



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“CARACTERIZACION DE LA HARINA DE ARROZ (*Oryza sativa*)
PARA SU UTILIZACION EN LA INDUSTRIA DE LA
PANIFICACIÓN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA:

WENDY GABRIELA CHAFLA CANDO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“CARACTERIZACION DE LA HARINA DE ARROZ (*Oryza sativa*)
PARA SU UTILIZACION EN LA INDUSTRIA DE LA
PANIFICACIÓN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: WENDY GABRIELA CHAFLA CANDO

DIRECTOR: DR. JUAN MARCELO RAMOS FLORES, MGS.

Riobamba – Ecuador
2022

© 2022, Wendy Gabriela Chafra Cando

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

Yo, **Wendy Gabriela Chafra Cando**, declaro que el presente Trabajo de Titulación 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 autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de julio del 2022.

Wendy Gabriela Chafra Cando

CI: 060569792-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**CARACTERIZACION DE LA HARINA DE ARROZ (*Oryza sativa*) PARA SU UTILIZACION EN LA INDUSTRIA DE LA PANIFICACIÓN**”, realizado por la Srta: **WENDY GABRIELA CHAFLA CANDO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Paola Fernanda Arguello Hernández PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2022-07-08 _____
Dr. Juan Marcelo Ramos Flores. Mgs DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2022-07-08 _____
Ing. Manuel Enrique Almeida Guzmán. Mgs MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____	2022-07-08 _____

DEDICATORIA

A Dios por no desampararme y guiarme siempre dándome sabiduría y fortaleza, ya que gracias a él he logrado culminar esta etapa tan importante de mi vida profesional. A mis padres Washington Chafla y América Cando, quienes son el pilar fundamental de mi vida y por el apoyo incondicional que me han brindado. A mi esposo Marco Cujilema y a mi hijo David Cujilema por ser mi inspiración para no rendirme y lograr alcanzar las metas que siempre me he propuesto. A mi hermana Katherin, por siempre brindarme su confianza, cariño y apoyo incondicional durante todo el transcurso de mi vida.

Wendy

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirnos para lograr este sueño tan anhelado, por brindarnos sabiduría y paciencia para alcanzar la meta propuesta. A mis padres, hermana, esposo e hijo por haberme apoyado en los momentos más difíciles, ya que son parte fundamental en mi vida y han sido mi inspiración para culminar esta etapa.

Agradezco de manera muy especial a mi director, Mgs. Juan Marcelo Ramos y a mi asesor, Mgs. Manuel Almeida, quienes con sus conocimientos y apoyo me supieron guiar en el presente proyecto desde su inicio hasta su culminación. A mis compañeras que de una u otra manera me supieron ayudar a culminar este proyecto de investigación.

Wendy

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Definición de arroz.....	3
<i>1.1.1. Morfología del arroz</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1.1. Raíces</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1.2. Tallo.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1.3. Hojas.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1.4. Flores.....</i>	<i>4</i>
1.1.2. Grano de arroz.....	4
1.1.3. Composición física del arroz.....	4
1.1.4. Composición química y nutricional del arroz.....	4
1.1.5. Producción de arroz en el Ecuador	6
1.1.6. Variedades de semilla de arroz	6
1.1.7. Variedades comerciales del arroz	7
<i>1.1.7.1. Según la forma del grano.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7.2. Según su color, aroma y textura</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7.3. Según su proceso industrial</i>	<i>8</i>
1.2. Harina de arroz.....	8
1.2.1. Características de la harina de arroz.....	9
1.2.2. Usos de la harina de arroz.....	9
1.2.3. Proceso de obtención de harina de arroz.....	10
1.3. La Industria de la panificación	11
1.3.1. La panificación	11
<i>1.3.1.1. Productos de panificación</i>	<i>11</i>
<i>1.3.1.2. Productos de panadería industrial.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.1.3. Productos de panadería tradicional</i>	<i>11</i>
1.3.2. Definiciones del pan.....	11
1.3.3. Tipos de pan	11

