa.” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Administrativas. 2017. pp. 44-45. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en:

<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/4870>

CALCANEO, Gloria. “Usos del Almidón – Proveedor de materias primas para industria alimenticia” [blog]. Corporativo Químico Global, 2022. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://quimicoglobal.mx/usos-del-almidon-proveedor-de-materias-primas-para-industria-alimenticia/>

DEIS, Ronald. “Empleo de los Almidones en Confitería” [blog]. Mundo Alimentario, 2007. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en:

<http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/123456789/3792/5/M000459.pdf>

PÉREZ, S. “Efecto de la fuerza de gel del hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) sobre la calidad del pan sin gluten”. [en línea] (Trabajo de maestría). Universidad de Valladolid, Facultad de Ingenierías Agrarias. 2014. pp. 20-30. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en:

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6597/TFM-L167.pdf?sequence=1>

NÚÑEZ, B. “Efecto de aceites de soya (*Glycine max*), oliva (*Olea europaea*) y palma (*Arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y trigo (*Triticum aestivum*)”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2014. p. 18. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26309/1/AL%20640.pdf>

NTE INEN 2217: 2012. PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS.

LOPÉZ VELASCO, Diana; & SABOGAL FORERO, Oscar. “Gomas empleadas en la industria de alimentos” *Revista Grupo de Investigación en Alimentos y Agroindustria* [en línea], 2018, (Colombia), pp. 43-48. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n2/a03v9n2.pdf>

GRUPO BLUMOS. *Gomitas en base a almidones y pectinas: oportunidad para la creación de nuevas texturas* [blog]. Chile, 25 de octubre, 2021. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en:

<https://www.blumos.cl/gomitas-en-base-a-almidones-y-pectinas-oportunidad-para-la-creacion-de-nuevas-texturas/>

LABAU, E. *Candy Making for Beginners* [blog]. California, 19 de marzo 2019. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.thespruceeats.com/candy-making-for-beginners-520303>

ECHEVERRY GARZON, Juan; & HERNANDEZ FLORES, Mónica. “Cambio en la productividad de los sectores colombianos: textiles-confecciones, avícola-porcícola, siderurgia-metalmeccánica y galletería-confitería chocolatería”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de los Andes, Facultad de Economía. 2005. pp. 47-65. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/7946/dcede2005-40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CABEZAS Claudia; et al. “Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura” *Rev. Fac. Med.* [en línea], 2016, (Colombia) 64(2), pp. 319-29. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>.

BELLAERA Florencia; et al. “Jarabe de maíz de alta fructosa, sus implicancias en la salud y la información disponible en el rotulado de los alimentos” *Revista Nutrición investiga* [en línea], 2012, pp. 132-133. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: http://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/19a/rb/851_c.pdf

RANKEN, M. “Manual de Industria de los Alimentos”. 2ª ed., Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España pp. 399 - 435.

AMERICAN LICORICE COMPANY. *RED VINES Original Red Licorice Twists, 16oz Bag* [blog]. USA, 25 de octubre, 2021. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://shop.americanlicorice.com/products/red-vines-16oz-lay-down-bag>

NUÑÉZ, B. “Efecto de aceites de soya (*Glycine max*), oliva (*Olea europaea*) y palma (*Arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y trigo (*Triticum aestivum*)”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2017. pp. 17-24. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26309/1/AL%20640.pdf>

CHOPIN TECHNOLOGIES. *Mixolab 2. Mide las características de la masa durante el amasado y calidad de la proteína y del almidón.* [blog]. Fracia-Paris: 2016. p.1.[Consultado: 18

marzo de 2022]. Disponible en: file:///G:/%C2%A0/perfil%20de%20tesis/MIXOLAB2_leaflet_ES_20160901.pdf

PASQUEL, B. “*Desarrollo de una gomita con masticable y demora (Rubus Glaucus) fortificada con carbonato de calcio*”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencia e Ingeniería. 2013. pp. 2- 47. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2898/1/109464.pdf>

BUSTAMANTE, M. “*Elaboración de gomitas confitadas a partir del mucilago del Melloco (Ullucus tuberosum)*”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 2020. p. 47. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BUSTAMANTE%20MERCHAN%20DOMENICA%20NATHALY.pdf>

CELI, M. “*Elaboración de gomitas confitadas a partir del mucilago del Melloco (Ullucus tuberosum)*”. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 2020. p. 47. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BUSTAMANTE%20MERCHAN%20DOMENICA%20NATHALY.pdf>

