



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“EVALUACIÓN DE LA HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA
PRODUCIDA POR LA EMPRESA SIMAA CIA. LTDA.”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: CYNTHIA MABEL TASNA PAUCAR

DIRECTORA: ING. PAOLA FERNANDA ARGUELLO HERNÁNDEZ MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Cynthia Mabel Tasna Paucar

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

Yo, Cynthia Mabel Tasna Paucar, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo 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, 30 de junio de 2023



Cynthia Mabel Tasna Paucar

180532128-6

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, “**EVALUACIÓN DE LA HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA PRODUCIDA POR LA EMPRESA SIMAA CIA. LTDA.**”, realizado por la señorita: **CYNTHIA MABEL TASNA PAUCAR**, 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
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-06-30
Ing. Paola Fernanda Arguello Hernández MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-30
Bqf. Adriana Isabel Rodríguez Basantes ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-30

DEDICATORIA

Dedico este logro académico a mis padres, Lucia y Carlos que dieron lo mejor de sí mismos para darme un hogar, cuidarme y brindarme una de las herramientas más importantes en el mundo, la educación; su esfuerzo, dedicación y empeño están plasmados en cada uno de mis logros, han sido mi todo y espero ser mejor cada día para corresponder a su entrega y sacrificio, los amo. A mi hermano Lenin por haber estado en cada etapa de mi vida siendo mi ejemplo e inspiración, pero también por ser mi compañero de alegría y travesuras desde mi niñez y ahora en nuestra vida adulta, te quiero; a mi hermano Steven, espero que este logro me ayude a brindarte más oportunidades para que alcances tus sueños. A mi tía Fanny por ser parte de mi vida, agradezco y valoro el apoyo que me has brindado todo este tiempo, eres mi familia; a mi abuela Josefa por seguir presente en nuestras vidas eres mi referente de fortaleza y tenacidad. A mis amigos Ariel, Anita, July y Majo, por sostener mi mano en los tiempos difíciles, y por todos los momentos de alegría que vivimos en nuestra etapa universitaria, su amistad enriqueció mi vida; a mis amigas de siempre Paola y Carolina sigamos juntas por más tiempo.

Mabel

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos, tía y abuela por mantenerse a mi lado siendo mi soporte y pilar en mi vida académica cada consejo, sacrificio y esfuerzo entregado por ustedes forman parte de este logro, gracias por creer en mi potencial; a mis amigos por su amistad y cariño otorgado en este tiempo. Agradezco a la ESPOCH por abrirme las puertas y darme una nueva meta profesional. A mi carrera Ingeniería Agroindustrial por brindarme nuevos conocimientos y guiarme hacia la superación continua. A la empresa SIMMA CIA. LTDA. y sus trabajadores por su apoyo constante durante la realización de este trabajo. De forma especial agradezco a la Ing. Paola Arguello por su dedicación como docente y directora en esta investigación, gracias por toda su sabiduría impartida. Finalmente, mi más sincero agradecimiento a la Bqf. Adriana Rodríguez asesora por su entrega y guía oportuna en cada etapa de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1. Diagnóstico del problema.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	5
2.1 El maíz	5
2.1.1 <i>Generalidades</i>	5
2.1.2 <i>El grano de maíz</i>	5
2.1.2.1 Composición química del grano	6
2.1.3 <i>Tipos de maíz</i>	7
2.1.4 <i>Producción de maíz en Ecuador</i>	8
2.1.4.1 <i>La Cadena de valor del maíz en Ecuador</i>	8

2.1.5	Usos y aplicaciones del maíz en la Industria Alimentaria	9
2.1.5.1	Molienda húmeda	10
2.1.5.2	Molienda seca	10
2.2	Harina de Maíz.....	11
2.2.1	<i>Definición</i>	11
2.2.2	<i>Tipos de harina maíz</i>	11
2.3	Harina de maíz precocida.....	13
2.3.1	<i>Definición</i>	13
2.3.2	<i>Proceso de Elaboración</i>	14
2.3.3	<i>Proceso de extrusión en la elaboración de harinas</i>	15
2.4	Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1737	16
2.4.1	<i>Requisitos Fisicoquímicos</i>	16
2.4.2	<i>Requisitos Microbiológicos</i>	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1	Materiales y Métodos	18
3.1.1	<i>Localización y Duración</i>	18
3.1.2	<i>Unidades Experimentales</i>	18
3.1.3	<i>Materiales equipos, reactivos e insumos</i>	18
3.1.3.1	Equipos	19
3.1.3.2	Reactivos	19
3.1.3.3	Insumos.....	20
3.2	Tratamiento y diseño experimental.....	20
3.3	Mediciones Experimentales	20
3.3.1	<i>Análisis bromatológicos</i>	20
3.3.2	<i>Análisis Físicos</i>	21
3.3.3	<i>Análisis Microbiológicos</i>	21

3.3.4	<i>Análisis Sensorial</i>	21
3.3.5	<i>Análisis Económico</i>	21
3.4	Análisis estadísticos y pruebas de significancia.....	21
3.5	Procedimiento Experimental	22
3.5.1	<i>Formulaciones</i>	22
3.5.2	<i>Proceso de elaboración Harina de maíz precocida</i>	22
3.5.3	<i>Elaboración de Arepas</i>	23
3.6	Metodología de la Evaluación.....	24
3.6.1	<i>Fase I: Análisis Físicoquímicos</i>	24
3.6.1.1	Humedad.....	24
3.6.1.2	Ceniza	25
3.6.1.3	Grasa.....	25
3.6.1.4	Proteína.....	26
3.6.1.5	Fibra.....	28
3.6.1.6	Tamaño de Partícula	28
3.6.1.7	Color	28
3.6.2	<i>Fase II: Análisis Microbiológicos</i>	29
3.6.2.1	Mohos y Levaduras	29
3.6.3	<i>Análisis Sensorial Discriminativa (Prueba dúo-trío)</i>	30
3.6.4	<i>Análisis Económico</i>	30

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1	Resultados Bromatológicos.....	31
4.1.1	<i>Humedad</i>	32
4.1.2	<i>Cenizas</i>	33
4.1.3	<i>Proteína</i>	33
4.1.4	<i>Grasa</i>	34

4.1.5	<i>Fibra</i>	35
4.2	Resultados de los Análisis Físicos	35
4.2.1	<i>Granulometría</i>	37
4.2.2	<i>Colorimetría</i>	37
4.3	Resultados Análisis Microbiológicos.....	38
4.4	Resultados Análisis Sensorial	39
4.4.1	<i>Prueba Dúo-Trío</i>	39
4.5	Costos de Producción.....	41
	CONCLUSIONES	43
	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Composición proximal del grano de maíz.....	6
Tabla 2-2: Requisitos Microbiológicos de la harina de maíz precocida	17
Tabla 3-1: Esquema del experimento.....	20
Tabla 3-2: Esquema ADEVA	21
Tabla 3-3: Formulaciones de cada tratamiento experimental	22
Tabla 4-1: Características bromatológicas de la harina de maíz precocida por efecto de la temperatura.....	31
Tabla 4-2: Características bromatológicas de la harina de maíz precocida por efecto del acondicionamiento	31
Tabla 4-3: Interacción temperatura y acondicionamiento en los parámetros bromatológicos...	32
Tabla 4-4: Características físicas de la harina de maíz precocida con diferentes temperaturas.	35
Tabla 4-5: Características físicas de la harina de maíz precocida por efecto del acondicionamiento	36
Tabla 4-6: Interacción de la temperatura y acondicionamiento en los parámetros físicos.....	36
Tabla 4-7: Análisis Microbiológicos de la harina de maíz precocida	38
Tabla 4-8: Datos de la Prueba Dúo Trío	39
Tabla 4-9: Costos de Producción de la harina de maíz precocida.....	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	El cultivo de maíz	5
Ilustración 2-2:	Estructura del grano de maíz.....	6
Ilustración 2-3:	Tipos de maíz.....	8
Ilustración 2-4:	Cadena de producción, transformación y distribución del maíz	9
Ilustración 2-5:	El maíz en la Industria Alimentaria	10
Ilustración 2-6:	Productos derivados del maíz	11
Ilustración 2-7:	Harina de maíz precocida-Harina PAN	12
Ilustración 2-8:	Maseca-harina de maíz nixtamalizado.....	12
Ilustración 2-9:	Camari-Harina de maíz tostada.....	12
Ilustración 2-10:	Fécula de maíz marca IRIS	13
Ilustración 2-11:	Sémola de maíz.....	13
Ilustración 2-12:	Diferencia entre harina de maíz cruda y precocida.....	14
Ilustración 2-13:	Diagrama de Proceso Harina de maíz Precocida	15
Ilustración 2-14:	Extrusor y sus partes	16

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA EN LA EMPRESA SIMAA CIA. LTDA.
- ANEXO B:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS
- ANEXO C:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS
- ANEXO D:** ANÁLISIS FÍSICOS
- ANEXO E:** ANÁLISIS SENSORIAL
- ANEXO F:** FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
- ANEXO G:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA HUMEDAD
- ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA CENIZA
- ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA PROTEÍNA
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA GRASA
- ANEXO K:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA FIBRA
- ANEXO L:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA GRANULOMETRÍA
- ANEXO M:** ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA COLORIMETRÍA
- ANEXO N:** VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN CHI-CUADRADO (χ^2)
- ANEXO O:** OBSERVACIONES DE ATRIBUTOS SENSORIALES DISCRIMINATIVOS

RESUMEN

El cultivo de maíz en Ecuador experimentó un incremento en los últimos años, siendo un factor detonante para que empresas procesadoras de alimentos busquen darle un valor agregado a esta materia prima generando alimentos de calidad. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la harina de maíz precocida producida por la empresa SIMAA CIA. LTDA. como parte del desarrollo de un nuevo producto. Las muestras se elaboraron usando harina de maíz cruda, la cual se sometió a precocción empleando una extrusora. Se utilizó diferentes niveles de temperatura (104°C-115°C) y acondicionamiento (500ml/min-1000ml/min) generando cuatro tratamientos con la interacción de estas variables. Se realizó análisis bromatológicos (humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra) y análisis físicos (granulometría, colorimetría) datos que fueron analizados con ADEVA y prueba Tukey para identificar diferencias significativas entre muestras. Se determinó como el mejor tratamiento a la muestra T°104+A500ML, debido al contenido de proteína (8,01%) que fue mayor en relación con los demás tratamientos. Los valores de ceniza, grasa y fibra sobrepasan los valores dispuestos por la normativa INEN1737 y en el caso de la granulometría los porcentajes de retención no alcanzan los valores requeridos, pero se acercan. En el análisis microbiológico (mohos y levaduras) se reportó ausencia en todos los tratamientos; con respecto a la evaluación sensorial se aplicó la prueba dúo-trío con la muestra seleccionada y se determinó la existencia de diferencias perceptibles al compararlo con una harina de maíz precocida estándar. Los costos de producción de la harina de maíz precocida fueron de 16,99\$ por 12,34kg producidos como PVP se estableció la cantidad de 0,85ctvs por 1kg de producto.

Palabras clave: <MAÍZ >, <EXTRUSIÓN >, < HARINA DE MAÍZ CRUDA>, < HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA >, <ACONDICIONAMIENTO >, <TEMPERATURA>, <DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS>.

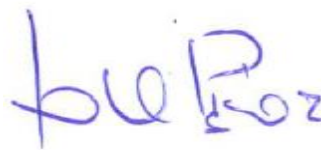


1766-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

Corn cultivation in Ecuador has increased in recent years, which has been a triggering factor for food processing companies seeking to add value to this raw material and, as a result, generate quality food. This research aimed to evaluate the precooked corn flour produced by SIMAA CIA. LTDA. as part of the development of a new product. The samples were elaborated using raw corn flour subjected to precooking using an extruder. Different levels of temperature (104°C-115°C) and conditioning (500ml/min-1000ml/min) were used, generating four treatments with the interaction of these variables. Bromatological analysis (moisture, ash, protein, fat, fiber) and physical analysis (granulometry, colorimetry) were performed, and data were analyzed with ADEVA and Tukey tests to identify significant differences between samples. Sample T°104+A500ML was the best treatment due to its protein content (8.01%), which was higher than the other treatments. The ash, fat, and fiber values exceeded the values required by INEN1737 standards, and in the case of particle size, the retention percentages did not reach the required values but were close. In the microbiological analysis (molds and yeasts), the absence of molds and yeasts was reported in all treatments. Regarding the sensory evaluation, a duo-trio test was applied to the selected sample, and it was determined that there were perceptible differences when compared with standard precooked corn flour. The production costs of the precooked corn flour were \$16.99 per 12.34kg produced as PVP was set at 0.85ctvs per 1kg of product.

Keywords: <CORN MEAL>, <EXTRUSION>, <RAW CORN FLOUR>, <PRECOOKED CORN FLOUR>, <CONDITIONING>, <TEMPERATURE>, <NEW PRODUCT DEVELOPMENT>.



1766-DBRA-UPT-2023

Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.
0602698904

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es el único cereal que puede ser utilizado como alimento para seres humanos o animales en cualquier etapa del desarrollo de la planta o producción, es un cultivo de elevada importancia económica a nivel mundial siendo fuente de un gran número de productos industriales de gran relevancia nutricional y cultural. Durante el año 2014, el maíz duro seco abarcó el 40% de la producción mundial de granos, mientras que en el año 2016 la producción mundial de maíz alcanzó 1.025,6 millones de toneladas, generando un rendimiento promedio de 5,69 toneladas por hectárea (TM/ha), evidenciando que cada año la demanda de esta materia prima tiene mayor impacto en las industrias alimentarias (FIRA, 2016; citados en Guamán et al., 2020, p.48).

El cultivo de maíz en Ecuador también experimento un incremento, siendo este factor un detonante para que las industrias procesadoras de alimentos busquen darle un valor agregado a esta materia prima; durante el año 2018 se cultivaron más de 250.000 hectáreas de maíz duro amarillo en el país donde existen más de 60.000 productores entre las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas y Loja; donde el 75% de dicha producción se destina a la industria nacional para la elaboración de alimentos (Gomez et al, 2020, p.16).

El maíz como materia prima agroindustrial es relevante debido a la versatilidad de transformaciones que pueden derivar en muchos productos alimenticios terminados, siendo la harina de maíz uno de los productos notablemente apetecidos en el mercado debido a que es usado en varios platillos de consumo cotidiano como tortas, empanadas, arepas, snacks, sopas, entre otros alimentos de fácil preparación (Cárdenas y Salazar, 2016, p.42). En Ecuador, la harina de maíz es un componente básico de nuestra alimentación, en los últimos años, el país ha ido incrementando sus niveles de producción, pero todavía es deficiente, por lo cual muchas empresas que manejan grandes cadenas de supermercados se ven obligados a importar la harina de maíz de otros países, los principales proveedores son Colombia, Perú y México (Rivera, 2020, p. 31).