1.3.3.1.	<i>Pan común</i>	12
1.3.3.2.	<i>Pan especial</i>	12
1.3.3.3.	<i>Pan Semi integral</i>	12
1.3.3.4.	<i>Pan Integral</i>	12
1.3.4.	Materias primas utilizadas para la elaboración del pan	12
1.3.4.1.	<i>Harina</i>	12
1.3.4.2.	<i>Agua</i>	12
1.3.4.3.	<i>Sal</i>	13
1.3.4.4.	<i>Levadura</i>	13
1.3.4.5.	<i>Mejorador de pan</i>	13
1.3.4.6.	<i>Grasas</i>	13
1.3.4.7.	<i>Azúcar</i>	13
1.3.4.8.	<i>Huevo</i>	13
1.4.	Composición de las harinas panificables	13

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	15
2.1.	Métodos para la sistematización de la información	15
2.1.1.	<i>Criterios de selección</i>	15
2.1.2.	<i>Métodos para la sistematización de información</i>	15

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	17
3.1.	Propiedades físico químicas de la harina de arroz	17
3.2.	Propiedades organolépticas de la harina de arroz	19
3.3.	Propiedades tecnológicas de la harina de arroz	19
3.4.	Formulaciones utilizadas en la elaboración de pan	22
3.5.	Características obtenidas en el pan elaborado con harina de arroz	25
3.5.1.	<i>Características químicas del pan de arroz</i>	25
3.5.2.	<i>Características físicas del pan elaborado con harina de arroz</i>	27

CONCLUSIONES	29
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	30
------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Composición química general del arroz.	5
Tabla 2-1:	Minerales concurrentes en el arroz.....	5
Tabla 3-1.	Vitaminas presentes en el arroz.	5
Tabla 4-1:	Composición media de las harinas panificables.	14
Tabla 5-3:	Propiedades físico químicas de la harina de arroz, expresadas porcentualmente. .	17
Tabla 6-3:	Propiedades organolépticas de la harina de arroz.....	19
Tabla 7-3:	Valores promedio de las propiedades tecnológicas de la harina de arroz.	21
Tabla 8-3:	Formulaciones utilizadas para la elaboración de pan	23
Tabla 9-3:	Composición química del pan elaborado con harina de arroz.	25
Tabla 10-3:	Características físicas del pan elaborado con harina de arroz.....	27

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación fue caracterizar la harina de arroz (*Oryza Sativa*) para su utilización en la industria de la panificación. La búsqueda de información bibliográfica se llevó a cabo en sitios de información confiable como Google académico, Repositorios de tesis de Universidades del Ecuador, Dialnet, Science Direct, donde se seleccionó tesis, artículos científicos y libros publicados en el idioma inglés y español entre los años 2010 – 2021. Los resultados obtenidos indicaron que los valores promedios de las propiedades físico químicas de la harina de arroz fueron 8,44 % que represento a humedad, 9,72 % proteína, 0,65 % ceniza, 1,66 % grasa, 1,58 % fibra, 6,41 % pH, 0,02 %, acidez. Con respecto a las características organolépticas de la harina de arroz indicaron que el color es blanco y de textura fina. En cuanto a las propiedades tecnológicas las variedades INIAP 14 y F50, presentaron mayor índice IAA, por lo que resultan favorables para elaborar masa para productos de panificación. Las formulaciones presentadas por autores mostraron que el mejor porcentaje de sustitución fueron del 25 % - 30 %. En el análisis de las propiedades químicas del pan los valores promedios fueron de 10,28 % proteína, 26,79 % humedad, 54,06 % carbohidratos, 4,49 % grasas, 2,30 % fibra. Los resultados promedios de las propiedades físicas del pan fueron 3,19 ml/g volumen específico y 1,85 N dureza.

Se concluye que el uso de la harina de arroz favoreció positivamente las propiedades fisicoquímicas del pan, convirtiéndose en un producto nutritivo y benéfico para la salud de niños y adultos. Por lo que se recomienda promover el uso de la harina de arroz en la industria de la panificación con la inclusión de porcentajes de sustitución que han mostrado aceptabilidad en las investigaciones consultadas.