GUNSHA, M. “*Utilización de cuatro niveles de harina de mashua en la elaboración de galletas*”. [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. 2020. pp. 41-43. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15505/1/27T00456.pdf>

OCAÑA, I. “*Caracterización Físicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrautilizados*” [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. 2019. p. 7. [Consulta: 18 marzo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30002/1/AL%20707.pdf>


Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
DBRA



ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS REOLÓGICOS

TEST - T 0 100% TRIGO R1

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

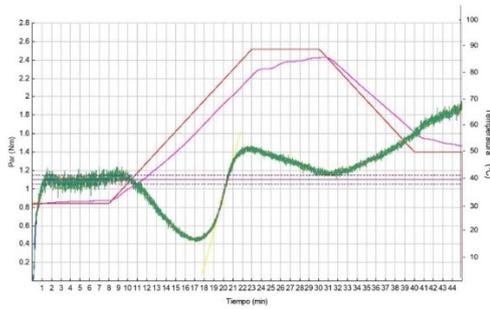
TEST - T 0 100% TRIGO

Fecha : 18/10/2022 Hora : 15:55
Muestra : 65.8 % base 14% (b14)
Contenido de : 13.10 %
Indice : 8-52-244

Protocolo : Chopin+
Peso de la masa : 75.0 g
Temperatura del depósito : 30.0 °C
Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0.124	N/m ² /min
β :	0.386	N/m ² /min
γ :	-0.018	N/m ² /min

	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8.88	1.153	32.4	0.115	10.50
C5	8.00	1.115	31.3		7.13
C2	17.05	0.449	57.2		
C3	22.55	1.438	77.8		
C4	31.53	1.161	85.3		
C5	45.02	1.892	52.3		



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 0 100% TRIGO

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	13.1 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	Ie	%
Falling Number	s	Hydration	65.8 % base 14% (b14)

TEST - T 0 100% TRIGO R2

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

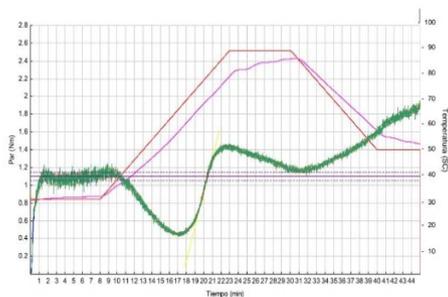
TEST - T 0 100% TRIGO R2

Fecha : 18/10/2022 Hora : 15:55
Muestra : 65.8 % base 14% (b14)
Contenido de : 13.10 %
Indice : 8-52-244

Protocolo : Chopin+
Peso de la masa : 75.0 g
Temperatura del depósito : 30.0 °C
Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0.124	N/m ² /min
β :	0.386	N/m ² /min
γ :	-0.018	N/m ² /min

	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8.50	1.101	32.4	0.115	10.60
C5	8.00	1.115	31.3		7.13
C2	17.15	0.423	57.2		
C3	22.88	1.224	77.8		
C4	31.30	1.543	85.3		
C5	45.03	1.692	52.3		



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 0 100% TRIGO R2

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	13.1 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	Ie	%
Falling Number	s	Hydration	65.8 % base 14% (b14)

TEST - T 0 100% TRIGO R3

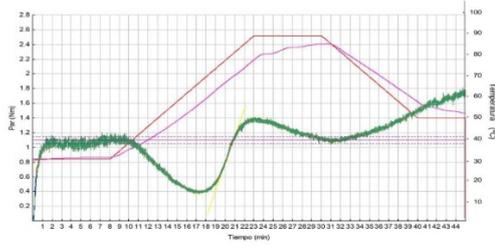
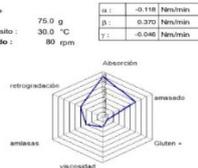
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 0 100% TRIGO (R)

Fecha : 19/10/2022 Hora : 08:50
Muestra : Protocolo : Chopin+
Peso de la masa : 75.0 g
Hydratation : 65.8 % base 14% (b14) Temperatura del depósito : 30.0 °C
Contenido de humedad : 13.10 % Velocidad de amasado : 80 rpm
Índice : 8-61-234

	Tempo (min)	Paq (Paq)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Paq)	Estabilidad (Paq)
C1	8.15	1.117	31.0	0.081	10.40
C5	8.00	1.101	31.0		6.62
C3	17.20	0.394	56.4		
C4	23.00	1.384	78.4		
C4	31.00	1.065	65.8		
C5	45.02	1.744	52.4		