Se puede evidenciar el potencial del maíz como materia prima para diversas transformaciones alimentarias, en esta investigación se destacó la harina de maíz precocida, como otra alternativa para dar valor agregado al maíz nacional, es importante generar este producto de manera que abastezca el mercado ecuatoriano, ofertando la misma calidad que los productos importados, conocidos por el consumidor.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El cultivo de maíz como su consumo es una práctica propia de los pueblos prehispánicos, siendo considerado como un alimento básico en toda la región Mesoamericana; esta planta lleva un proceso de domesticación de entre 500 y 2000 años siendo las mujeres que después de varias experiencias y transformaciones de las plantas útiles iniciaron los procesos de domesticación del maíz (Rivas, 2021, pp.45-46).

El origen del maíz se mantiene incierto debido a que no posee un antecesor directo como otras especies de cereales pero dentro del reino vegetal es la planta que más modificaciones a experimentado, su elevada producción de polen beneficia su transformación genética, logrando crear híbridos de mayor número y tamaño; el maíz fue pensado y desarrollado para permitir un fácil cuidado, transporte y almacenaje de los granos convirtiéndose en un referente de desarrollo tecnológico agrícola (Gouttefanjat, 2020, pp. 54-56).

Dentro del Ecuador el maíz se convirtió en parte de nuestra cultura, economía y alimentación, fueron parte de todo tipo de ceremonias, festividades y ritos que forman parte del folclor ecuatoriano, debido a la variedad de climas que posee nuestro país este cultivo se lo puede encontrar en numerosas partes del país, donde se encuentran variedades de mazorcas que varían de colores blancos hasta amarillos; con textura blanda o semidura, de los cuales se puede obtener harinas, bebidas y snacks, puede ser usado en una variedad de platillos tales como humitas, tortillas, coladas, pan, arepas, entre otras (Beltrán, 2020, pp. 15-28).

Con el paso de los años el maíz evolucionó progresivamente, convirtiéndose en materia prima para la elaboración de productos en la industria alimentaria con valor agregado, entre ellos destacan: las harinas precocidas, sémolas de distintos tamaños de partícula y jarabe de maíz de alta glucosa; obteniendo productos especializados que crean nuevas formas de consumo o facilitan otros procesos para la obtención de nuevos productos con mejores características (García, 2022, p.180).

1.2 Planteamiento del problema

El sector agroalimentario se ha vuelto más dinámico, dejando atrás el predominio de los productos tradicionales por los procesados de mayor valor, evidenciando que el comercio basado principalmente en materias primas se convierte en una fuente de inestabilidad para los países que las producen; en nuestro país durante el año 2020, del total de las exportaciones de materias primas no petroleras, el sector primario representa el 14,7% del PIB, en donde consta el sector agropecuario con productos como café, banano, cacao, entre otras frutas, flores y vegetales, demostrando que Ecuador es dependiente de la producción primaria que en los últimos años y debido a las condiciones políticas del país, los productores no reciben las ganancias adecuadas para mantener una producción estable, por lo cual es de vital importancia la diversificación del mercado y las cadenas de valor (Analuisa et al., 2022, pp.237-244). En este contexto la producción de maíz en nuestro país experimentó un incremento considerable en el mercado nacional, crear cadenas de valor a partir de esta materia prima, es relevante, debido al impacto del maíz y sus derivados a nivel internacional, es importante recalcar que el comportamiento de los consumidores es un factor relevante al momento de innovar para la creación de nuevas experiencias de sabores, olores y texturas en un producto; las empresas generan nuevas tecnologías y estrategias para lograr permanecer de forma competitiva en el mercado.

1.3 Justificación

Las estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reportan que Ecuador tiene una superficie de cosecha y producción creciente pero todavía no se alcanza el rendimiento productivo esperado, en la región Sierra, el maíz se caracteriza por su gran diversidad de tipos, colores, texturas y formas; así como también, por un sostenido incremento en el consumo directo en grano seco y choclo; la producción y productividad del maíz amarillo duro en la región Litoral o Costa y en la Amazonía se ha incrementado en los últimos años debido a una mayor tecnificación, lo que ha permitido reducir las importaciones de maíz y que el país cubra aproximadamente entre el 85 y 90% de sus necesidades de grano (Caviedes et al., 2022: p.2).

En el Ecuador, el maíz es el segundo grano más significativo en la alimentación ecuatoriana después del arroz y ocupa el primer lugar como materia prima, para la transformación, de productos balanceados utilizados en la alimentación de especies domésticas; en la industria alimentaria forma parte en la elaboración de una serie de productos como aceites, jarabes, almidones, harinas crudas y precocidas; siendo estas últimas las que genera un impacto alimentario significativo en los consumidores (Amat, 2019, p. 1).

Conociendo el potencial e importancia que tiene el maíz en nuestro país se hace evidente la necesidad de diversificar nuestra matriz productiva para que más empresas obtengan productos con valor agregado derivados de esta materia prima, con ese fin la empresa SIMAA CIA. LTDA., ubicada en las afueras de la ciudad de Riobamba; comúnmente dedicada a la producción de gritz de maíz; comienza con implementación de la harina de maíz precocida a su cartilla de productos. Por lo tanto, la presente investigación se basa en la evaluación de la harina de maíz precocida producida con diferentes niveles de acondicionamiento y temperatura, con el fin de optimizar el producto final para que cumpla con las características fisicoquímicas y microbiológicas establecidas dentro la normativa del país y con la calidad sensorial adecuada.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la harina de maíz precocida producida por la empresa SIMAA CIA. LTDA.

1.4.2 Objetivos específicos

Elaborar harina de maíz precocida utilizando diferentes niveles de acondicionamiento (500 ml/min- 1000 ml/min) y temperatura (104°C-115°C).

Establecer el tratamiento con mejores características fisicoquímicas y microbiológicas de acuerdo con la normativa NTE INEN 1737:2016.

Determinar si existen diferencias sensoriales perceptibles (prueba discriminativa) en un producto elaborado con el mejor tratamiento establecido.

Establecer los costos de producción del tratamiento con mejores características fisicoquímicas.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 El maíz

2.1.1 Generalidades

El maíz (*Zea mays L.*) pertenece a la familia de las gramíneas (*Poaceae*), ubicándose dentro de la tribu *Maydeae*, se considera una planta completamente domesticada y reconocida como las especies más productivas de plantas alimenticias, se originó en los trópicos; pero se cultiva en una amplia diversidad de ambientes ubicados desde 58°N en Canadá a 40°S en Argentina (García y Serna, 2019, p.1).

La planta de maíz se origina de una semilla que crece y se desarrolla en pocos meses, al poseer un tallo robusto puede albergar entre 15 y 30 hojas, onduladas ligeramente con borde áspero donde se encuentra las mazorcas sostenidas por un pedúnculo, posee inflorescencia masculina que se ubica en la parte superior de la planta y las femeninas se encuentran en las vistosas ramificaciones de las mazorcas, por lo tanto, el maíz es denominado como monoico (Deras, 2020, pp.9-10).



Ilustración 2-1: El cultivo de maíz

Fuente: (Domini, 2019, p.4)

2.1.2 El grano de maíz

El grano de maíz posee tres partes principales: el pericarpio, el pericarpio que cumple una función de barrera en la parte externa de la semilla evitando el ingreso de la humedad al grano; el endospermo contiene almidones, minerales, proteínas y otros compuestos, de relevancia nutricional y el germen, donde se encuentra la nueva planta que absorbe los nutrientes almacenados en el endospermo (Hoyos, 2018, pp.189-190).

2.1.2.1 Composición química del grano

En el pericarpio está constituido por hemicelulosa, celulosa y lignina, demostrando su alto contenido en fibra, el endospermo, por el contrario, contiene un nivel elevado de almidón (88%); siendo el principal componente del maíz, representando el 73% del peso del grano, las proteínas (8%), y un bajo contenido de grasa, por último, tenemos al germen se caracteriza por el alto contenido en grasa (33%), proteínas (18,5%) y minerales (10,5%) (Gil et al., 2017, pp. 2013-214).

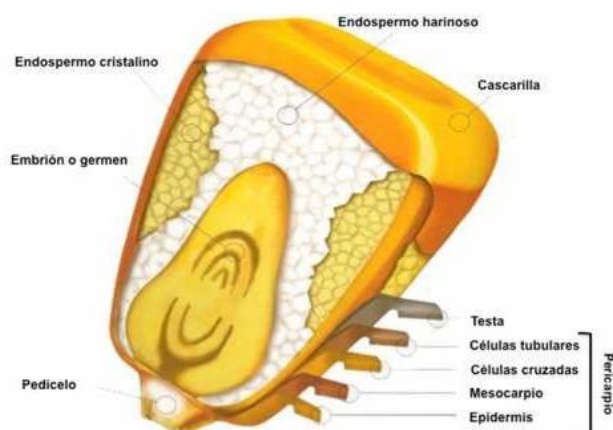


Ilustración 2-2: Estructura del grano de maíz

Fuente: (Delcour et al., 2010; citados en Rábago, 2017: p.26)

Otros hidratos de carbono que forman parte del grano son azúcares sencillos (glucosa, sacarosa y fructosa), en cantidades que varían de un 1 a un 3%. Los aminoácidos de las proteínas del maíz son un factor determinante de su calidad como alimento; es deficiente en lisina y triptófano en con respecto a otras variedades de maíz como la denominada MPC (maíz con proteínas de elevada calidad) (Gil et al., 2017, pp. 2013-214).

Tabla 2-1: Composición proximal del grano de maíz

Componente químico	Pericarpio (%)	Endospermo (%)	Germen (%)
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: (FAO, 1993)

2.1.3 Tipos de maíz

Según Urango (2018, pp.190-192) en la industria de los alimentos se reconoce al maíz por su calidad, composición y propiedades de extracción, mencionando los siguientes tipos:

- **Tipo I:** *Zea mays indentata*, también llamado “maíz de campo”, variedad de maíz con granos que contienen almidón duro y blando, se puede preparar cocido en ensaladas, guisos, y desgranado.
- **Tipo II:** maíz sílex, *Zea mays indurata*, tiene granos duros, córneos, redondeados, cortos o planos, completamente encerrado por una capa externa dura, es ampliamente utilizado para la alimentación de aves y cerdos y en la producción de ensilaje.
- **Tipo III:** maíz ceroso, el nombre científico *Zea mays ceratina*, cuyos granos que tienen un aspecto ceroso al cortar, contiene solo almidón de cadena ramificada al contener el 99% de amilopectina, mientras que el maíz regular contiene 72-76% de amilopectina y 24-28% de amilosa; se encuentra incluido en alimentos como budines, gelatinas, cremas y sopas.
- **Tipo IV:** el maíz dulce, *Zea mays saccharata*, cuyo grano es de consistencia cornea; al secarse se cristalizan los azúcares y se torna corrugado; se consume fresco, enlatado o congelado.
- **Tipo V:** maíz de maíz pop, *Zea mays everta*, tiene orejas y núcleos pequeños puntiagudos o redondeados con endospermo córneo muy duro. Se preparan en calor, por la expulsión de la humedad contenida explotan y forman una masa almidonada blanca conocida como palomitas de maíz o crispeta.
- **Tipo VI:** el maíz indio, *Zea mays tunicata*, es un tipo de maíz con sus granos encerrados en una vaina o glumas, tiene granos blancos, rojos, morados, marrones o multicolores, considerándose como ornamentales, sirve en la elaboración de tortillas, tamales, totopos.
- **Tipo VII:** maíz de harina, *Zea mays amylaceae*, también llamado maíz “blando” o maíz “squaw”, tiene granos con forma de maíz de viruta y compuesto casi enteramente de almidón blando; se consume cocido y en ensaladas.



Ilustración 2-3: Tipos de maíz

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

2.1.4 Producción de maíz en Ecuador

El maíz es uno de los cultivos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos ya que su producción provee la materia prima para la agroindustria y la alimentación animal, de acuerdo con las estadísticas de la FAO, en el año 2016 la superficie sembrada de maíz fue de 485696 hectáreas con una producción de 1`667704 toneladas y un rendimiento de 3.17 TM/ha (Caviedes, 2019, p.117). Según el Banco Central del Ecuador (2022, p. 9) en el año 2021 se obtuvieron 6,0 TM/ha, superando la cifra alcanzada en 2020 que fue de 5,6 TM/ha, evidenciando un incremento de 18,9% en la producción.

El maíz duro amarillo es producido en mayor cantidad en las zonas costeras del país como: Manabí, Guayas, Los Ríos, Loja y El Oro; esta producción está destinado para la elaboración de alimentos balanceados, en los últimos años la producción de cereales se incrementó en el Ecuador, aunque mantiene un flujo de importaciones considerable; cabe recalcar que el maíz amarillo cristalino ofrece una mayor calidad y aceptación para la industria alimentaria (Zambrano y Andrade, 2020, p.144).

2.1.4.1 La Cadena de valor del maíz en Ecuador

De acuerdo con Analuisa et al. (2022, pp.247-248) los rendimientos del cultivo de maíz pude verse afectado por las condiciones climáticas y medioambientales, considerándose dos periodos la época de siembra y cosecha, además, detalla los siguientes eslabones dentro de la cadena:

- **Eslabón productivo y de servicios de apoyo en la producción:** Se encuentran los agricultores que administran su Unidad Productiva Agrícola (UPA), como agentes económicos externos intervienen los proveedores de insumos, capacitación, maquinarias, transporte y los sistemas de financiamiento.
- **Eslabón de transformación:** En este segmento se considera, a partir del grano hasta su procesamiento obteniendo productos intermedios (harinas, bebidas).
- **Eslabón de comercialización:** Intervienen de forma parcial organizaciones, asociaciones, propietarios de centros de acopio de empresas industriales que disponen el precio, la humedad y porcentaje de impurezas son conceptos de calidad y apreciación.
- **Eslabón de consumidores:** Se encuentran los productos intermedios y finales provenientes del proceso o industrialización de la materia prima: en fresco, harinas, balanceados, envases biodegradables y combustible.

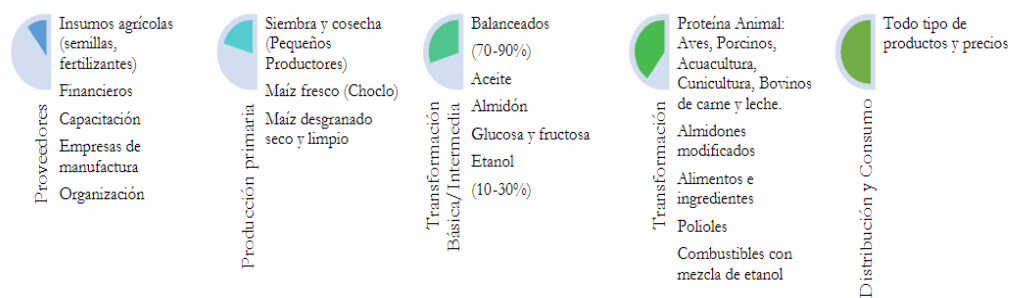


Ilustración 2-4: Cadena de producción, transformación y distribución del maíz

Fuente: (Analuisa et al., 2022, pp.237-244)

2.1.5 Usos y aplicaciones del maíz en la Industria Alimentaria

Los usos del maíz dentro de la industria alimentaria son variados, pero destaca su participación como materia prima en la producción de alimentos destinados a consumo animal; el uso de este cereal en la alimentación humana se evidencia en la producción de: harina de maíz, cereales para desayuno, elaboración de papillas, bebidas, endulzantes, golosinas entre otros (Izquierdo y Cirilo, 2013, p.83).