Palabras claves: <HARINA DE ARROZ>, <PANIFICACIÓN>, <PROPIEDADES FÍSICAS QUÍMICAS>, <PROPIEDADES TECNOLÓGICAS>, <FORMULACIONES>

1537-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research work was to characterize rice flour (*Oryza Sativa*) for its use in the baking industry. The search of bibliographic information was carried out in reliable information sites such as Google Scholar, Thesis Repositories of Ecuadorian Universities, Dialnet and Science Direct. Theses, scientific articles and books published in English and Spanish between the years 2010 - 2021 were selected. The results obtained indicated that the average values of the physical-chemical properties of rice flour were 8.44% representing moisture, 9.72% protein, 0.65% ash, 1.66% fat, 1.58% fiber, 6.41% pH, 0.02% acidity. Regarding the organoleptic characteristics of the rice flour, they indicated that the color is white with fine texture. The technological properties INIAP 14 and F50 varieties presented higher IAA index, therefore they are favorable for making dough for bakery products. The formulations presented by authors showed that the best percentage of substitution were 25 % - 30 %. In the analysis of the chemical properties of bread, the average values were 10.28 % protein, 26.79 % humidity, 54.06 % carbohydrates, 4.49 % fats, 2.30 % fiber. The average results of the physical properties of the bread were 3.19 ml/g specified volume and 1.85 N hardness. It is concluded that the use of rice flour affected positively the physicochemical properties of the bread, becoming a nutritious and beneficial product for the health of children and adults. Therefore, it is recommended to promote the use of rice flour in the bakery industry with the inclusion of substitution percentages that have shown acceptability as research has shown.

Keywords: <RICE FLOUR>, <BREADBREADBREADING>, <PHYSICAL CHEMICAL PROPERTIES>, <TECHNOLOGICAL PROPERTIES>, <FORMULATIONS>.

1537-DBRA-UTP-2022

Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco
0602698904

INTRODUCCIÓN

El arroz, *Oryza sativa L.*, inició sus cultivos aproximadamente hace 10 000 años, en diferentes zonas húmedas de Asia tropical y subtropical. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar después del cultivo de trigo con respecto a superficie cosechada. Este cultivo es componente básico de una canasta alimenticia, y es consumido por más de la mitad de la población mundial. El arroz proporciona más calorías que cualquier otro cereal cultivado. (Acevedo, *et al.* 2006, pp.151-170)

Según menciona (Gómez, *et al.* 2019, p.5), el arroz en Ecuador es uno de los productos básicos de la canasta familiar. En su gran mayoría la producción de arroz está en manos de los pequeños productores, ubicándose el 94% de la producción, según el (ESPAC, 2018, p.9), en las provincias de Guayas y Manabí. En la época actual, el arroz se ha expandido a prácticamente todos los lugares del mundo, y, después del maíz, es el cereal que más se produce en todo el planeta (Ramos, 2013, p.65). Ahora bien, si se estima que gran parte de la producción del maíz es destinada a la elaboración de productos para la alimentación humana, se puede afirmar que el arroz es el cereal más importante en la alimentación de las personas a nivel mundial.

La industria de la panificación, en efecto, es una de las actividades más antiguas que ha practicado el hombre; a dicha industria se le ha considerado universalmente como la de mayor importancia en la alimentación humana. Progresivamente se han ido implementando nuevas tecnologías para la elaboración de diferentes productos como galletas y panes. Las características de estas nuevas tecnologías han sido enfocadas a mejorar la funcionabilidad y, sobre todo, mejorar el aprovechamiento de los recursos para hacer crecer a la industria de la panificación. (Machuca & Meyhuay 2017, p.22).

La harina de arroz se emplea como cualquier otra harina en la elaboración de distintos productos alimenticios, como panes, bizcochos, galletas y en la actualidad es de fácil acceso, ya que está siendo utilizada en otras industrias (Báez, 2017).

Una nueva alternativa al uso convencional es la elaboración de subproductos del arroz, como por ejemplo, la harina, que está encaminada a evitar pérdidas en el almacenamiento del arroz por plagas como insectos, patógenos (bacterias y hongos), ácaros, roedores y aves, las mismas que producen deterioro o suciedad, causando pérdidas económicas y la reducción de su calidad (Chimborazo, 2015, p.14-19).