TEST Amasador 1/2 Nº de aparato: Versión 4.1.2.7+4.1

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 0 100% TRIGO (R)

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	13.1 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	PL	
Gluten	%	Ie	%
Falling Number	s	Hydratation	65.8 % base 14% (b14)

TEST - T 0 100% TRIGO R4

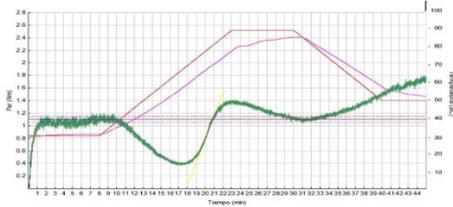
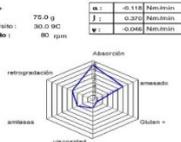
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 0 100% TRIGO R4

Fecha : 19/10/2022 Hora : 08:50
Muestra : Protocolo : Chopin+
Peso de la masa : 75.0 g
Hydratation : 65.8 % base 14% (b14) Temperatura del depósito : 30.0 °C
Contenido de humedad : 13.10 % Velocidad de amasado : 80 rpm
Índice : 8-61-234

	Tempo (min)	Paq (Paq)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Paq)	Estabilidad (Paq)
C1	8.23	1.113	31.0	0.081	10.36
C5	8.00	1.101	31.0		6.62
C2	17.18	0.401	56.4		
C3	23.00	1.364	78.4		
C4	31.20	1.365	65.8		
C5	45.01	1.678	52.4		



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 0 100% TRIGOR4

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	13.1 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	PL	
Gluten	%	Ie	%
Falling Number	s	Hydratation	65.8 % base 14% (b14)

TEST - T 1 75% TRIGO 25% MASHUA R1

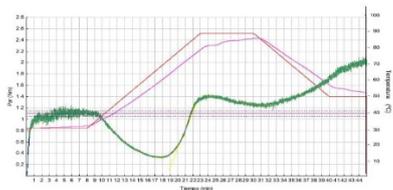
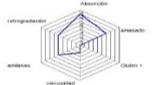
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA

Fecha : 19/10/2022 Hora : 15:56
Muestra : Protocolo : Chopin+
Peso de la masa : 75.0 g
Hydratation : 63.1 % base 14% (b14) Temperatura del depósito : 30.0 °C
Contenido de humedad : 12.20 % Velocidad de amasado : 80 rpm
Índice : 8-60-223

	Tempo (min)	Paq (Paq)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Paq)	Estabilidad (Paq)
C1	8.00	1.127	31.0	0.185	9.30
C5	8.00	1.102	31.0		6.43
C2	17.00	0.308	56.7		
C3	24.00	1.400	80.0		
C4	31.00	1.201	66.0		
C5	45.00	2.016	52.0		



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	12.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	PL	
Gluten	%	Ie	%
Falling Number	s	Hydratation	63.1 % base 14% (b14)

TEST Amasador 1/2 Nº de aparato: Versión 4.1.2.7+4.1

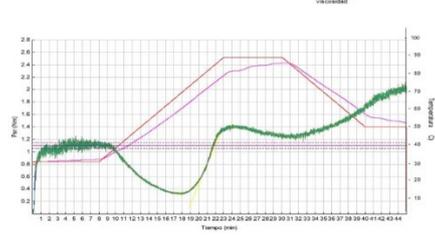
TEST - T 1 74% TRIGO 25% MASHUA R2

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA R2

Fecha :	11/11/2022	Hora :	11:11	Protocolo :	11111111	W1 :	0.000	Nm/min
Muestra :	63.1 % base 14% (b14)	Peso de la masa :	75.0 g	Temperatura del depósito :	20.0 °C	B :	0.300	Nm/min
Hydratation :	12.20 %	Velocidad de amasado :	60 rpm	T :	0.000	Nm/min		
Contenido de								
Indice :								



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	12.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	PL	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydraton	63.1 % base 14% (b14)

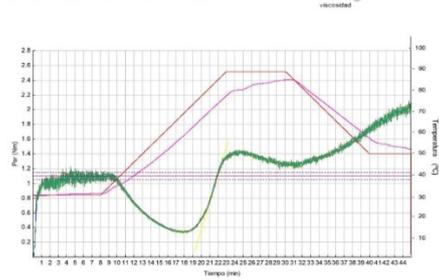
TEST - T 1 75% TRIGO 25% MASHUA R3

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA (R)