Ilustración 2-5: El maíz en la Industria Alimentaria

Fuente: (Bahilo, 2023)

Para obtener los productos mencionados, la industria alimentaria utiliza procesos que facilitan la extracción de las propiedades del maíz y demandan granos con características que incrementan los rendimientos industriales y garantizan la calidad de los productos terminados. A continuación de acuerdo con Izquierdo y Cirilo (2013, pp-83-85), se detallan los procesos más utilizados en la industria:

2.1.5.1 *Molienda húmeda*

Se efectúa cuando se requiere extraer el almidón del endospermo, para este proceso se aplica una maceración del grano hasta llegar al 50% de humedad que sumado a la aplicación SO_2 causan una activación de las enzimas proteolíticas del endospermo separando el pericarpio y el germen del almidón, para esta molienda se necesita de granos con alto contenido de almidón y baja dureza para minimizar los tiempos y mejorar la eficacia del proceso de maceración.

2.1.5.2 *Molienda seca*

Esta molienda se obtiene “gritz” que son fracciones de endospermo destinadas a la fabricación de copos de desayuno entre otras aplicaciones; el grano se acondiciona con agua para hidratar diferencialmente al pericarpio y germen contenidos en el endospermo, después de continuas etapas de molienda se separan las tres partes del grano; el endospermo es fraccionado para obtener los gritzs y fracciones de menor granulometría como sémolas y harinas, para esta molienda se requiere de granos con mucha dureza en el endospermo al tener mejores rendimientos y calidad.

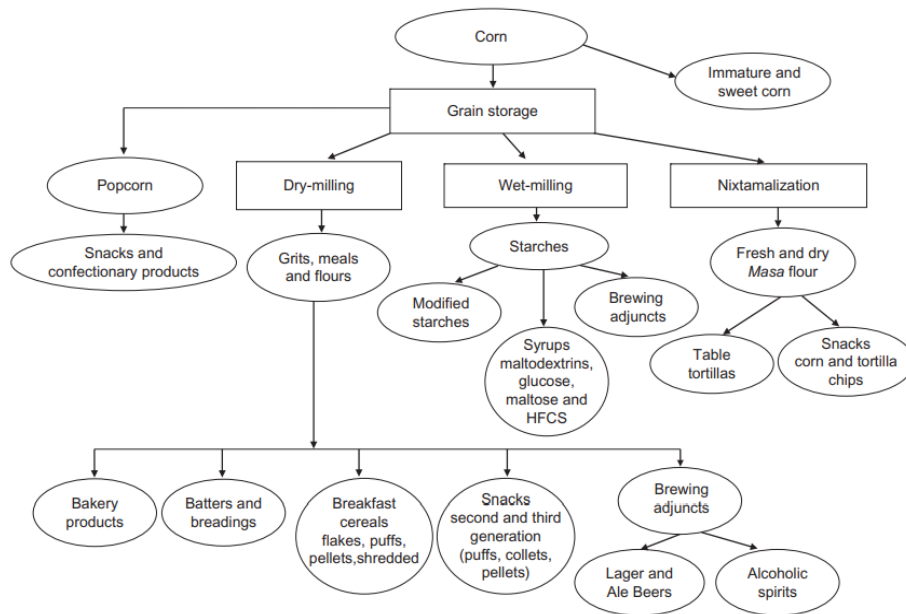


Ilustración 2-6: Productos derivados del maíz

Fuente: (García y Serna, 2019, p.14)

2.2 Harina de Maíz

2.2.1 Definición

La harina de maíz es un polvo que se obtiene de la molienda de granos de maíz sean blancos o amarillos, que contiene proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales, al no tener gluten es difícil la creación de harinas panificables a partir de la misma; el proceso de molienda puede disminuir el contenido de minerales en la harina como Fe, Mg, Na y Cu (Nikolić et al., 2019, pp.341).

2.2.2 Tipos de harina maíz

Harina de maíz precocida: para obtener esta harina el grano de maíz pasa por un proceso de limpieza, desgerminado, precocción y molienda, resultando en harinas blancas o amarillas dependiendo de grano que se utilice (Valdiviezo, 2009, pp. 165).



Ilustración 2-7: Harina de maíz precocida-Harina PAN

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Harina de maíz nixtamalizada: los granos blancos de maíz se someten a cocción con agua y cal (CaO), en una relación 3:1, se deja en reposo de 12 a 24h, se lava y escurre el exceso de cal, los granos húmedos pasan por el molino, se aplica secado se vuelve a moler y finalmente se tamiza obteniendo harina, que es materia prima para las tortillas de maíz (Olaechea y Chaparro, 2020, p.10).



Ilustración 2-8: Maseca-harina de maíz nixtamalizado

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Harina de maíz tostado: esta harina se obtiene del grano entero tostado, molido en molinos de piedra, tamizado y empacado (Ribotta y Tadini, 2009, pp.222-227).



Ilustración 2-9: Camari-Harina de maíz tostada

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Almidón o fécula de maíz: el grano entero pasa por el proceso de molienda húmeda donde se obtiene una suspensión lechada; el almidón es separado del resto de partes que componen el grano de maíz (Ribotta y Tadini, 2009, pp.222-227).



Ilustración 2-10: Fécula de maíz marca IRIS

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Sémola de Maíz: Durante el proceso de obtención de gritz (sémola gruesa) mediante molienda seca, se obtienen harinas crudas de diferentes granulometrías (Blum y Contreras, 2011).



Ilustración 2-11: Sémola de maíz

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

2.3 Harina de maíz precocida

2.3.1 Definición

Esta harina se obtiene de la molienda del grano humedecido de maíz, el polvo resultante puede ser fino o de granulometría media. La harina de maíz precocida es el polvo más o menos fino, que se obtiene de la molienda del grano humedecido del maíz, el procesamiento de la harina precocida se lleva a cabo tanto con maíz blanco como amarillo, se pueden diferenciar mediante una comparación de las propiedades bioquímicas, donde el maíz blanco presenta ventajas en proteína, hierro, fósforo, calcio y tiamina, pero tiene valores menores en niacina, riboflavina, caroteno y no contiene xantofilas, éstos dos últimos precursores de la vitamina A (González et al., 2016, p.1).

Ilustración 2-12: Diferencia entre harina de maíz cruda y precocida



Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

2.3.2 *Proceso de Elaboración*

De acuerdo con Moreno (2020, pp.5-6) para la obtención de harina de maíz precocida los procesos más importantes de la producción son:

- **Acondicionamiento o atemperado:** la humedad se añade al grano en tres etapas manteniendo tiempos constantes que pueden variar de 15min hasta 6h, conservando una temperatura de 48°C, este procedimiento optimiza la molienda, pulverizando completamente el grano de maíz, las condiciones de acondicionamiento pueden variar dependiendo de las características del producto solicitado; cuando el maíz alcanza un 18 a 27% de humedad el germen se endurece, facilitando la desgerminación del maíz.
- **Precocción:** se realiza para gelatinizar los almidones contenidos en el gritz que resultaron de la etapa de separación y enfriamiento, la cocción se lleva a cabo en una columna de inyección a vapor a 75-60 Psi; mejorando la capacidad para absorber agua.
- **Laminado:** una vez que salió de la columna de vapor alcanza una humedad de 22%, posteriormente se lleva a laminadores de rodillos obteniendo hojuelas para facilitar la molienda.
- **Secado:** en el tubo secador rotatorio con una temperatura de 140°C, ingresan las hojuelas con 22% de humedad, después del secado puede experimentar un descenso de hasta 13,5%.
- **Molienda:** las hojuelas se trituran hasta obtener una harina con el tamaño de partícula establecido como óptima.

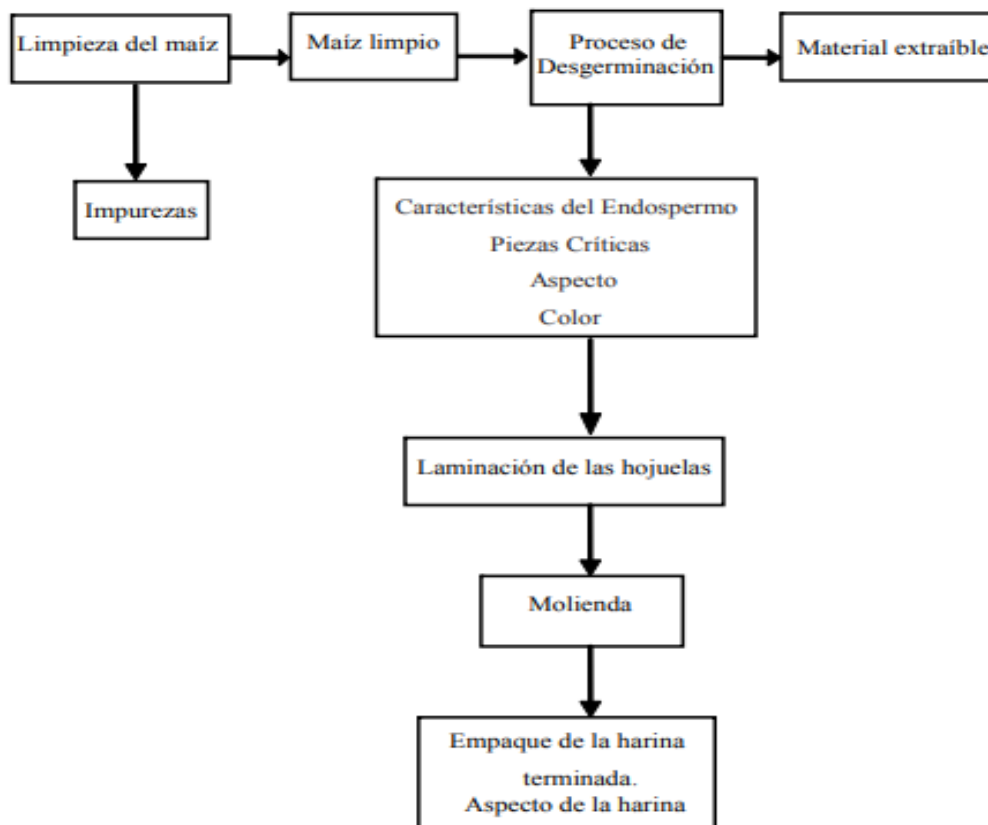


Ilustración 2-13: Diagrama de Proceso Harina de maíz Precocida

Fuente: Valdiviezo et al., 2009, p.166)

2.3.3 *Proceso de extrusión en la elaboración de harinas*

La tecnología de la extrusión se destaca en la industria de alimentos como un proceso eficiente, utilizándose en el procesamiento de cereales y proteínas. Inicialmente esta tecnología se desarrolló para el transporte y formado de materiales, tales como masas y pastas. Actualmente se dispone de diseños muy sofisticados desarrollados en las últimas décadas en equipos digitalizados con una serie de funciones. Una característica importante del proceso de extrusión es que es continuo, y que opera en un estado de equilibrio dinámico estacionario, donde las variables de entrada están equilibradas con las de salida (Bistany y Kokini, 1983, p. 607).

La cocción por extrusión es una forma especializada, y única en el procesamiento de materiales amiláceos debido a que se trata de una cocción a relativamente bajos niveles de humedad, comparado con el horneado convencional o la cocción de masas y pastas. La masa de partículas (harina de cereales y/o legumbres) más o menos hidratada, es convertida en un fluido de muy alta viscosidad, a medida que ese fluido es transportado, los elevados esfuerzos de corte en combinación con la alta temperatura transforman a los elementos estructurales del material, es

decir a los gránulos de almidón y a las estructuras proteicas. En la cocción por extrusión de materiales amiláceos, el término “grado de cocción” (GC) implica, no solo la pérdida de la estructura cristalina (mayor digestibilidad) sino también el grado de destrucción de la estructura granular del almidón (Cuggino, 2008, p. 4).

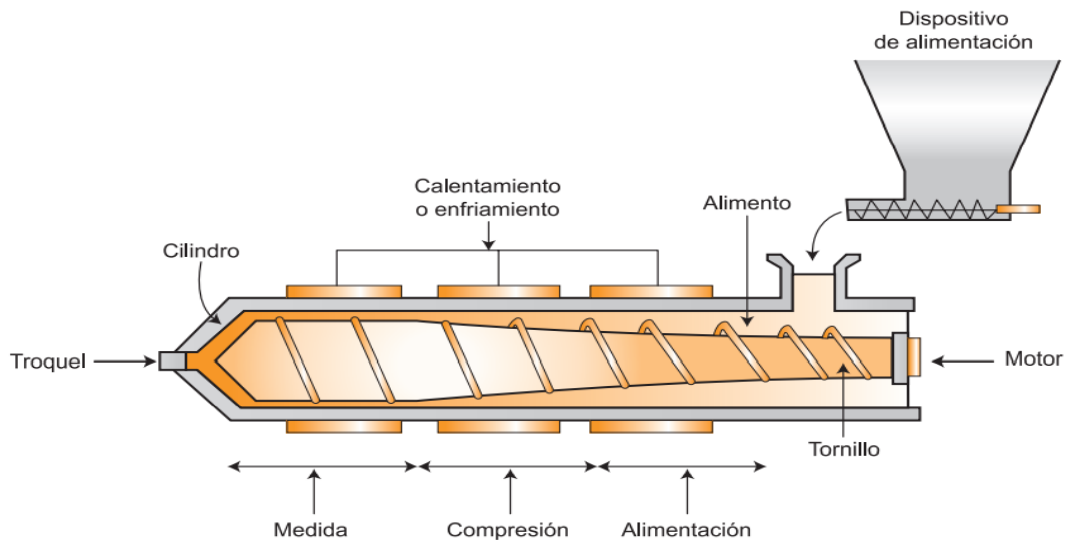


Ilustración 2-14: Extrusor y sus partes

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

2.4 Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1737

En nuestro país, la harina de maíz precocida de acuerdo con la (NTE INEN-1737, 2016) debe cumplir con los siguientes requisitos:

2.4.1 Requisitos Fisicoquímicos

La harina de maíz precocinada sin germen debe cumplir los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Requisitos fisicoquímicos para la harina de maíz precocida

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo
Humedad	%	-	13,5
Cenizas	%	-	1,0
Grasa	%	-	2,2
Proteína	%	7,0	-
Tamaño de Partícula	%		
Pasa el tamiz de 0,710 mm	%	95	-
Pasa el tamiz de 0,212 mm	%	-	25

Fuente: (NTE INEN-1737, 2016)

2.4.2 Requisitos Microbiológicos

La harina de maíz precocinada sin germen debe cumplir con el requisito microbiológico indicado en la Tabla 3-2.