Es por ello que esta investigación tiene como objetivos específicos determinar las propiedades físico químicas, organolépticas y tecnológicas de la harina de arroz en base a una revisión bibliográfica, identificar las formulaciones de harina de arroz reportadas en bibliografía para productos de panificación, y finalmente analizar las características que aporta la harina de arroz a los productos obtenidos.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Definición de arroz

El arroz pertenece a la familia de las gramíneas, es el fruto de la planta *Oryza Sativa*, de color blanquecino, de forma alargada, y dispuesto en una panícula formada por varias espiguillas que crece en el ápice del tallo. (Pérez & Gardey, 2017)

El arroz es el grano que posiblemente es considerado la base de la alimentación de dos tercios de la población mundial, debido a su contenido de carbohidratos. Tradicionalmente, el arroz es consumido como arroz blanco, pero con el pasar de los años han ido apareciendo numerosos productos en los que este cereal se añade como ingrediente. (Borja, 2015, p.14)

1.1.1. *Morfología del arroz*

Los componentes del arroz, de acuerdo a (Páez, 2004, pp.29-33), se describen de la siguiente manera:

1.1.1.1. *Raíces*

Las raíces del arroz son de naturaleza fibrosa y comprende dos tipos de raíces. Las raíces primarias, seminales o temporales poseen escasa ramificación, las mismas que permanecen muy poco tiempo después de la germinación y las raíces secundarias, permanentes o adventicias, son aquellas que se forman en la zona de los nudos inferiores del tallo.

1.1.1.2. *Tallo*

El tallo de una planta de arroz, en sus brotes iniciales, poseen una estructura subterránea y muy corta. En esta pequeña estructura existe la presencia de los nudos, que con el desarrollo del mismo se alargan. En la región de los nudos basales del tallo principal se desarrollan los hijos primarios y, en este proceso a su vez, aparecen los vástagos secundarios y terciarios.

1.1.1.3. *Hojas*

Las hojas se disponen en secuencia alterna a lo largo del tallo. En el máximo desarrollo del estado

de plántula el arroz muestra seis hojas, de las cuales tres están completamente formadas, dos en proceso de crecimiento y una muerta. La planta manifiesta una renovación sucesiva de hojas, desde la aparición de la primera y a lo largo del ciclo de vida.

1.1.1.4. Flores

Las flores del arroz se juntan en una estructura ramificada denominada panoja o panícula que brota del último nudo del tallo. La panoja consta de un eje principal, cuya parte superior corresponde al raquis y la inferior al cuello o pedúnculo, el cual se encuentra cubierto por la hoja bandera que es la última hoja que emerge del tallo.

1.1.2. Grano de arroz

El grano de arroz se muestra con una cáscara color crema envolviendo el endosperma o parte comestible, que es de color blanco. El endosperma se encuentra rodeado del pericarpio que su capa es muy delgada, presenta un color marrón claro o crema. La fuerte adhesión del endosperma con el pericarpio permite que el grano de arroz se forme como una cariósida. En la parte ventral del endosperma, se encuentra el embrión, donde se encuentran y la radícula (raíz embrionaria), la plúmula (hojas embrionarias), y el mesocótilo (precursor del tallo), que junta las dos partes que se mencionan anteriormente. (Páez, 2004, p.34)

1.1.3. Composición física del arroz

La forma del grano de arroz la comprende su grosor y longitud, la misma que tiene una gran importancia comercial, dependiendo el destino del arroz, ya sea para consumo directo o para los diferentes subproductos derivados. Las propiedades físicas del grano de arroz, como son la anchura, longitud, color, envejecimiento del arroz y transparencia del grano son indicadores de la calidad del mismo. (Esquivel y Cayro 2018, pp.7-8)

1.1.4. Composición química y nutricional del arroz

El arroz principalmente está compuesto por carbohidratos, proteínas, minerales y no contiene colesterol. Su composición química va a depender de la variedad de la semilla y de las condiciones medioambientales.