Fecha :	20/10/2022	Hora :	09:17	Protocolo :	Chopin+	W1 :	-0.118	Nm/min
Muestra :	63.1 % base 14% (b14)	Peso de la masa :	75.0 g	Temperatura del depósito :	30.0 °C	B :	0.372	Nm/min
Hydratation :	12.20 %	Velocidad de amasado :	60 rpm	T :	-0.009	Nm/min		
Contenido de								
Indice :	8.61-245							



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA (R)

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	12.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	PL	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydraton	63.1 % base 14% (b14)

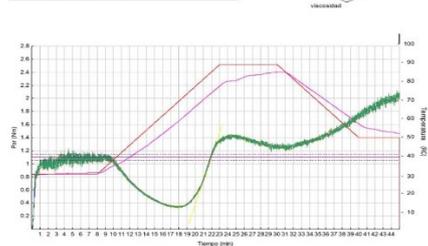
TEST - T 1 75% TRIGO 25% MASHUA R4

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA (R4)

Fecha :	20/10/2022	Hora :	09:17	Protocolo :	Chopin+	W1 :	-0.118	Nm/min
Muestra :	63.1 % base 14% (b14)	Peso de la masa :	75.0 g	Temperatura del depósito :	20.0 °C	B :	0.302	Nm/min
Hydratation :	12.20 %	Velocidad de amasado :	60 rpm	T :	0.000	Nm/min		
Contenido de								
Indice :	8.61-245							



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 2 75% TRIGO 25% MASHUA (R4)

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	12.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	PL	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydraton	63.1 % base 14% (b14)

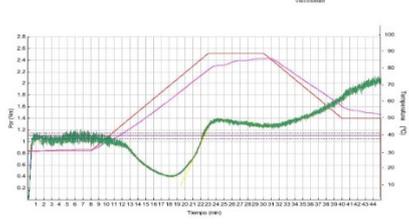
TEST - T 2 50% TRIGO 50% MASHUA

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA

Fecha :	18/10/2022	Hora :	11:26	Protocolo :	Chopin+	m :	0.168	Newton
Muestra :		Peso de la masa :	75.0 g	β :	0.280	Newton		
Hydratation :	59.5 % base 14% (b14)	Temperatura del depósito :	30.0 °C	γ :	0.002	Newton		
Contenido de humedad :	11.20 %	Velocidad de amasado :	80 rpm					
Indice :	0-72-150							



TEST Amasador rpm 52 Nº de apertura Versión 4.1.2.7-4.1

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	11.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydraton	59.5 % base 14% (b14)

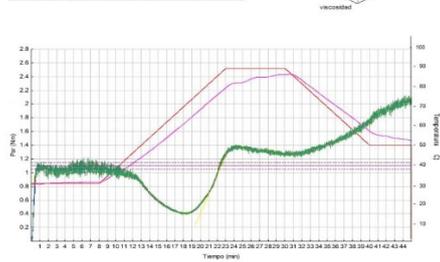
TEST - T2 50% TRIGO 50% MASHUA R2

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA R2

Fecha :	11/11/2022	Hora :	11:11	Protocolo :	Chopin+	m :	0.168	Newton
Muestra :		Peso de la masa :	75.0 g	β :	0.280	Newton		
Hydratation :	59.5 % base 14% (b14)	Temperatura del depósito :	30.0 °C	γ :	0.002	Newton		
Contenido de humedad :	11.20 %	Velocidad de amasado :	80 rpm					
Indice :	0-72-150							



TEST Amasador rpm 52 Nº de apertura Versión 4.1.2.7-4.1

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	11.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydraton	59.5 % base 14% (b14)

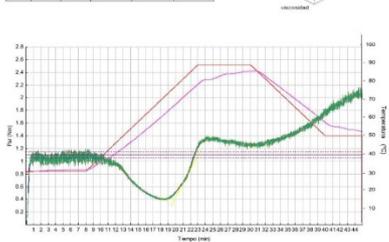
TEST - T 2 50% TRIGO 50% MASHUA R3

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA (R)