Tabla 2-2: Requisitos Microbiológicos de la harina de maíz precocida

Requisito	Unidad	Caso	n	c	m	M
Mohos y levaduras	UFC/g *	2	5	2	1 x 10 ²	1x 10 ³

n es el número de muestras a analizar;

m es el límite de aceptación;

M es el límite superando el cual se rechaza;

c es el número máximo de muestras admisibles con resultados entre m y M;

* UFC son las unidades formadoras de colonia por gramo de muestra

Caso 2. Utilidad: contaminación general, vida útil reducida en percha.

Fuente: (NTE INEN-1737, 2016)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Materiales y Métodos

3.1.1 Localización y Duración

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio perteneciente a la empresa SIMAA CIA. LTDA, ubicada en el cantón Guano, parroquia San Andrés, comunidad Batzacón a 100 metros de la carretera principal y en los laboratorios de Bromatología, Microbiología pertenecientes a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la panamericana Sur km 1 ½. El tiempo de duración del trabajo experimental fue de 16 semanas aproximadamente.

3.1.2 Unidades Experimentales

El tamaño de la unidad experimental para el presente trabajo de investigación fue un total de 8kg, donde cada 500 gramos de producto es la cantidad necesaria para obtener 5 arepas de 1,5cm.

3.1.3 Materiales equipos, reactivos e insumos

- Dedal Soxhlet
- Vasos de precipitación
- Espátula de acero inoxidable
- Crisol de porcelana
- Pinza
- Tamices con diferentes aberturas (710 μm , 500 μm , 355 μm y otras)
- Pincel
- Matraz Kjeldahl
- Matraz Erlenmeyer
- Bureta
- Probetas
- Placas Petri
- Pipetas
- Rodillo de acero inoxidable

- Bowl de acero inoxidable
- Gas
- Bandejas
- Agua purificada
- Agua Destilada
- Gradillas

3.1.3.1 Equipos

- Estufa con regulador de temperatura
- Extrusora
- Molino
- Desecador
- Aparato de extracción tipo Soxhlet
- Balanza analítica
- Mufla
- Tamizadora eléctrica digital
- Aparato Kjeldahl
- Balanza de determinación de humedad equipada con una lámpara infrarroja
- Incubadora
- Baño termostático
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Cocina

3.1.3.2 Reactivos

- Agar Sabouraud
- Hexano (C₆H₁₄)
- Hidróxido de Sodio (NaOH)
- Ácido Sulfúrico (H₂SO₄)
- Ácido Clorhídrico (HCl)
- Ácido Bórico (H₃BO₃)

3.1.3.3 Insumos

- Harina de Maíz Cruda
- Harina de Maíz Precocida
- Sal

3.2 Tratamiento y diseño experimental

Se empleó 4 tratamientos con diferentes niveles de acondicionamiento y temperatura; T°104+A500ML, T°104+A1000ML, T°115+A500ML y T°115+A1000ML con cuatro repeticiones.

Tabla 3-1: Esquema del experimento

Tratamientos	Códigos	Niveles de Temperatura	Repeticiones	T.U.E	Total (kg)
T°104+A500ML	T1	104°C	4	0,5	2,0
T°104+A1000ML	T2	104°C	4	0,5	2,0
T°115+A500ML	T3	115°C	4	0,5	2,0
T°115+A1000ML	T4	115°C	4	0,5	2,0
TOTAL			16		8,0

*T.U. E: Tamaño de Unidad Experimental

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 2*2 (Factor A: Dos niveles de acondicionamiento; Factor B: Dos niveles de temperatura) obteniendo un total de 4 tratamientos

3.3 Mediciones Experimentales

3.3.1 Análisis bromatológicos

- Humedad (%)
- Cenizas (%)
- Proteína (%)
- Grasa (%)
- Fibra bruta (%)

3.3.2 *Análisis Físicos*

- Granulometría (%)
- Colorimetría (L*, a*, b*)

3.3.3 *Análisis Microbiológicos*

- Mohos y Levaduras (UFC)

3.3.4 *Análisis Sensorial*

- Prueba discriminativa (Dúo-Trío)

3.3.5 *Análisis Económico*

- Costos de Producción

3.4 **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Los resultados experimentales que se obtuvieron de los análisis fueron analizados de la siguiente manera:

- Para los datos del análisis proximal se utilizó el análisis de varianza (ADEVA) y se aplicó la prueba TUKEY para las medias con una significancia de $p \leq 0.5$.
- Para el resultado de los análisis sensorial y microbiológico se empleó un chi cuadrado y una estadística descriptiva respectivamente.
- Los datos se compararon con la normativa NTE INEN 1737:2016.

Tabla 3-2: Esquema ADEVA

Fuente de Variación		GL
Total	(n-1)	15
Factor A	(A-1)	1
Factor B	(B-1)	1
AxB	(A-1) (B-1)	1
Error	(n-1) -(A-1) -(B-1) -(A-1) (B-1)	12

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

3.5 Procedimiento Experimental

3.5.1 Formulaciones

Tabla 3-3: Formulaciones de cada tratamiento experimental

TRATAMIENTOS				
PROCESO	T1	T2	T3	T4
Acondicionamiento (L)	500ml/min	1000ml/min	500ml/min	1000ml/min
Temperaturas °C	104	104	115	115
Harina cruda (g)	15000	15000	15000	15000
INGREDIENTES				
Harina de Maíz Precocida	100%	100%	100%	100%
Agua (g)	65	65	65	65
Sal (g)	1.67	1.67	1.67	1.67

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

3.5.2 Proceso de elaboración Harina de maíz precocida

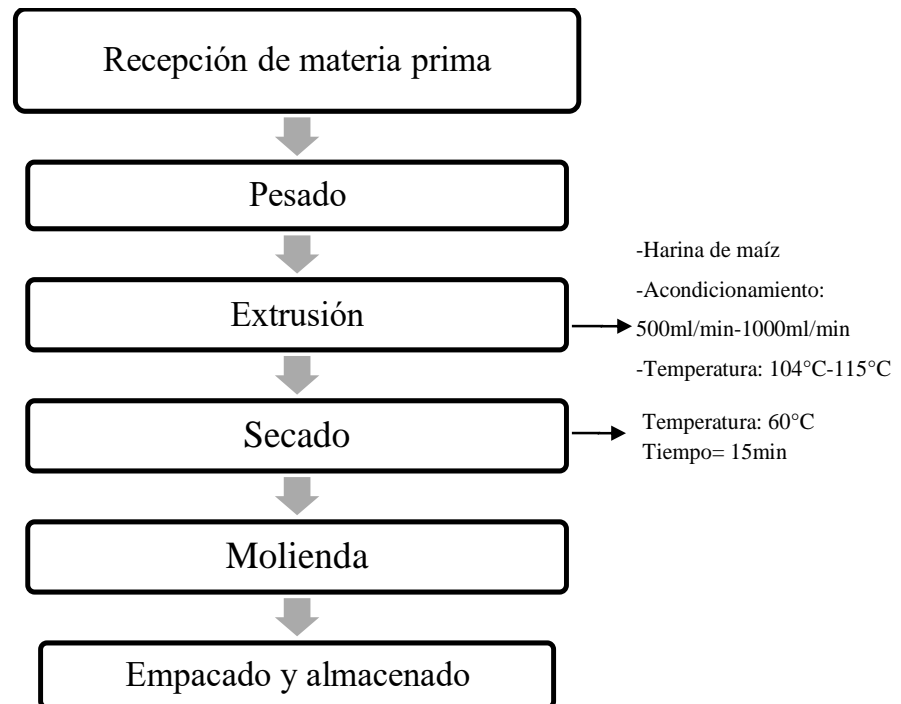


Ilustración 3-1: Proceso de Elaboración de harina de maíz precocida

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

- **Recepción de la materia prima:** La harina de maíz cruda se obtuvo de la empresa SIMAA CIA. LTDA; como subproducto de la producción de gritz de maíz, debido que durante este proceso solo se obtiene el endospermo duro fraccionado. El endospermo blando, el pericarpio y el germen se pasan por diferentes tamices, posteriormente separados y empacados.
- **Pesado de la materia prima:** Se realizó un pesaje de las cantidades de harina para el proceso y los ingredientes para la elaboración del producto final.
- **Extrusión:** En la maquina extrusora se ajustó la cantidad de humectación para la harina de maíz. Se procedió con el ajuste de temperatura de cocción y se obtuvo como resultado hojuelas de maíz precocidas.
- **Secado:** Con ayuda de una secadora de granos se eliminó el exceso de humedad de las hojuelas de maíz, que facilitó el proceso de molienda.
- **Molienda:** Finalizado el proceso de secado, se procedió con la molienda donde la harina de maíz precocida.
- **Empacado y Almacenado:** El producto de empacó en sacos de polipropileno, que evitan el paso de la humedad hacia la harina. Se almacenó en pallets a temperatura ambiente.

3.5.3 *Elaboración de Arepas*

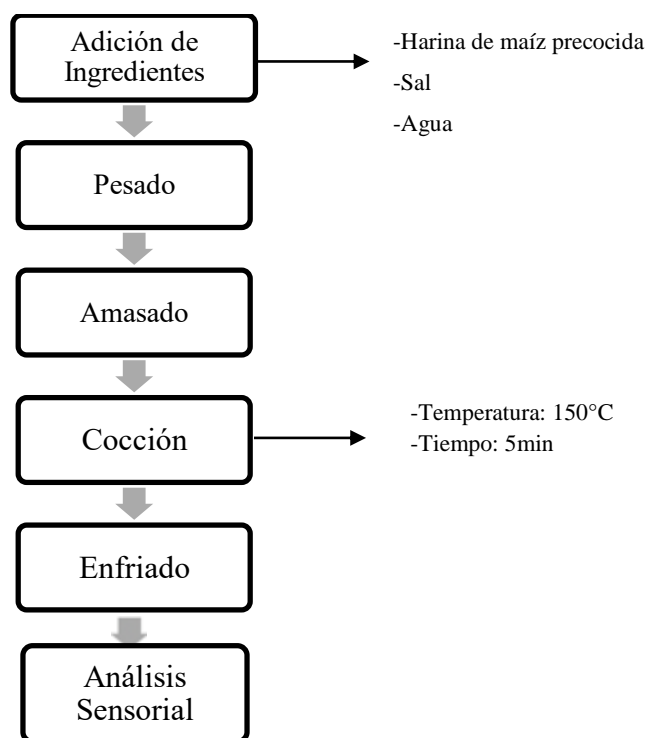


Ilustración 3-2: Diagrama de proceso elaboración de la arepa

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

- **Adición de ingredientes:** Para la elaboración de las arepas se colocó en un recipiente agua y sal y a harina de maíz precocida que se obtuvo en la producción.
- **Amasado:** Se amasó la mezcla hasta obtener una masa homogénea y humectada en su totalidad, se realizó bolas de 100gr, con ayuda de un mazo se aplana obteniendo arepas de 1.50cm aproximadamente.
- **Cocción:** En una plancha previamente calentada a 150°C se colocó la arepa durante 5min por cada lado.
- **Enfriado:** Se dejó reposar a temperatura ambiente en un recipiente cubierto por una tela ligera.
- **Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos:** Se analizó la harina de maíz precocida proveniente de tratamientos propuestos de acuerdo con la norma NTE INEN 1737.
- **Análisis Sensorial:** Se aplicó una prueba discriminativa donde se evaluó las diferencias sensoriales perceptibles entre la harina de maíz precocida de la empresa SIMAA CIA. LTDA., y otro producto conocido por el consumidor.

3.6 Metodología de la Evaluación

3.6.1 Fase I: Análisis Físicoquímicos

Los tratamientos pasaron por una evaluación Bromatológica donde se verificó cuál de ellos cumple con la Normativa Técnica Ecuatoriana establecida para la harina de maíz. Los análisis se detallan a continuación:

3.6.1.1 Humedad

La humedad es considera como la pérdida de peso al secado. Se empleo una termobalanza que está conformada por una balanza de torsión sensible para pesar la muestra y una lámpara infrarroja para secar. Según la normativa (NMX-F-428, 1982) se debe realizar lo siguiente:

Procedimiento:

1. Se colocó el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte finamente punteado, y que esté limpio y seco
2. Se ajusto al 0 y 100 %.
3. Se pesó 5 g de la muestra pesada en la misma balanza que se distribuyó uniformemente en el platillo.

4. Con la fuente de potencia debidamente ajustada, se bajó la tapa de la balanza. La muestra comenzó a perder humedad y la manecilla se movió hacia arriba. Después de pasado un tiempo de 10 a 20 minutos, se tomó la lectura, y se registrará como porcentaje total de humedad.

3.6.1.2 Ceniza

De acuerdo con la (NTE INEN-520, 2013) la ceniza es el residuo obtenido después de incinerar la muestra, dentro de las condiciones descritas en la norma como se detalla a continuación:

Procedimiento:

1. Se calentaron los crisoles en la mufla ajustada a $550 \pm 15^\circ\text{C}$, por 30 min. Se enfrió en el desecador y pesó.
2. En crisol previamente tarado pesar 3g de la muestra.
3. Se colocó el crisol con su contenido en la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material.
4. Introduciendo el crisol en la mufla a $550 \pm 15^\circ\text{C}$, se obtuvo cenizas de un color gris claro.
5. Sacando el crisol con la muestra de la mufla, se dejó enfriar en el desecador y pesó cuando alcanzó la temperatura ambiente. Los resultados obtenidos se calcularon a través de la siguiente ecuación:

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

Siendo:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m1 = masa del crisol vacío, en g.

m2 = masa del crisol con la muestra, en g.

m3 = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.6.1.3 Grasa

Para obtener resultados confiables se aplicó la guía elaborada por (NTE INEN 523, 1980), donde se explica el procedimiento estándar para el análisis de este parámetro de la siguiente manera:

Procedimiento:

1. Se lavó y secó el balón del aparato Soxhlet en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora, se transfirió al desecador y pesar cuando alcanzó la temperatura ambiente.
2. En el dedal de Soxhlet se pesó 5 g de la muestra de harina, se introdujo en la estufa calentada a $130 \pm 5^\circ\text{C}$, por el tiempo de una hora, se transfirió el dedal al desecador y dejó enfriar hasta temperatura ambiente.
3. Se colocó el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de hexano y extraer durante cuatro horas.
4. Terminada la extracción, se recuperó el disolvente por destilación en el mismo aparato y se colocó el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a $100 \pm 5^\circ\text{C}$; se enfrió hasta temperatura ambiente en el desecador y se pesó. Para la obtención de los resultados se aplica la siguiente fórmula:

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Siendo:

G = contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra, en g.

m1 = masa del balón vacío, en g.

m2 = masa del balón con grasa, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.6.1.4 Proteína

Según la normativa (NTE INEN 519, 1980) la proteína es la cantidad de nitrógeno total, expresado convencionalmente como contenido de proteína y determinado mediante procedimientos normalizados que se detallan en la norma mencionada a continuación:

Procedimiento:

1. Se pesó 2g de harina en una hoja de papel bond se pesó 9 gramos de sulfato de sodio y 1 gramos de sulfato de cobre. En el balón se coloca la muestra pesada y los reactivos con 25ml de hidróxido de sodio.
2. Con una agitación cuidadosa del balón, se colocó en la hornilla del aparato Kjeldahl, y se dejó ebulir por 40min o hasta presenciar una coloración verde esmeralda.