La cascara o la cascarilla representa el 20 % del grano y el otro 20 % de sílice. El salvado de arroz comprende de 10 al 15 %, siendo una fuente importante de proteínas que van del 12 al 15 %, y

entre 15 -20 % de lípidos. Con respecto a la composición química, los hidratos de carbono son los presentes en mayor cantidad, contiendo aproximadamente un 80 % de almidón. El segundo componente con mayor porcentaje es la proteína, con rangos que varían entre 6,3 -7,9 %. En cuanto a los lípidos su influencia es mínima, pero cumple un rol muy importante en la nutrición humana. (Agurto & Mero 2011, pp.6-7)

Tabla 1-1: Composición química general del arroz.

	Arroz Blanco (%)
Hidratos de carbono	79,9
Proteínas	7,1
Fibra dietética	1,3
Grasas	0,7
Minerales	0,6

Fuente: (Agurto y Mero, 2011, p. 4)

El fósforo, potasio, sodio y calcio son los minerales con mayor importancia de este cereal. (Tabla 2-1)

Tabla 2-1: Minerales concurrentes en el arroz.

Minerales (mg)	Arroz Blanco (%)
Calcio	28
Hierro	0,8
Magnesio	25
Fosforo	115
Potasio	115
Sodio	5
Zinc	1,1
Cobre	0,2
Manganeso	1,1
Selenio	15,1

Fuente: (Agurto y Mero, 2011, p. 6)

La vitamina más representativa en este cereal es la vitamina B. (Tabla 3-1.)

Tabla 3-1. Vitaminas presentes en el arroz.

Vitaminas (mg)	Arroz Blanco
Vitamina E	0,1
Vitamina K	0,1
Tiamina (B1)	0,1
Riboflavina (B2)	0,0
Niacina (B2)	1,6
Vitamina (B6)	0,2
Fosfatos	8
Ácido pantoténico	1

Fuente: (Agurto y Mero, 2011, p. 7)

1.1.5. Producción de arroz en el Ecuador

El arroz se produce con mayor concentración en la región Litoral o Costa, principalmente en las provincias del Guayas y Los Ríos. Las zonas arroceras del país cuentan con un amplio rango en la distribución de los factores climáticos, que cambia desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con temperaturas que van de 20 ° C a 30 ° C. Las precipitaciones pueden alcanzar los 2500 mm/año y llegan a precipitaciones mínimas de 500 mm/año, con una humedad relativa que generalmente es alta. Estas zonas son fértiles para el cultivo, la inadecuada disponibilidad del agua es su mayor limitante, factor que en extensas zonas de secano es mínimo, sujeto a las lluvias.(Celi, 2014)

En el Ecuador, en el año 2016 se sembraron 385 039 hectáreas de arroz, la mayor superficie sembrada corresponde a cinco provincias: Guayas (64,32 %) Los Ríos (29,66 %), Manabí (3,86 %), El Oro (0,99 %) y Orellana (0,54 %). La producción fue de 1'534 537 Tm con un rendimiento promedio de 4,19 T/ha. Para la siembra de este cultivo, en el país, se utiliza semilla común un 38,68%, un 34,58 % de semilla certificada, un 26,67 % de semilla mejorada 0,08 % de semilla híbrida nacional.(ESPAC, 2016, p.19)

1.1.6. Variedades de semilla de arroz

En nuestro país existen diversas variedades de arroz, las siembras iniciales de arroz se realizaron con materiales criollos y variedades que fueron introducidas de Colombia, como la variedad Oryzica-1. El INIAP desde 1971, mediante el Programa Nacional del Arroz, ha entregado 13 variedades de arroz provenientes de diferentes orígenes, siendo éstas las siguientes:

- ✓ El Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) de Filipinas, entregó variedades de arroz en 1971, estas fueron el INIAP 2 y INIAP 6.
- ✓ El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia, presentó diversas variedades tales como, la INIAP 7, INIAP 415, INIAP 10, INIAP 11, INIAP 12, las mismas que fueron entregadas en 1976, 1979, 1986, 1989, 1994 respectivamente.
- ✓ El Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) de Filipinas, presentó la variedad denominada, INIAP 14 en el año de 1999.
- ✓ El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador, presentó las variedades conocidas como, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18, estas fueron entregadas en 2006, 2007, 2010 respectivamente. (Quiroz, 2012, pp.1-2)

Además, existen más variedades, como la SFL09, SFL011, IRGA 417, F-50, F-21, SGO-667, que han sido producidas por empresas privadas, y por los mismos agricultores.