Fecha :	18/10/2022	Hora :	13:37	Protocolo :	Chopin+	m :	0.168	Newton
Muestra :		Peso de la masa :	75.0 g	β :	0.280	Newton		
Hydratation :	59.5 % base 14% (b14)	Temperatura del depósito :	30.0 °C	γ :	0.002	Newton		
Contenido de humedad :	11.20 %	Velocidad de amasado :	80 rpm					
Indice :	0-72-150							



TEST Amasador rpm 52 Nº de apertura Versión 4.1.2.7-4.1

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA (R)

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	11.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydraton	59.5 % base 14% (b14)

TEST - T 2 50% TRIGO 50% MASHUA R4

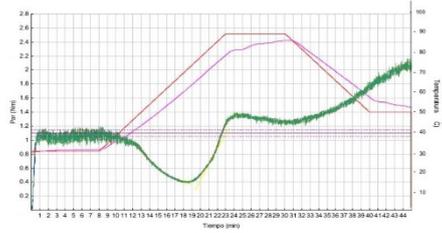
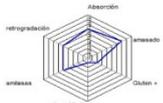
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA (R4)

Fecha: 11/11/2022 Hora: 11:27
Muestra: Protocolo: CHOPIN
Peso de la masa: 75.0 g
Hidratación: 59.5 % (1.1) (1.1) Temperatura del depósito: 30.0 °C
Contenido de humedad: 11.20 % Velocidad de amasado: 11 rpm

Indice:	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8.04	1.095	31.3	0.144	0.86
C2	8.00	1.037	31.9		7.88
C3	19.45	0.423	62.1		
C4	24.33	1.284	81.8		
C5	39.13	1.545	86.5		
C6	45.00	2.049	92.5		



TEST - T 3 75% MASHUA 25% TRIGO

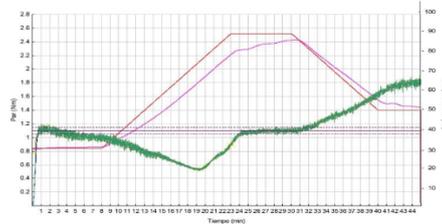
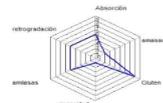
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO

Fecha: 20/10/2022 Hora: 12:49
Muestra: Protocolo: CHOPIN
Peso de la masa: 75.0 g
Hidratación: 58.1 % base 14% (b14) Temperatura del depósito: 30.0 °C
Contenido de humedad: 10.80 % Velocidad de amasado: 80 rpm

Indice:	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	1.82	1.108	30.2	0.085	0.70
C2	8.00	0.984	30.8		0
C3	19.32	0.533	64.8		
C4	25.00	0.995	79.1		
C5	38.00	1.101	86.5		
C6	45.00	1.824	91.3		



Amasador a 80 rpm. Nº de aparato: Versión: 1.2.7-4.1

TEST - T 3 75% MASHUA 25% R2

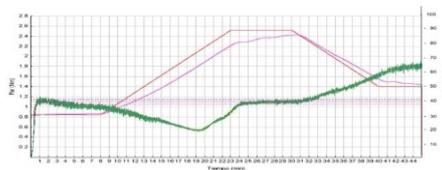
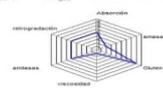
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO R2

Fecha: 11/11/2022 Hora: 11:41
Muestra: Protocolo: CHOPIN
Peso de la masa: 75.0 g
Hidratación: 58.1 % base 14% (b14) Temperatura del depósito: 30.0 °C
Contenido de humedad: 10.80 % Velocidad de amasado: 80 rpm

Indice:	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	1.82	1.074	30.2	0.089	0.89
C2	8.00	0.994	30.9		0
C3	19.15	0.512	64.0		
C4	23.15	0.893	79.1		
C5	29.00	1.180	86.0		
C6	45.00	1.943	91.3		



Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 3 50% TRIGO 50% MASHUA (R)

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	11.2 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydration	59.5 % base 14% (b14)

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	10.8 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydration	58.1 % base 14% (b14)

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	10.8 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydration	58.1 % base 14% (b14)

TEST – T 3 75% MASHUA 25% TRIGO R3

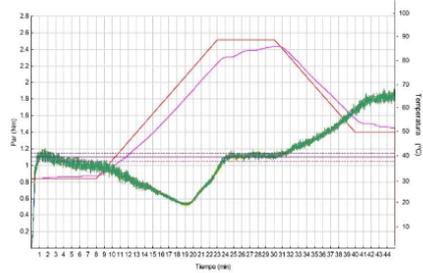
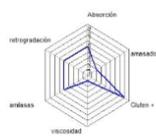
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO (R)