3. Se agregó aproximadamente 200 ml de agua destilada, cuando la mezcla estuvo a temperatura ambiente y se añadió trocitos de granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.
4. Se vertió cuidadosamente por sus paredes, 100ml de la solución concentrada de hidróxido de sodio
5. Conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador se colocó un vaso de precipitación con 100ml de ácido bórico una vez recolectado, se agregó unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.
6. Se titula con ácido clorhídrico hasta obtener una coloración rosácea y se anota el valor utilizado del reactivo. Los resultados se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

V1 = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³.

N1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V2 = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en cm³.

N2 = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V3 = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm³.

V4 = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, cm³.

m = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

F = factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas, cuyo valor para cada harina se indica en la siguiente tabla:

3.6.1.5 Fibra

Para la determinación de fibra de la muestra de harina de origen vegetal se aplicó la normativa (NTE INEN 522, 2013) donde se describe el proceso de obtención, para los cálculos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Fibra = \frac{(m1 - m2) - (m3 - m4)}{m} \times 100$$

Donde:

m= masa de la muestra desengrasada y seca

m1 = masa de crisol y la fibra seca

m2 = masa de crisol después de ser incinerado

m3 = masa de crisol del ensayo en blanco

m4 = masa de crisol del ensayo en blanco después de ser incinerado

3.6.1.6 Tamaño de Partícula

Los procedimientos para esta determinación se realizó según la (NTE INEN 517, 2013) y para los cálculos posteriores se usó la formula descrita a continuación:

$$MR = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100$$

Siendo:

MR = masa retenida de harina, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra de harina, en g.

m1 = masa del papel sin harina, en g.

m2 = masa del papel con la fracción de harina, en g.

3.6.1.7 Color

En esta evaluación se utilizó el espacio de color CIELAB, un sistema ampliamente empleado en el área de alimentos para la evaluación del color, mediante valores numéricos que se relacionan en un plano cartesiano conformado por tres ejes (L*a*b), identificando atributos, inconsistencias y tolerancias de color que contribuyen al control de calidad y estandarización de un producto (Talens, 2018, pp. 1).

3.6.2 Fase II: Análisis Microbiológicos

3.6.2.1 Mohos y Levaduras

En la normativa ecuatoriana para los controles microbiológicos de la harina de maíz precocida se aplicará los procedimientos descritos en (NTE INEN-1529-10, 2013) donde expresa lo siguiente:

Procedimiento:

1. Se esterilizó todos los materiales para el análisis pipetas, tubos de ensayo con agua necesaria para las disoluciones, gradillas, etc., en conjunto con el agar Sabouraud previamente diluido en el volumen de agua destilada indicada en el envase.
2. Cuando el material estuvo esterilizado se realizó las diluciones de cada muestra se pesó 1 gramo que se homogeneizó con los 9 ml de los tubos de ensayo, siendo una concentración 1:10.
3. Se marcaron las cajas Petri con el número dilución sembrando en cada una 0.1 ml. de la dilución del respectivo tubo.
4. Se añadió en cada placa Petri 20 ml. de agar de Sabouraud previamente diluido y caliente y se dejó reposar por 5min.
5. Repitiendo esta operación con cada dilución hasta llegar a la más concentrada, se usó la misma pipeta para las diluciones correspondientes a una muestra.
6. Se incubó las placas a una temperatura de 32°C durante 3 a 5 días o a temperatura ambiente durante 2 a 4 días y calcular. Para la obtención de resultados de mohos y levaduras se aplicará la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Numero total de colonias calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}} \times 100$$

En donde:

Σ = 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 102.

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.6.3 *Análisis Sensorial Discriminativa (Prueba dúo-trío)*

Las pruebas sensoriales discriminativas se aplican cuando se desea determinar si dos muestras son perceptiblemente diferentes. Cuando se desarrolla un producto, las formulaciones y procesos cambian constantemente y en esta etapa puede verse afectada las características sensoriales del producto desarrollado. Se aplicó la prueba dúo-trío que forma parte de los test discriminativos donde los panelistas reciben tres muestras simultáneamente, una muestra está marcada como referencia “R” en este caso un producto estándar y las dos muestras codificadas, de las cuales una es igual a la referencia (Lawless y Heyman, 2010, p. 84).

Para la investigación se empleó a 40 panelistas considerados consumidores frecuentes que fueron elegidos después de aplicarse una encuesta de preselección. Se evaluó el tratamiento de harina de maíz precocida considerado como la mejor de acuerdo a los análisis bromatológicos y físicos, con esta harina se preparó arepas para facilitar la evaluación. Así la muestra “R” considerada la muestra referencia fue la arepa elaborada con una harina de maíz precocida convencional en el mercado y la muestra codificada fue la arepa elaborada con el producto elaborado por la empresa SIMAA CIA. LTDA., en el ANEXO F se observa la ficha de evaluación.

En estas pruebas discriminativas se considera la probabilidad de acierto del $p < 0,05$ cuando las muestras analizadas se considera que tiene diferencias perceptibles, debido a que el panelista está obligado a tomar una decisión donde puede acertar o fallar.

3.6.4 *Análisis Económico*

Para determinar los costos de producción se obtuvo de la suma de los gastos de la materia prima directa, posterior a ello se dividió el total para la cantidad de kilogramos obtenidos y se calculó el costo del valor unitario, adicional a ello se sumó un margen de utilidad, determinando un precio aproximado para la venta al público.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados Bromatológicos

Tabla 4-1: Características bromatológicas de la harina de maíz precocida por efecto de la temperatura

Parámetro	Temperatura		E. E	PROB	SIGNIF
	104°C	115°C			
Humedad	13,13 a	11,51 b	0,04	0,0001	**
Cenizas	1,41 a	1,38 a	0,03	0,4586	Ns
Proteína	7,91 a	7,88 a	0,02	0,2514	Ns
Grasa	2,35 a	2,32 b	0,01	0,0366	*
Fibra	1,53 a	1,51 a	0,03	0,7234	Ns

Prob>0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob<0,05 existen diferencias estadísticas

Prob<0,01 existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Tabla 4-2: Características bromatológicas de la harina de maíz precocida por efecto del acondicionamiento

Parámetro	Acondicionamiento		E. E	PROB	SIGNIF
	500ml	1000ml			
Humedad	11,57 a	13,08 a	0,04	0,0001	**
Cenizas	1,33 b	1,45 a	0,03	0,0081	*
Proteína	7,93 a	7,86 a	0,02	0,0098	**
Grasa	2,32 b	2,36 a	0,01	0,0041	*
Fibra	1,54 a	1,54 a	0,03	0,3833	Ns

Prob>0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob<0,05 existen diferencias estadísticas

Prob<0,01 existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Tabla 4-3: Interacción de la temperatura y acondicionamiento en los parámetros bromatológicos

Código	Temperatura	Acondicionamiento	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra
°T104+A500ML	104°C	500ml	12,54 b	1,36 a	8,01 a	2,33 ab	1,49 a
°T104+A1000ML	104°C	1000ml	13,71 a	1,45 a	7,81 b	2,38 a	1,56 a
°T115+A500ML	115°C	500ml	10,59 c	1,30 a	7,85 b	2,30 b	1,51 a
°T115+A1000ML	115°C	1000ml	12,44 b	1,45 a	7,91 b	2,34 ab	1,49 a
		PROB	0,0001	0,4469	0,0001	0,7092	0,4270
		E. E	0,06	0,04	0,03	0,01	0,04
		SIGNIF	**	Ns	**	Ns	Ns

Prob>0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob<0,05 existen diferencias estadísticas

Prob<0,01 existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

4.1.1 Humedad

En la tabla 4-3, se muestran los valores que se obtuvieron con respecto a la humedad. Los tratamientos presentan diferencias altamente significativas, por efecto de la temperatura y el nivel de acondicionamiento, se puede observar que la muestra con el código °T104+A1000ML obtuvo un valor de 13,71% siendo el más alto entre los cuatro tratamientos elaborados, esto debido que durante proceso de extrusión el nivel de acondicionamiento fue de 1000 ml/min acompañado de la menor temperatura de 104°C, lo que provocó el alto valor de humedad para este tratamiento

León y Astrid (2022, p.35) en su investigación sobre la evaluación de harinas precocidas provenientes de pituca blanca y morada a través de un proceso de extrusión, reportaron que la humedad de estas harinas osciló entre 7,08-10,11%, cumpliendo con el parámetro de humedad dispuesto por la normativa (COVENIN-2135, 2017) que es de 13,5%. También afirman que los datos que obtuvieron dependen de las condiciones bromatológicas iniciales de la materia prima; aunque estos porcentajes de humedad podrían disminuir por la evaporación de agua dentro de la matriz de extrusión; considerando la aplicación de altas temperaturas.

La humedad es un parámetro importante al estar relacionada con de la vida útil de un producto; en la normativa ecuatoriana (NTE INEN-1737, 2016), establece un valor máximo de humedad de 13,5%, donde los tratamientos con los códigos °T104+500ML, °T115+500ML

y °T115+1000ML, se mantienen dentro de la normativa al obtener valores de 12,54%, 10,60%, 12,51% respectivamente. Este tipo de productos farináceos al mantenerse en largos periodos de almacenamiento los valores de humedad deben mantenerse bajos para evitar crecimiento microbiano.

En la normativa (CODEX STAN-125, 1995) se permite un valor de humedad máxima del 15%, para harinas de maíz precocidas, considerando este valor todos los tratamientos estarían dentro de un rango de humedad estandarizado. En la industria alimentaria los factores de riesgo como: el manejo posterior del producto después de la producción, el clima, transporte y almacenamiento, pueden afectar la humedad por lo cual es recomendable mantener valores bajos.

4.1.2 Cenizas

Los valores de ceniza poseen diferencias significativas por efecto del nivel de acondicionamiento. Cuando se aplicó 1000ml/min en el acondicionamiento la ceniza alcanza un valor de 1,45% y con 500ml/min se obtiene 1,33%; cuando las variables temperatura y acondicionamiento interaccionan no presentan diferencias significativas. Según Gulati et al., (2020, pp. 430-432) en su investigación “Impactos del procesamiento por extrusión en los componentes nutricionales de cereales y legumbres”; el proceso de extrusión puede afectar la biodisponibilidad de los minerales de una harina, debido a la degradación térmica, facilitado por un bajo contenido de acondicionamiento y altas temperaturas.

El contenido de cenizas también está determinado por la calidad bromatológica de la materia prima, en este caso la harina de maíz cruda puede alcanzar valores en ceniza hasta de 1,72% en relación con el análisis de caracterización de este producto realizado por Velasco (2016, pp. 59); se debe considerar además la cantidad de minerales presentes en el maíz amarillo, de los cuales destaca el fósforo (P), en forma de fitato, Potasio (K) y Magnesio (Mg) (Jurado, 2022, pp.18). Según la normativa (NTE INEN-1737, 2016), la ceniza tiene un máximo de 1%, pero debemos considerar que el cambio en el proceso como la variable acondicionamiento influye en la variación de los resultados además la extrusión puede aumentar la biodisponibilidad de los minerales contenidos en el ácido fitico de acuerdo con Gulati et al., (2020, pp. 430-432)

4.1.3 Proteína

Las proteínas influyen sobre las propiedades físicas y nutricionales de los productos extruidos, este proceso puede afectar las proteínas vegetales generando cambios en la calidad de las

proteínas como el perfil de aminoácidos, digestibilidad y otros parámetros descritos por Gulati et al., (2020, pp. 420).

En la determinación de proteínas como se observa en la Tabla 4-3 el tratamiento con el código: °T104+A500ML obtuvo un porcentaje de proteína del 8,01%; considerándose mayor que la obtenida por el resto de los tratamientos con una diferencia altamente significativa. Dentro de la normativa (NTE INEN-1737, 2016), todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros establecidos con respecto a la proteína debido a que se estipula como valor mínimo de contenido del 7%.

De acuerdo con (Camire, 2002; citados en Loayza, 2022, pp.42) la extrusión mejora la digestibilidad de la proteína vía desnaturalización, pero cuando se utilizan altas temperaturas y humedades de acondicionamiento bajas promueven las reacciones de Maillard. Los azúcares reductores que se forman durante el cizallamiento del almidón en la extrusora pueden disminuir el valor nutritivo proteico del producto. En la investigación de Loayza (2022, pp. 45), en donde se estudia las propiedades reológicas de siete harinas diferentes incluida la harina de maíz precocida, se reporta un valor proteico del 7,2%; demostrando que los tratamientos de las harinas precocidas se mantienen dentro de estos rangos numéricos.

4.1.4 Grasa

Según Moraga y Valverde (2020, p. 6), el almidón debe alcanzar altas temperaturas para gelatinizar, pero si existe una falta o exceso de agua en el acondicionamiento, la viscosidad puede disminuir generando una harina poco expandida que en conjunto de un alto contenido de lípidos la masa puede plastificarse dentro de la extrusora, existiendo pérdida de producto debido adhesión de la masa al tornillo.

En la harina de maíz precocida no se obtuvieron diferencias significativas con respecto a los porcentajes de grasa cuando se considera la interacción entre la temperatura y el acondicionamiento como se observa en la Tabla 4-3. En la Tabla 4-1 y 4-2 se analiza estas variables por separado y se encontraron diferencias significativas cuando se aplicó una temperatura de 104°C y 115°C se obtuvo un valor de 2.32% a 2,35%. En los niveles de acondicionamiento de 500ml y 1000ml la grasa alcanzó valores de 2,32 a 2,36%.

Si comparamos estos valores con la norma NTE INEN 1737, los tratamientos sobrepasan ligeramente el límite establecido que es del 2,2%, pero si se considera los valores del estudio

realizado por Coral y Gallegos (2015, pp.17), la grasa en la harina de maíz varía en un rango de 3,64%-4,26%, que a pesar de la aplicación de un proceso de extrusión el contenido no disminuiría manteniéndose en porcentajes más altos.

4.1.5 Fibra

De las muestras analizadas dentro de la Tabla 4-3 se observa que los porcentajes de fibra no tienen diferencias significativas, considerando los niveles de temperatura y acondicionamiento distintos. Gulati (2020, pp. 418), asegura que los efectos de la extrusión sobre la fibra son mínimos y no afectan la concentración total, pero puede aumentar la proporción de fibra soluble a fibra insoluble.

Si analizamos los valores de fibra en la harina de maíz evaluada durante la investigación de Coral y Gallegos (2015, pp.17), el contenido de fibra varía entre 1,11%-1,35 %, estos valores se deben a que el grano de maíz pasa por un proceso de refinamiento y molienda, separando los componentes que aportan fibra al producto final, en la elaboración de la harina de maíz precocida se empleó una harina cruda proveniente del proceso de elaboración de gritz de la empresa por lo tanto considerándose una sémola fina y su aporte de fibra tiene menor impacto que las harinas que se obtienen por el método tradicional.

4.2 Resultados de los Análisis Físicos

Tabla 4-4: Características físicas de la harina de maíz precocida con diferentes temperaturas

Parámetro	Temperatura		E. E	PROB	SIGNIF
	104°C	115°C			
Granulometría					
710µm	89,32 a	89,03 a	0,22	0,3577	Ns
210 µm	10,63 b	18,82 a	0,06	0,0001	**
Colorimetría					
L	42,06 a	43,48 a	0,90	0,2819	Ns
a	-1,26	-1,33 a	0,04	0,2184	Ns
b	10,18 a	11,33 a	0,43	0,0705	Ns
ΔE	7,31 a	8,76 a	0,89	0,2647	Ns

Prob>0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob<0,05 existen diferencias estadísticas

Prob<0,01 existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Tabla 4-5: Características físicas de la harina de maíz precocida por efecto del acondicionamiento

Parámetro	Acondicionamiento		E. E	PROB	SIGNIF
	500ml	1000ml			
Granulometría					
710 μ m	90,26 a	88,08 b	0,22	0,0001	**
210 μ m	14,34 b	15,11 a	0,06	0,0001	**
Colorimetría					
L	44,48 a	41,06 b	0,90	0,2819	Ns
a	-1,33 a	-1,27 a	0,04	0,2403	Ns
b	11,84 a	9,66 b	0,43	0,0017	*
Δ E	9,86 a	6,21 b	0,89	0,0091	*

Prob>0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob<0,05 existen diferencias estadísticas

Prob<0,01 existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Tabla 4-6: Interacción de la temperatura y acondicionamiento en los parámetros físicos

Código	Granulometría		Colorimetría			E Δ
	710 μ m	212 μ m	L	a	b	
°T104+A500ML	91,23 a	6,83 d	43,26 a	-1,31 a	11,11 ab	8,46 ab
°T104+A1000ML	87,40 c	14,43 c	40,87 a	-1,22 a	9,25 b	6,17 b
°T115+A500ML	89,28 b	21,85 a	45,71 a	-1,36 a	12,58 a	11,26 a
°T115+A1000ML	88,77 b	15,78 b	41,25 a	1,31 a	10,07 b	6,26 b
PROB	0,0001	0,0001	0,4290	0,7654	0,5964	0,2949
E. E	0,31	0,08	1,28	0,06	0,04	1,26
SIGNIF	**	**	Ns	Ns	Ns	Ns

Prob>0,05 no existen diferencias estadísticas

Prob<0,05 existen diferencias estadísticas

Prob<0,01 existen diferencias altamente significativas

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey

L: Luminosidad (+L: blanco; -L: negro) **a:** (+a: rojo; -a: verde) **b:** (+b: amarillo; -b: azul); **E Δ :** Tolerancia del color

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

4.2.1 Granulometría

La granulometría es un parámetro fundamental en la elaboración de harinas, en la Tabla 4-6 el tratamiento T°104+A500ML obtuvo un valor de retención en el tamiz de 710 μm de 91,23%, teniendo diferencias altamente significativas en relación con el tratamiento T°105+A1000ML, donde el resultado de retención en el mismo número de tamiz fue de 87,40%.

En cuanto al tamiz de 212 μm el resultado más alto lo obtuvo el tratamiento T°115+A500ML con el 21,95% de retención y el tratamiento T°104+A500ML solo alcanzó el valor de 6,83%. Estos valores de granulometría varían entre tratamientos por efecto de la temperatura y acondicionamiento. De acuerdo con Dussán et al. (2019, pp.6-7), la temperatura y humedad de extrusión pueden influir en la granulometría de las harinas precocidas, a temperaturas y humedad más altas genera una mayor expansión y gelatinización del almidón, lo que a su vez puede resultar en una textura más suave y una granulometría más fina. Por el contrario, una temperatura y humedad más baja puede limitar el proceso de gelatinización del almidón, obteniendo texturas y granulometrías más gruesas.

Considerando los valores de la NTE INEN 1737, los porcentajes de retención en los tamices 710 μm y 212 μm , son de 95% mínimo y 25% máx. respectivamente, comparando con estos valores obtenidos todos los tratamientos cumplen con el nivel de retención del tamiz 212 μm , en cuanto al tamiz 710 μm los valores son bajos, pero se aproximan al valor esperado de la norma. Se debe recalcar que la granulometría también depende del producto final que se desea obtener.

4.2.2 Colorimetría

En la colorimetría se aplicó el método CIELAB donde se analizan los parámetros L^* que representa la luminosidad con valores numéricos que van desde el 0 (negro) hasta 100 (blanco). El eje horizontal a^* representa los colores de rojo a verde, cuando los valores sean positivos el color tendrá tendencia en rojo y cuando sean negativos la tendencia de color será verde; en el eje b^* representa la medida de color de amarillo a azul, valores positivos en b indican contenido de color amarillo mientras que valores negativos se relacionan al color azul (Talens, 2018, pp. 1).

En la Tabla 4-6 se observa los resultados que se obtuvieron con respecto al color de las harinas precocidas. Los valores de L^* y a^* no presentaron diferencias significativas por efecto de la interacción de la temperatura y el acondicionamiento. En la Tabla 4-6 se puede observar que en eje b^* se obtuvo un valor de 11,84 cuando se aplicó un nivel de acondicionamiento de 500ml a

comparación de cuando se emplea 1000ml donde los valores bajan hasta 9,66. El ΔE tienen diferencias significativas por efecto del acondicionamiento donde a nivel de 500ml se obtiene un valor de tolerancia al color de 9.86, que al aplicarse 1000ml donde se obtiene como resultado 6,21. Para la comparación de los datos de color y obtener el valor de tolerancia (ΔE) se utilizó un valor estándar de una harina de maíz precocida comercial, donde se obtuvo los siguientes valores: L^* 35,5; a^* -0,47 y b^* 7,91.

Los colores en las harinas si experimentan cambios cuando pasan por la extrusora. De acuerdo con Gulati (2020, pp. 418), la temperatura y humedad altas pueden favorecer la reacción de Maillard y la caramelización, lo que puede dar lugar a un mayor oscurecimiento del color. Algunos pigmentos naturales presentes en las harinas, como los carotenoides, pueden ser más estables en condiciones de mayor humedad, esto puede ayudar a preservar o resaltar el color amarillo natural en las harinas.

4.3 Resultados Análisis Microbiológicos

En la normativa NTE INEN-1737, se encuentran los análisis microbiológicos correspondientes a la harina de maíz precocida, en nuestro país solo se realiza la determinación de mohos y levaduras en comparación con la normativa COVENIN-2135; donde adicionalmente se evalúan la existencia de microorganismos como: *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*; la normativa mencionada pertenece a Venezuela, país pionero en la elaboración de harina de maíz precocida.

Tabla 4-7: Análisis Microbiológicos de la harina de maíz precocida

PARÁMETRO	°T104+A500ML	°T104+A500ML	°T104+A500ML	°T104+A500ML	p- valor	NTE INEN 1737
Mohos/Levadura	<1x10 ⁰	<1x10 ⁰	<1x10 ⁰	<1x10 ⁰	--	<1x 10 ³

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023.

En la Tabla 4-7, se observa que los tratamientos presentan ausencia de mohos y levaduras, de acuerdo con la normativa (NTE INEN-1737, 2016), el producto conocido como harina de maíz precocida no debe exceder 1×10^3 UFC/g; demostrando que dentro de los procesos de elaboración se llevó un control y manipulación adecuado del producto final.

En la investigación realizada por Freire (2020, p. 482), explica que los hongos requieren de un ambiente húmedo para desarrollarse y también depende del pH que posea el alimento para que

exista una mayor influencia en su crecimiento, por lo tanto productos como las harinas deben mantener porcentajes de humedad bajos debido que se mantendrán más tiempo en almacenamiento; la ausencia de mohos y levaduras en los tratamientos también puede deberse a que el producto no conto con un periodo de almacenamiento largo de acuerdo a su fecha de elaboración.

4.4 Resultados Análisis Sensorial

4.4.1 Prueba Dúo-Trío

Tabla 4-8: Datos de la Prueba Dúo Trío

Panelista	HPC	HMS	Panelista	HPC	HMS
1	1		21	1	
2	1		22	1	
3	1		23	1	
4	1		24	1	
5	1		25	1	
6	1		26	1	
7	1		27	1	
8	1		28	1	
9	1		29	1	
10	1		30	1	
11	1		31	1	
12	1		32	1	
13	1		33	1	
14	1		34	1	
15	1		35	1	
16	1		36	1	
17	1		37	1	
18	1		38	1	
19	1		39	1	
20	1		40	1	
Número de respuestas Correctas	20		Número de respuestas Correctas	20	
Número de respuestas Incorrectas		0	Número de respuestas Incorrectas		0

HPC: Harina de maíz precocida comercial

HPS: Harina de maíz precocida SIMAA

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

En la Tabla 4-8 se observa los datos que se obtuvieron en la evaluación sensorial con la prueba dúo trío. Se muestra el número de panelistas que participaron y la harina que eligieron como similar a la muestra referencia “R”. Se aplicó un chi cuadrado X^2 con un nivel de probabilidad de 0,5 debido a que en las pruebas discriminativas los participantes deben elegir una muestra codificada, identifiquen o no la diferencia creando ese nivel de probabilidad de acierto o falla. Adicional se menciona la hipótesis para determinar la existencia de diferencias perceptibles.

H_0 : Los panelistas no encuentran diferencias perceptibles entre la harina de maíz precocida comercial y la harina de maíz precocida de la empresa SIMMA.

H_1 : Los panelistas encuentran diferencias perceptibles entre la harina de maíz precocida comercial y la harina de maíz precocida de la empresa SIMMA. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$X_{exp}^2 = \frac{([Xi - np] - 0,5)^2}{np(1 - p)}$$

Dónde:

X_i = Número de respuestas correctas

n = Total de ensayos realizados

p = Probabilidad máxima de respuestas debidas al azar.

0,5 = Factor de corrección, se aplica sólo para 1gl en el cual los resultados se consignan como aciertos o fallos. (95% de confianza)

$$X_{exp}^2 = \frac{([40 - 40 * 0,5] - 0,5)^2}{40 * 0,5(1 - 0,5)}$$

$$X_{exp}^2 = 38,025$$

$$X_{tab}^2 = 3,84$$

$$X_{exp}^2 > X_{tab}^2$$

El valor calculado de chi-cuadrado, indica que X_{exp}^2 es mayor que al X_{tab}^2 , el valor de 3,84 se obtuvo de la tabla de valores críticos de la distribución chi-cuadrado (χ^2) que se encuentra en el Anexo N, rechazando la hipótesis nula. Se considera que las muestras tienen diferencias perceptibles. En la ficha de evaluación se colocó la opción de observaciones donde los comentarios más frecuentes fueron que las muestras eran diferentes respecto a la referencia en atributos como color, textura, sabor y olor.

De acuerdo el ANEXO O, el 50% de los panelistas detectaron diferencias en el color debido a que los valores de la muestra referencia con respecto a la colorimetría fueron: L* 35,5; a*-0,47 y b*7,91. En comparación con los datos del tratamiento T°104+A500ML que fue seleccionado para el análisis sensorial discriminativo, el cual obtuvo un resultado de L*43,26; a*-1,31; b*11,11. Según Rollandeli (2022, p. 165) las altas temperaturas y el cizallamiento de la matriz de extrusión, pueden generar el aumento de los valores en los ejes a* y b*. También señala que la coloración en los productos extruidos puede variar debido a la susceptibilidad de los pigmentos propios de la materia prima o la facilidad de que produzcan reacciones de pardeamiento generando cambios en el flavor del alimento.

En el ANEXO O también se observa que el 80% de los panelistas encontraron diferencia en la textura de la masa esto se debió a la granulometría de la harina de maíz precocida puede influir en las propiedades reológicas de las masas; según Portilla y Salgado (2013, pp.25-26) las partículas más grandes tienen menor capacidad de hidratación y una menor interacción entre las partículas de harina y el líquido presente en la masa, resultando en masas más seca, menos elástica y más difíciles de manejar.

De acuerdo con (Prieto, 2015, p.13) cuando la harina tiene partículas más pequeñas y uniformes, la hidratación puede ser más efectiva, permitiendo una mejor interacción entre las partículas de harina y el líquido, contribuyendo a una masa más suave, elástica y fácil de trabajar. En el caso de la harina precocida experimental con una granulometría mayor, puede afectar la presencia del líquido en la masa resultando en masas con texturas menos homogénea y más difícil de trabajar, lo que a su vez podría afectar la textura final de las arepas elaboradas.

4.5 Costos de Producción

Tabla 4-9: Costos de Producción de la harina de maíz precocida

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Harina de maíz cruda	15	kg	1,1	16,5
Agua	0,5	L	0,22	0,11
Empaque	19		0,02	0,38
Total, de Egresos				16,99
Cantidad de producto	12,34	kg		
Costo Total	16,990	\$		
Costo Unitario	0,720			
Utilidad	15	%		
PVP	0,85			

Realizado por: Tasna, Mabel, 2023

Para el cálculo de costos de producción relacionados a la harina de maíz precocida se tomó en cuenta la materia prima utilizada en la elaboración del producto. En la Tabla 4-9 se detalló el valor de la harina de maíz cruda que se obtuvo como subproducto en la producción de gritz que realiza la empresa. La cantidad de agua que se aplicó durante el proceso de acondicionamiento para la extrusión de la harina y adicional se considera el valor del empaque del producto.

Para establecer el precio unitario de la harina de maíz cruda se consideró la investigación realizada por Cárdenas (2018, pp. 44) donde explica que los precios promedios para el mercado actual de harina de maíz cruda son de 1,10\$, también explica que en una encuesta aplicada a los consumidores acerca de cuánto dinero estarían dispuestos a pagar por dicho producto los precios oscilan entre 1\$ hasta el 1,20\$.

Finalmente se obtuvo 12,34kg de harina de maíz precocida con un costo de producción de 16,99\$. El costo unitario fue de 0,72ctvs también se calculó el precio de venta al público aplicando un margen de utilidad del 15% dándonos un valor final de 0,85 ctvs. Pino (2017, p.11) la harina de maíz se puede encontrar en el mercado en presentaciones de 1kg y 500gr, determinando como precio referencial de 1kg de harina de maíz precocida de 1,60\$.