Fecha: 20/10/2022 Hora: 14:00 Protocolo: Chopin+
Muestra: 58.1 % base 14% (b14) Peso de la masa: 75.0 g
Hidratación: 10.80 % Temperatura del depósito: 30.0 °C
Contenido de: 5.28-155 Velocidad de amasado: 80 rpm

Indice:	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	1.27	1.119	30.1	0.083	9.10
C5	8.00	0.896	31.3		0
C2	19.00	0.533	34.5		
C3	23.00	0.943	39.7		
C4	30.00	1.103	49.0		
C5	45.00	1.847	51.5		



TEST Amasador 3.00 Nº de aparato: Versión 4.1.2 (14.6)

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO (R)

Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	10.8 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydration	58.1 % base 14% (b14)

TEST – T 3 75% MASHUA 25% TRIGO R4

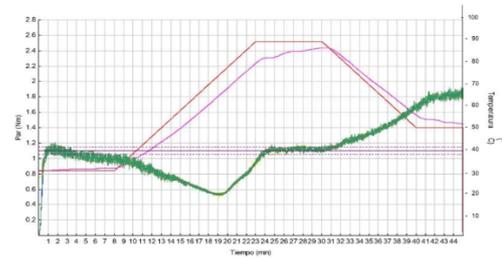
Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO (R4)

Fecha: 21/11/2022 Hora: 11:11 Protocolo: Chopin+
Muestra: 58.1 % base 14% (b14) Peso de la masa: 75.0 g
Hidratación: 10.80 % Temperatura del depósito: 30.0 °C
Contenido de: 5.28-155 Velocidad de amasado: 80 rpm

Indice:	Tempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	1.44	1.504	30.1	0.083	9.15
C5	8.00	0.896	31.3		0
C2	19.00	0.512	34.5		
C3	23.15	0.914	39.7		
C4	29.90	1.102	49.0		
C5	45.00	1.657	51.5		



TEST Amasador 3.00 Nº de aparato: Versión 4.1.2 (14.6)

Mixolab

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE

TEST - T 4 75% MASHUA 25% TRIGO (R)

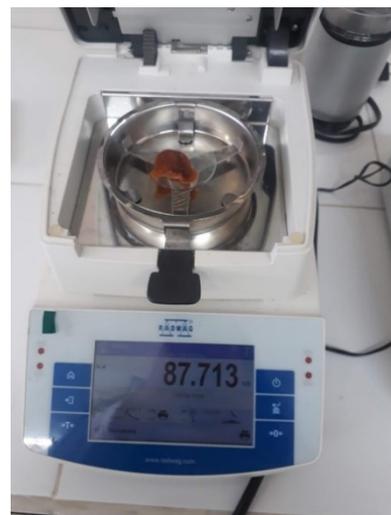
Temperatura de laboratorio	°C	Molino	
Higrometría del laboratorio	%	Tasa de extracción	%
Contenido de humedad	10.8 %	P	mmH2O
Proteínas	%	L	mm
Almidón dañado	UCD	G	
Zeleny	ml	W	10E-4J
Cenizas	%	P/L	
Gluten	%	le	%
Falling Number	s	Hydration	58.1 % base 14% (b14)

ANEXO B: ELABORACIÓN DEL PRODUCTO



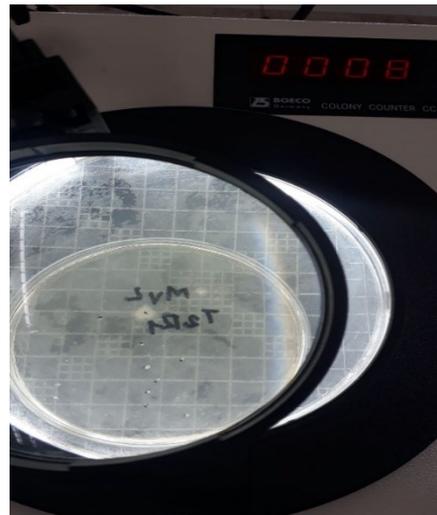


ANEXO C: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO





ANEXO D: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



ANEXO E: ANÁLISIS SENSORIAL



EVALUACIÓN SENSORIAL DE GOMITAS DE HARINA MASHUA Y TRIGO

Nombre Naomi Garcés Edad 19 Sexo: femenino/masculino

Instrucciones: Anote la numeración de los platos en el casillero muestras y evalúe las mismas que se le ha presentado en cuanto a los atributos: SABOR, COLOR Y TEXTURA. Utilice la categoría que va de acuerdo a su gusto colocando la puntuación correspondiente por muestra y en todos los atributos. GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.