CONCLUSIONES

- Se elaboró la harina de maíz precocida en la empresa SIMAA CIA. LTDA., donde se aplicó niveles de acondicionamiento (500 ml -1000ml) y temperatura (104°C-115°C).
- Mediante los análisis bromatológicos realizados los tratamientos no tuvieron diferencias significativas con respecto a grasa, fibra y ceniza, por lo tanto, se consideró al tratamiento con mayor porcentaje de proteína como el mejor tratamiento que fue 8,01% valor que corresponde al tratamiento °T104+A500ML con una humedad del 12,54%. También se consideró el parámetro físico granulometría donde este tratamiento obtuvo en los tamices 710 μm y 212 μm valores de 91,23% y 6,83% respectivamente, cercanos a la normativa
- En los análisis microbiológicos se obtuvo ausencia de mohos y levaduras, cumpliendo con lo establecido en la normativa INEN 1737.
- Se determinó mediante una prueba discriminativa (dúo-trío) que el tratamiento °T104+A500ML, es diferente a la muestra estándar que se entregó a los panelistas, en atributos como color, sabor, textura. Debido a los valores de granulometría y colorimetría obtenidos.
- Se estableció el costo de producción de la harina de maíz precocida, obteniendo un valor de 16,99\$ por 12,34kg de harina precocida; para el precio de venta al público se aplicó una utilidad del 15%, dando como resultado el precio de venta al público de 0.85ctvs.

RECOMENDACIONES

- Para seguir optimizando el proceso para la obtención de harina precocida de maíz, se recomienda la medición de otra variable como la rotación del tornillo dentro de la matriz de extrusión.
- Aplicar tamices analíticos para conocer el tamaño de partícula de la harina de maíz cruda que se obtiene de la empresa debido a que este parámetro influye en la expansión de la harina de maíz precocida.
- Se debe considerar la evaluación del índice de retención de agua del producto, para obtener más observaciones del comportamiento de la harina precocida cuando se aplique en la preparación de alimentos.
- Considerar la adición de otros componentes como vegetales dentro de la composición de la harina precocida para mejorar sus características nutricionales y motivar al consumidor por nuevos beneficios dentro de un producto común.

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, I., GARCÍA, P. “Aportes de la biotecnología al mejoramiento del maíz”. *Revista Peruana De Innovación Agraria* [en línea], 2020, (Perú) 1 (1), pp.130-150 [Consulta: 22 de octubre de 2022] ISSN 2810-8876. Disponible en: <http://200.123.25.14/index.php/REVINIA/article/view/10>

AMAT CABRERA, G. Comportamiento agronómico de un híbrido promisorio de maíz forrajero (*Zea mays L.*), durante la época lluviosa en las zonas ganaderas del Ecuador (Trabajo de titulación) [En línea] Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. (Los Ríos-Ecuador). 2019. pp. 1-76 [Consulta: 8 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6791>

ANALUISA, I.; JIMBER DEL RÍO, J., FERNÁNDEZ GALLARDO, J., & VERGARA ROMERO, A. “La cadena de valor del maíz amarillo duro ecuatoriano. Retos y oportunidades”. *Lecturas De Economía* [en línea], 2022 (Medellín) (98), pp. 231–262 [Consulta: 07 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.le.n98a347315>

ALAM, F., NAWAB, A., LUTFI, Z., & HAIDER, S. Z. “Effect of Non-Starch Polysaccharides on the Pasting, Gel and Gelation Properties of Taro (*Colocasia esculenta*) Starch” *Starch-Stärke*, 2020. 73(1-2). [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/star.202000063>

BAHILO, J. *Agricultura [Sitio web]*. [Consulta: 21 de mayo 2023]. Disponible en: https://pbs.twimg.com/media/C_psvx5XkAA7xsZ?format=png&name=small

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. “Boletín de Análisis Agropecuario” [en línea], 2022 (Quito) 94, pp. 4-32 [Consulta: 07 junio de 2023]. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202104.pdf>

BARANDIARÁN GAMARRA, M. *Manual Técnico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro*. Lima-Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, 2020. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1643>

BELTRÁN NARANJO, Daniel Sebastián. Manual de compras sostenibles del maíz en el Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de las Américas, Ecuador. 2020. pp. 15-28 [Consulta: 07 junio 2023]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12180/1/UDLA-EC-TLG-2020-06.pdf>

BISTANY, K., KOKINI, J. “*Dynamic Viscoelastic Properties of Foods in Texture Control*”. *Journal of Rheology* [en línea], 1983, (New Jersey) 27 (6), pp.605-620 [Consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1122/1.549732>

BLUM SALAZAR, Jorge Jair, & CONTRERAS MORENO, Martha Gabriela. Aprovechamiento de Sémola de Maíz y Harina de Soya para Desarrollar Alimentos Infantiles de Reconstitución Instantánea (Trabajo de Titulación) (pregrado). [en línea] Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. (Guayaquil-Ecuador). 2011. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16042>

CÁRDENAS, G., & SALAZAR, I. Estudio de Factibilidad Financiera para la Instalación de una Planta Modelo Procesadora de Harina Precocida de Maíz para consumo humano en Ecuador (Trabajo de titulación) (Maestría) [En línea] Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. (Quito-Ecuador). 2016. pp. 2-101 [Consulta: 8 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1710/1/T-UIDE-1270.pdf>

CÁRDENAS ALVARRACÍN, Marcela Edith. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una agroindustria procesadora de granos andinos ubicada en el Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichinchar [En línea] (Trabajo de titulación). (Magister) Universidad Central del Ecuador, Ecuador. 2018. pp. 1-127 [Consulta: 07 junio 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17379/3/T-UCE-0005-CEC-010-P.pdf>

CAVIEDES, M., CARVAJAL, F., ZAMBRANO, J. “Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays. L*) en el Ecuador”. *Avances en Ciencias e Ingeniería-ACI* [en línea], 2022, (Quito-Ecuador) 14(1), pp.1-21 [Consulta: 11 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>

CAVIEDES, M. “Producción de semilla de maíz duro en el Ecuador: retos y oportunidades”. *Avances en Ciencias e Ingeniería-ACI* [en línea], 2019, (Quito-Ecuador) 11(17), pp.116-123 [Consulta: 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100>

CUGGINO, M. *Desarrollo de alimentos precocidos por extrusión a base de maíz-leguminosa* (Trabajo de titulación) (Maestría) [En línea] Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química. (Santa Fe-Argentina). 2008. pp. 1-90 [Consulta: 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11185/60>

COVENIN-2135. *Harina de maíz Precocida. Requisitos*

CORAL, V., GALLEGOS, R. “Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho” Dialnet [en línea], 2015, (Ecuador) 3(1), p.6 [Consulta 10 de mayo 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8382661>

CODEX STAN-155. *Norma del CODEX para la harina y la sémola de maíz sin germen.*

DE ANCOS, B., BRAVO, J., BRAVO, F., GONZÁLEZ, M., MOLINA, E., PÉREZ, M. *Análisis Sensorial de Alimentos* [En línea]. México: Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL), 2011. [Consulta: 7 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf>

DERAS FLORES, H. *Guía Técnica del Cultivo de Maíz.* San Salvador-El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA, 2020. [Consulta: 12 de octubre de 2022]. Disponible en : <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>

DOMINI, S. *Ensilado de maíz y sorgo. Silo aéreo.* Argentina: Agencia de Extensión Rural Cipolletti del INTA, 2019. [Consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/4534>

DUSSÁN, Saúl; et al. Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinoa y Chontaduro. *Información Tecnológica* [en línea], 2019, (Colombia) 30(5), pp. 3-10 [Consulta: 20 de Junio 2023]. ISSN 0718-0764. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>

FERNÁNDEZ MEJÍA, José Luis, & GUIVAR DELGADO, César Líder. Formulación de harina proteica y extruida a base de harina de: arveja (*Pisum sativum*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus Mutabilis*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 2016. pp. 69-70. [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8610/Fern%
c3%a1ndez_Mej%
c3%ada_Jos%
c3%a9_Luis_y_Guivar_Delgado_Cesar_L%
c3%a1der.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8610/Fern%c3%a1ndez_Mej%c3%ada_Jos%c3%a9_Luis_y_Guivar_Delgado_Cesar_L%c3%a1der.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

FREIRE MUÑOZ, D. A. “Estudio de coliformes totales, mohos y levaduras en panaderías de la ciudad Ambato”. *Revista Universidad y Sociedad* [en línea], 2021, (Ecuador) 13(3), 477-483. [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300477&script=sci_arttext&lng=en

GARCÍA LARA, S; & SERNA SALDIVAR, S. *Corn History and Culture [en línea]*. Oxford-Inglaterra: AACC International Press, 2019. [Consulta: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>

GARCÍA, J. “Discurso de incorporación: Historia del maíz y su impacto en la Modernidad”. *Boletín Academia Nacional de Historia* [en línea], 2021 (Quito) 99(206-B), pp. 177-198 [Consulta: 07 de junio 2023]. Disponible en: <https://www.academiahistoria.org.ec/index.php/boletinesANHE/article/view/237>

GIL HERNÁNDEZ, A., MATÍN LAGOS, R., RUIZ LÓPEZ, M. *Tratado de Nutrición: Tomo 3. Composición y calidad nutritiva de los alimentos* [En línea]. Tercera Edición. España: Editorial Médica Panamericana, 2017. [Consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.medicapanamericana.com/co/libro/tratado-de-nutricion-tomo-3>

GONZÁLEZ, F., ÁVILA, M., GIL, Y., 2016, D. *Proceso de Fabricación de la Harina de Maíz Precocida* (Trabajo de titulación) (Maestría) [En línea] Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química. (Santa Fe-Argentina). 2007. pp. 1-94 [Consulta: 12 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11185/89>

GÓMEZ, N., BERNAL, M., RODRÍGUEZ, C., LAYA, H., CÓRDOVA, R., ROMERO, C. “Expectativas de Siembra de Ciclo corto: Arroz, Papa, Maíz y Soya”. *El Productor* [en línea],

2020, (Ecuador) 5 (1), pp.3-19 [Consulta: 7 de octubre de 2022]. Disponible en: https://issuu.com/elproductorec/docs/revista_enero_2020

GOUTTEFANJAT, F. “El maíz como fuerza productiva civilizatoria: ecología y comunidad en Mesoamérica”. *Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global* [en línea], 2020 (Quito) 1(3), pp. 51-63 [Consulta: 07 de junio 2023]. ISSN 2697-3677. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0001-5733-5555>

GUAMÁN, R., DESIDERIO, X., VILLAVICENCIO, A., ULLOA, S., ROMERO, E. “Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) utilizando cuatro híbridos”. *Siembra* [en línea], 2020, (Ecuador) 7 (2), pp.47-56 [Consulta: 7 de octubre de 2022]. ISSN 2477-8850. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>

GULATI, P., BRAHMA, S., & ROSE, D. J. “*Impacts of extrusion processing on nutritional components in cereals and legumes: Carbohydrates, proteins, lipids, vitamins, and minerals*” *Extrusion Cookings* [en línea]. Second Edition. Cambridge: Elsevier, 2020, (415–443). [Consulta: 12 junio 2013]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815360-4.00013-4>

HALLER, A. Evaluación de las condiciones de extrusión necesarias para elaborar harina de maíz con características similares a las de una harina nixtamalizada (Trabajo de titulación) (Maestría) [En línea] Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química. (Santa Fe-Argentina). 2007. pp. 1-94 [Consulta: 12 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11185/89>

IZQUIERDO, N; & CIRILO, A. *Usos del maíz-Efectos del ambiente y del manejo sobre la composición del grano* [en línea]. Balcarce-Argentina: Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV), 2013. [Consulta: 21 de mayo 2023]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47599>

JURADO MORA, Jackson. Comportamiento agronómico y rentabilidad de progenies de Maíz en el cantón Ventanas, provincia Los Ríos, Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador, 2022.pp. 18. [Consulta 17 de junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8643>

LAWLESS, H & HEYMANN, H. *Sensory Evaluation of Food*. New York-USA: Springer Science+Business Media, 2010. Segunda Edición. 2010. P.84

LEÓN, Aybar, & ASTRID, Xiomara. Caracterización fisicoquímica y funcional de harina precocida de dos variedades de pituca (*Colocasia esculenta*) obtenida por extrusión [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú, 2022. pp. 1-35. [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2166>

LOAYZA TAPIA, Yúrica. Características físicas de tamaño de partículas y consistencia de la mezcla de siete harinas (ulpada) [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú, 2022. pp. 42. [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1261/T_067.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MORENO GUZMÁN, Milton. Análisis de la prueba de expansión de la harina precocida de maíz utilizando variables intrínsecas del proceso de elaboración (Trabajo de Titulación) (pregrado). [en línea] Fundación Universitaria Los Libertadores (Bogotá-Colombia). 2020. [Consulta: 3 diciembre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11371/3595>

NIKOLIĆ, N; MITROVIĆ, J; KARABEGOVIĆ, I; SAVIĆ, S; PETROVIĆ, S; LAZIĆ, M; STOJANOVIĆ, G. “A comparison between wheat and different kinds of corn flour based on minerals, free phenolic acid composition and antioxidant activity”. *Wageningen Academic Publishers [en línea]*, 2019, 11(4), pp. 341-349. [Consulta: 23 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3920/QAS2018.1411>

NMX-F-428. *Alimentos. Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.*

NTE INEN-520. *Harinas de Origen Vegetal. Determinación de la Ceniza.*

NTE INEN-523. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa.*

NTE INEN-522. *Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda*

NTE INEN-517. *Harina de Origen Vegetal. Determinación del Tamaño de Partículas.*

NTE INEN-1529-10. *Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y Levaduras Viabiles. Recuentos en Placa por siembra en profundidad.*

NTE INEN-1737. *Harina de Maíz Precocinada sin Germen. Requisitos*

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA, FAO. *El maíz en la nutrición humana* [En línea] Roma-Italia: FAO, 1993. [Consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>

OLAECHEA, J; & CHAPARRO, L. (2020). *Evaluación de las características físico-químicas, microbiológicas, sensoriales y funcionales de harinas de maíz (Zea mays) obtenidas por procesos artesanales de nixtamalización. Agroindustria, Sociedad Y Ambiente*, 2019, 1(14), pp.4-20. [Consulta: 2 diciembre 2022]. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2829>

PORTILLA MEDINA, Edwin, & SALGADO JIMÉNEZ, Herman. Cocción por extrusión de una harina de mijo blanco [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad del Valle. (Santiago de Cali- Colombia). 2013, pp.1-49 [Consulta: 27 de junio 2023]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/17673/0478539.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PINO, F; et al. Harina de maíz: producción local, uso y aspectos de mercado en Ecuador [en línea]. Quito-Ecuador: Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2017. [Consulta: 23 junio 2023]. Disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/harina-maiz.html>

PRIETO REGUILÓN, Montserrat. Estudio de reología en salsas elaboradas con harinas extrusionadas de diferentes granulometrías [en línea] (Trabajo de Titulación) (Máster). Universidad de Valladolid. 2015, pp. 1-30. [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/15106>

RÁBAGO MONZÓN, A. Actividad Antibacteriana y Antioxidante de Tortillas de Maíz (*Zea mays L.*) Criollo Azul Obtenidas por el Proceso de Nixtamalización (Trabajo de titulación) [En línea] Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. (Sinaloa-México). 2019. pp. 1-110 [Consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en: 10.13140/RG.2.2.27236.91529

RANUM, P., PEÑA, J., GARCÍA, M. “Global maize production, utilization, and consumption”. *Annals of the New York Academy of Sciences* [en línea], 2014, (New York) 1312(1), pp.105-112