Puntuación	Categoría
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Muestras	SABOR	COLOR	TEXTURA
146	4	5	5
278	2	2	2
678	3	4	2
367	2	3	2

ANEXO F: RESULTADOS ESTADISTICOS

Análisis de la varianza

C1: DEBILITAMIENTO DE LA PROTEINA

Par (Nm)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Par (Nm)	16	0,55	0,44	1,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Par (Nm)	16	0,55	0,44	1,30

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	3,1E-03	3	1,0 E-03	4,92	0,0187	
Tratamiento	3,1E-03	3	1,0 E-03	4,92	0,0187	
Error	2,5E-03	12	2,1E-04			
Total	0,01	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03030Error: 0.0002 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T2	1,09	4	0,01	A	
T3	1,12	4	0,01	A	B
T1	1,12	4	0,01	A	B
T0	1,12	4	0,01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo (min)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Tiempo (min)	16	0,92	0,90	15,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	128,84	3	42,95	43,84	<0,0001	
Tratamiento	128,84	3	42,95	43,84	<0,0001	
Error	11,76	12	0,98			
Total	<u>140,60</u>	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.07788Error: 0.9797 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T3	1,46	4	0,49	A	
T1	7,64	4	0,49		B
T2	7,87	4	0,49		B
T0	8,44	4	0,49		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Estabilidad (min)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Estabilidad (min)	16	0,92	0,90	15,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	17,54	3	5,85	144,85	<0,0001	
Tratamiento	17,54	3	5,85	144,85	<0,0001	
Error	0,48	12	0,04			
Total	<u>18,02</u>	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42178

Error: 0.0404 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T3	8,86	4	0,1	A	
T1	9,53	4	0,1		B
T0	10,45	4	0,1		C
T2	11,65	4	0,1		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

C2: DEBILITAMIENTO DE LA PROTEINA

Análisis de la varianza

Par (Nm)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Par (Nm)	16	0,95	0,94	4,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,08	3	0,03	80,10	<0,0001	
Tratamiento	0,08	3	0,03	80,10	<0,0001	
Error	4,0E-03	12	3,3E-04			
Total	0,08	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03833

Error: 0.0003 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T1	0,32	4	0,1	A	
T2	0,42	4	0,1		B
T0	0,42	4	0,1		B
T3	0,52	4	0,1		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo (min)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Tiempo (min)	16	0,99	0,98	0,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	9,34	3	3,11	304,57	<0,0001	
Tratamiento	9,34	3	3,11	304,57	<0,0001	
Error	0,12	12	3,3E-04			
Total	9,47	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21228

Error: 0.0102 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T0	17,15	4	0,05	A	
T1	17,66	4	0,05		B

T2	18,39	4	0,05		C
T3	<u>19,17</u>	4	0,05		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

C3: GELATINIZACION DEL ALMIDON

Análisis de la varianza

PAR (Nm)

Variable	N	R²	A_j	CV
Par (Nm)	16	0,93	0,92	4,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,64	3	0,21	56,09	<0,0001	
Tratamiento	0,64	3	0,21	56,09	<0,0001	
Error	0,05	12	3,8E-04			
Total	<u>0,68</u>	15				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12920 Error: 0.0038 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T3	0,91	4	0,03	A	
T0	1,35	4	0,03		B
T2	1,36	4	0,03		B
T1	<u>1,40</u>	4	0,03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TIEMPO (min)

Variable	N	R²	A_j	CV
Tiempo (min)	16	0,94	0,92	0,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	8,53	3	2,84	62,60	<0,0001	
Tratamiento	8,53	3	2,84	62,60	<0,0001	
Error	0,55	12				
Total	<u>9,08</u>	15				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.44749 Error: 0.0454 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T0	22,90	4	0,11	A	
T3	23,08	4	0,11	A	
T2	24,42	4	0,11		B
T1	24,42	4	0,11		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

C4: ACTIVIDAD AMILASICA

Análisis de la varianza

PAR (Nm)