[Consulta: 22 de octubre de 2022]. ISSN 0077-8923. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/nyas.12396>

RIBOTTA, P; & TADNI, C. *Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados [en línea]*. Córdoba-Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2009. ISBN (978-950-33-0739-7), pp. 222-227

RIVERA AGUIRRE, K. Análisis del Impacto a la Seguridad Alimentaria en la Zona 8 ante la eventual importación de Harina Maíz (Trabajo de titulación) [En línea] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas. (Guayaquil-Ecuador). 2022. pp. 2-95 [Consulta: 9 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1710/1/T-UIDE-1270.pdf>

RIVAS, R. “El maíz, fuente de cultura mesoamericana”. *Revista de Museología Kóot* [en línea], 2021, (El Salvador) 11 (12), pp. 45-46 [Consulta: 07 junio 2023]. ISSN 2078-0664. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/koot.v0i11.10737>

ROLLANDELI, Guido; et al. *Extrusión para el desarrollo de alimentos innovadores: caso de productos a base de maíz*. En: **ALMILLA BELTRÁN, L; et al (ed.)**. *Subproductos agroindustriales y recursos autóctonos: procesamiento y técnicas de análisis* [en línea]. San Pedro-Argentina. Editorial INTA. 2022. [Consulta: 18 de junio del 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12976>

TALENS, P. Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB. [blog]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 08 junio, 2020 [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20color%20y%20tolerancia%20de%20color%20en%20alimentos%20a%20trav%C3%A9s%20del%20espacio%20CIELAB.pdf?sequence=1>

HOYOS GÓMEZ, G (ed.). Algunos componentes generales, particulares y singulares del maíz en Colombia y México. *Fondo Editorial Biogénesis [en línea]*, 2018, (Antioquía) pp.185-209. [Consulta: 5 junio 2023]. ISBN: 978-958-5526-03-7. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/issue/view/3315>

VALDIVIEZO, M; SINHA, S; BARRETO, S. “Modelación de la apariencia de la harina de maíz usando regresión logística”. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente* [en línea], 2020, (Cumaná) 21(2), pp. 165-171

VELASCO ADRADA, Ana María. Evaluación de la sustitución parcial de harina de maíz por harina de cubio (*Tropaeolum tuberosum* R&P) en un producto colombiano tipo garulla para la prolongación de su vida útil [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 2016.p. 59. [Consulta 12 de junio 2023]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1046&context=ing_alimentos

ZAMBRANO, C; & ANDRADE, S. “Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador”. *Revista Universidad y Sociedad* [en línea], 2021, (Quevedo) 13(4), pp.143-150. [Consulta: 20 mayo 2023]. ISSN: 2218-3620. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400143



ANEXOS

ANEXO A: PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE MAÍZ PRECOCIDA EN LA EMPRESA SIMAA CIA. LTDA.



ANEXO B: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



ANEXO C: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS





ANEXO D: ANÁLISIS FÍSICOS



ANEXO E: ANÁLISIS SENSORIAL



ANEXO F: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA DÚO-TRÍO

Nombres y Apellidos:

Fecha:

Agradecemos su participación en esta evaluación sensorial que forma parte del trabajo de titulación para la obtención del título Ingeniera Agroindustrial.

Frente a usted hay una muestra de referencia, marcada con R, y dos muestras codificadas con números aleatorios, una de las muestras es idéntica a "R" y la otra es diferente ¿Cuál de las muestras marcadas es diferente de R? márquela con una X.

Colocar primero el código de las muestras en los casilleros correspondientes. Por favor antes de empezar a evaluar beba sorbos de agua, e inicie la degustación de izquierda a derecha. Entre cada muestra debe beber agua para limpiar su paladar.

Códigos	Respuesta

Observaciones:

ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA HUMEDAD

HUMEDAD

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HUMEDAD	24	0,98	0,98	1,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		30,00	3	10,00	416,02	<0,0001
TEMPERATURA		15,60	1	15,60	648,94	<0,0001
ACONDICIONAMIENTO		13,69	1	13,69	569,68	<0,0001
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		0,71	1	0,71	29,45	<0,0001
Error		0,48	20	0,02		
Total		30,48	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13203

Error: 0,0240 gl: 20

TEMPERATURA Medias n E.E.

104 13,13 12 0,04 A

115 11,51 12 0,04 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13203

Error: 0,0240 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO Medias n E.E.

1000 13,08 12 0,04 A

500 11,57 12 0,04 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25053

Error: 0,0240 gl: 20

TEMPERATURA ACONDICIONAMIENTO Medias n E.E.

104 1000 13,71 6 0,06 A

104 500 12,54 6 0,06 B

115 1000 12,44 6 0,06 B

115 500 10,59 6 0,06 C

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

ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA CENIZA

CENIZAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZAS	24	0,33	0,23	7,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	3	0,03	3,27	0,0425
TEMPERATURA	0,01	1	0,01	0,57	0,4586
ACONDICIONAMIENTO	0,09	1	0,09	8,65	0,0081
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..	0,01	1	0,01	0,60	0,4469
Error	0,21	20	0,01		
Total	0,31	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08625

Error: 0,0103 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
104	1,41	12	0,03 A
115	1,38	12	0,03 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08625

Error: 0,0103 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
1000	1,45	12	0,03 A
500	1,33	12	0,03 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16366

Error: 0,0103 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
115	1000	1,45	6	0,04 A
104	1000	1,45	6	0,04 A
104	500	1,36	6	0,04 A
115	500	1,30	6	0,04 A

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

ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA PROTEÍNA

PROTEINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEINA	24	0,64	0,59	0,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	3	0,05	11,84	0,0001
TEMPERATURA	0,01	1	0,01	1,39	0,2514
ACONDICIONAMIENTO	0,03	1	0,03	8,14	0,0098
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..	0,10	1	0,10	26,00	0,0001
Error	0,08	20	4,0E-03		
Total	0,22	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05387

Error: 0,0040 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
104	7,91	12	0,02 A
115	7,88	12	0,02 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05387

Error: 0,0040 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
500	7,93	12	0,02 A
1000	7,86	12	0,02 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10222

Error: 0,0040 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
104	500	8,01	6	0,03 A
115	1000	7,91	6	0,03 B
115	500	7,85	6	0,03 B
104	1000	7,81	6	0,03 B

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

ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA GRASA

GRASA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA	24	0,44	0,35	1,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,02	3	0,01	5,21	0,0080
TEMPERATURA		0,01	1	0,01	5,02	0,0366
ACONDICIONAMIENTO		0,01	1	0,01	10,47	0,0041
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		1,7E-04	1	1,7E-04	0,14	0,7092
Error		0,02	20	1,2E-03		
Total		0,04	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02895

Error: 0,0012 gl: 20

TEMPERATURA Medias n E.E.

104	2,35	12	0,01	A
115	2,32	12	0,01	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02895

Error: 0,0012 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO Medias n E.E.

1000	2,36	12	0,01	A
500	2,32	12	0,01	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05493

Error: 0,0012 gl: 20

TEMPERATURA ACONDICIONAMIENTO Medias n E.E.

104	1000	2,38	6	0,01	A
115	1000	2,34	6	0,01	A B
104	500	2,33	6	0,01	A B
115	500	2,30	6	0,01	B

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

ANEXO K: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA FIBRA

FIBRA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FIBRA	24	0,07	0,00	6,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,02	3	0,01	0,53	0,6688
TEMPERATURA		1,3E-03	1	1,3E-03	0,13	0,7234
ACONDICIONAMIENTO		0,01	1	0,01	0,79	0,3833
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		0,01	1	0,01	0,66	0,4270
Error		0,20	20	0,01		
Total		0,22	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08619

Error: 0,0102 gl: 20

TEMPERATURA Medias n E.E.

104	1,53	12	0,03	A
115	1,51	12	0,03	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08619

Error: 0,0102 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO Medias n E.E.

1000	1,54	12	0,03	A
500	1,50	12	0,03	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16355

Error: 0,0102 gl: 20

TEMPERATURA ACONDICIONAMIENTO Medias n E.E.

104	1000	1,56	6	0,04	A
115	1000	1,51	6	0,04	A
115	500	1,51	6	0,04	A
104	500	1,49	6	0,04	A

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

ANEXO L: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA GRANULOMETRÍA

TAMIZ 710

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TAMIZ 710	24	0,80	0,77	0,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		45,39	3	15,13	26,28	<0,0001
TEMPERATURA		0,51	1	0,51	0,89	0,3577
ACONDICIONAMIENTO		28,38	1	28,38	49,30	<0,0001
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		16,50	1	16,50	28,66	<0,0001
Error		11,52	20	0,58		
Total		56,91	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64617

Error: 0,5757 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
104	89,32	12	0,22 A
115	89,03	12	0,22 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64617

Error: 0,5757 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
500	90,26	12	0,22 A
1000	88,08	12	0,22 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,22617

Error: 0,5757 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
104	500	91,23	6	0,31 A
115	500	89,28	6	0,31 B
115	1000	88,77	6	0,31 B
104	1000	87,40	6	0,31 C

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

TAMIZ 212

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TAMIZ 212	24	1,00	1,00	1,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		685,50	3	228,50	5935,02	<0,0001
TEMPERATURA		401,80	1	401,80	10436,41	<0,0001
ACONDICIONAMIENTO		3,53	1	3,53	91,60	<0,0001
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		280,17	1	280,17	7277,06	<0,0001
Error		0,77	20	0,04		
Total		686,27	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16709

Error: 0,0385 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
115	18,82	12	0,06 A
104	10,63	12	0,06 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16709

Error: 0,0385 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
1000	15,11	12	0,06 A
500	14,34	12	0,06 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31708

Error: 0,0385 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
115	500	21,85	6	0,08 A
115	1000	15,78	6	0,08 B
104	1000	14,43	6	0,08 C
104	500	6,83	6	0,08 D

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

ANEXO M: ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA TUKEY PARA COLORIMETRÍA

L

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L	24	0,31	0,21	7,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		88,89	3	29,63	3,02	0,0536
TEMPERATURA		11,99	1	11,99	1,22	0,2819
ACONDICIONAMIENTO		70,52	1	70,52	7,20	0,0143
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		6,39	1	6,39	0,65	0,4290
Error		195,98	20	9,80		
Total		284,87	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,66574

Error: 9,7988 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
115	43,48	12	0,90 A
104	42,06	12	0,90 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,66574

Error: 9,7988 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
500	44,48	12	0,90 A
1000	41,06	12	0,90 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,05847

Error: 9,7988 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
115	500	45,71	6	1,28 A
104	500	43,26	6	1,28 A
115	1000	41,25	6	1,28 A
104	1000	40,87	6	1,28 A

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

a

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a	24	0,14	0,01	10,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,06	3	0,02	1,06	0,3895
TEMPERATURA		0,03	1	0,03	1,61	0,2184
ACONDICIONAMIENTO		0,03	1	0,03	1,46	0,2403
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..		1,7E-03	1	1,7E-03	0,09	0,7654
Error		0,36	20	0,02		
Total		0,42	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11492

Error: 0,0182 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
104	-1,26	12	0,04 A
115	-1,33	12	0,04 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11492

Error: 0,0182 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
1000	-1,27	12	0,04 A
500	-1,33	12	0,04 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21807

Error: 0,0182 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
104	1000	-1,22	6	0,06 A
104	500	-1,31	6	0,06 A
115	1000	-1,31	6	0,06 A
115	500	-1,36	6	0,06 A

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

b

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b	24	0,46	0,38	13,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,20	3	12,40	5,70	0,0055
TEMPERATURA	7,95	1	7,95	3,65	0,0705
ACONDICIONAMIENTO	28,62	1	28,62	13,15	0,0017
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..	0,63	1	0,63	0,29	0,5964
Error	43,54	20	2,18		
Total	80,74	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,25654

Error: 2,1772 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
115	11,33	12	0,43 A
104	10,18	12	0,43 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,25654

Error: 2,1772 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
500	11,84	12	0,43 A
1000	9,66	12	0,43 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,38439

Error: 2,1772 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
115	500	12,58	6	0,60 A
104	500	11,11	6	0,60 A B
115	1000	10,07	6	0,60 B
104	1000	9,25	6	0,60 B

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

Diferencia C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diferencia C	24	0,35	0,25	38,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103,60	3	34,53	3,61	0,0313
TEMPERATURA	12,61	1	12,61	1,32	0,2647
ACONDICIONAMIENTO	79,91	1	79,91	8,34	0,0091
TEMPERATURA*ACONDICIONAMIE..	11,08	1	11,08	1,16	0,2949
Error	191,53	20	9,58		
Total	295,13	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,63532

Error: 9,5765 gl: 20

TEMPERATURA	Medias	n	E.E.
115	8,76	12	0,89 A
104	7,31	12	0,89 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,63532

Error: 9,5765 gl: 20

ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
500	9,86	12	0,89 A
1000	6,21	12	0,89 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,00075

Error: 9,5765 gl: 20

TEMPERATURA	ACONDICIONAMIENTO	Medias	n	E.E.
115	500	11,26	6	1,26 A
104	500	8,46	6	1,26 A B
115	1000	6,26	6	1,26 B
104	1000	6,17	6	1,26 B

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

ANEXO N: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN CHI-CUADRADO (X²)

Alpha	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
df					
1	2.71	3.84	5.02	6.64	7.88
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	6.25	7.82	9.35	11.35	12.84
4	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	10.65	12.59	14.45	16.81	18.55
7	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	13.36	15.51	17.54	20.09	21.96
9	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	17.28	19.68	21.92	24.73	26.76
12	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	21.06	23.69	26.12	29.14	31.32
15	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	36.74	40.11	43.20	46.96	49.65
28	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	63.17	67.51	71.42	76.15	79.49
60	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	85.53	90.53	95.02	100.43	104.22
80	96.58	101.88	106.63	112.33	116.32
90	107.57	113.15	118.14	124.12	128.30
100	118.50	124.34	129.56	135.81	140.17

ANEXO O: OBSERVACIONES DE ATRIBUTOS SENSORIALES DISCRIMINATIVOS

Panelistas	Color	Textura	Sabor	Olor
1	1	1	1	
2			1	
3	1			
4	1	1		
5		1	1	
6		1	1	
7		1	1	
8	1	1	1	
9	1	1		
10	1	1		
11	1	1	1	
12	1		1	
13	1	1	1	1
14		1	1	
15		1	1	
16	1		1	1
17		1		
18	1		1	1
19		1		
20	1	1		
21		1		
22		1	1	
23		1		
24		1	1	
25	1	1		
26	1	1	1	
27	1		1	
28	1	1	1	1
29		1	1	
30	1	1	1	
31			1	
32	1			
33	1	1		
34		1	1	
35		1	1	
36		1	1	
37	1	1		
38		1		
39		1	1	
40		1		
Número de Panelistas	20	32	25	4
% de observación de atributos mencionados	50	80	62,5	10



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: 13 / 10 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Cynthia Mabel Tasna Paucar
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1766-DBRA-UTP-2023