Variable	N	R ²	A _j	CV
Par (Nm)	16	0,52	0,40	9,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,18	3	0,06	4,33	0,0275	
Tratamiento	0,18	3	0,06	4,33	0,0275	
Error	0,16	12				
Total	0,34	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24594 Error: 0.0137 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T0	1,11	4	0,06	A	
T3	1,24	4	0,06		B
T2	1,25	4	0,06		B
T1	1,41	4	0,06		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TIEMPO (min)

Variable	N	R ²	A _j	CV
Tiempo (min)	16	0,90	0,87	0,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	6,20	3	2,07	34,92	0,0275	
Tratamiento	6,20	3	2,07	34,92	0,0275	
Error	0,71	12				
Total	6,91	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51089 Error: 0.0592 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T3	29,95	4	0,12	A	
T2	30,22	4	0,12	A	
T0	31,27	4	0,12		B
T1	31,36	4	0,12		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

C5: RETROGRADACION DEL ALMIDON

PAR (Nm)

Variable	N	R ²	A _j	CV
Par (Nm)	16	0,8	0,75	4,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,39	3	0,13	16,15	0,0002	

Tratamiento	0,39	3	0,13	16,15	0,0002	
Error	0,1	12				
Total	0,49	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18943 Error: 0.0081 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T3	1,72	4	0,05	A	
T2	1,74	4	0,05	A	
T0	2,04	4	0,05		B
T1	2,05	4	0,05		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

TIEMPO (MIN)

Variable	N	R ²	Aj	CV
Tiempo (min)	16	0,50	0,37	0,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	8,0E-04	3	2,7E-04	4,00	0,0346	
Tratamiento	8,0E-04	3	2,7E-04	4,00	0,0346	
Error	8,0E-04	12				
Total	1,6E-03	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01714

Error: 0.0001 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T3	45,00	4	4,1E-03	A	
T1	45,01	4	4,1E-03	A	B
T2	45,01	4	4,1E-03	A	B
T0	45,02	4	4,1E-03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANALISIS SENSORIAL

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
SABOR	T0	150	3,83	0,97	4,00	96,02	<0,0001
SABOR	T1	150	2,79	1,16	3,00		
SABOR	T2	150	2,65	1,07	3,00		
SABOR	T3	150	3,89	1,10	3,00		

Variable	TRATAMIENT	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
COLOR	T0	150	4,40	0,88	5,00	134,02	<0,0001
COLOR	T1	150	3,11	1,05	3,00		
COLOR	T2	150	3,23	0,99	3,00		
COLOR	T3	150	3,87	0,89	4,00		

Variable	TRATA	N	Media	D.E.	H	Variable
TEXTU	T0	150	3,83	1,08	4,00	<0,0001

TEXTU	T1	150	2,97	1,15	3,00	
TEXTU	T2	150	2,92	1,08	3,00	
TEXTU	T3	150	3,88	1,13	3,00	

% FIBRA BRUTA

Variable	N	R²	Aj	CV
%FIBRA BRUTA	16	0,92	0,90	11,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,43	3	0,14	45,07	<0,0001	
Tratamiento	0,43	3	0,14	45,07	<0,0001	
Error	0,04	12				
Total	0,46	15				

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.12516

Error: 0.0032 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T0	0,25	4	0,03	A	
T1	0,42	4	0,03		B
T2	0,54	4	0,03		B
T3	0,70	4	0,03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% SACAROSA

Variable	N	R²	Aj	CV
%SACAROSA	16	0,94	0,93	0,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	6,83	3	2,28	68.42	<0,0001	
Tratamiento	6,83	3	2,28	68.42	<0,0001	
Error	0,40	12				
Total	7,23	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.38295

Error: 0.0333 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T0	18.27	4	0,09	A	
T1	18.87	4	0,09	B	
T2	19.40	4	0,09		C
T3	20.04	4	0,09		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

% HUMEDAD

Variable	N	R ²	Aj	CV
%HUMEDAD	16	0,95	0,93	1,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	9,4	3	3,13	3.13	<0,0001	
Tratamiento	9,4	3	3,13	3.13	<0,0001	
Error	0,53	12				
Total	9,93	15				

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.44308

Error: 0.0445 gl: 12

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
T0	10.18	4	0,11	A	
T1	10.86	4	0,11	B	
T2	11.34	4	0,11		C
T3	12.28	4	0,11		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 29 / 05 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Doménica Gisell Muñoz Chafla
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS PECUARIAS
Carrera: AGROINDUSTRIA
Título a optar: INGENIERA AGROINDUSTRIAL
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz




Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

0757-DBRA-UTP-2023