1.1.7. Variedades comerciales del arroz

Según (Silva, 2019), los centros de investigación de todo el mundo se encuentran continuamente en la búsqueda de nuevas variedades de arroz que contribuyan al mejoramiento de dos factores muy importantes, que son la calidad y la productividad. Estas variedades se diferencian entre sí por su origen, resistencia a plagas, tamaño, sus características culinarias; sin embargo, todas las variedades se agrupan por tipo de arroz. El autor mencionado indica la siguiente clasificación del arroz:

1.1.7.1. Según la forma del grano

Grano largo

Su estructura es entre tres y cinco veces más largo que ancho, presenta un alto contenido en amilosa por lo que requiere de mayor tiempo y agua para su cocción, no se pega con facilidad. Ellos son, por ejemplo, el arroz jazmín y el arroz Basmati.

Grano medio

Tiene menos cantidad de amilosa que el arroz de grano largo y es dos veces más largo que ancho, es el más usado en la cocina española y algunos ejemplos de arroz de grano medio son: arroz Bomba o arroz Carnaroli.

Grano corto

Es de forma casi esférica, sus granos se adhieren entre sí con facilidad, incluso, se mantienen pegados a temperatura ambiente. Algunos ejemplos son el arroz Arborio o el Vialone Nano.

1.1.7.2. Según su color, aroma y textura

Arroz glutinoso

Es "pegajoso", sus granos se aglutinan y tienden a desintegrarse si se pasan de cocción, requieren poca cantidad de agua para cocinarse y sus granos se mantienen pegados siempre.

Arroz rojo

Es un arroz integral cuya capa de salvado o afrecho permanece adherida al grano dando un color rojo debido a la presencia de antocianinas.

Arroz negro

Es denominado también arroz venere, su capa de salvado es color negro intenso y se vuelve color púrpura con la cocción, es un arroz integral y rico en fibra.

Aromáticos

Son generalmente de grano medio a largo, y por poseer ácidos volátiles desprenden aromas perceptibles por el olfato, son por ejemplo el arroz Basmati o el arroz jazmín.

1.1.7.3. Según su proceso industrial

Arroz vaporizado

Es muy popular, su grano es blanco y se le ha quitado el salvado mediante agua durante una ligera cocción, sin embargo, no pierde todos los micronutrientes que recubren al grano.

Arroz precocido

Es un tipo de arroz que ya ha recibido un tratamiento de calor para facilitar y acortar su cocción posterior.

1.2. Harina de arroz

La norma técnica venezolana (COVENIN 2300, 2015, p.2) menciona que “La harina cruda de arroz se define, como el producto destinado al consumo humano que se obtiene de la molturación o molienda de granos de arroz blanco completamente maduro, sano, limpio y sin germinar; exentos de impurezas, mohos, semillas de malas hierbas y granos de otros cereales”. Mientras que la norma (NTE INEN 3050, 2016, p.2), menciona que la harina de arroz es un “Producto que se obtiene por molienda y tamizado de granos de arroz (*Oryza sativa L.*)”. Para (Requena, 2013, p.2): “Es harina extraída de la molturación de granos de arroz blanco o integral. Contiene un 90 % de almidón,

cuyos gránulos son más pequeños que en otros tipos de harina, lo que hace ideal como espesante. Se suele utilizar en la elaboración de productos para celíacos ya que no tiene gluten”. Para (Pincioli 2010, p.4-17), la harina de arroz aporta diferentes características nutricionales, las mismas que son favorables para el consumo diario de las personas, ya que posee un contenido calórico de 351 kcal, en hidratos de carbono posee un 80 %, en proteínas 7 %, y el 1 % de grasas, y además es beneficioso para las personas que padecen ciertas enfermedades no transmisibles como en diabéticos, hipertensos, celíacos o con intolerancia al gluten ya que es un alimento muy bajo en sodio, grasa y colesterol.

1.2.1. Características de la harina de arroz

La característica más importante de la harina de arroz es su ausencia de gluten, esto la hace apta para el consumo de las personas celíacas o sensibles al gluten; de modo que es un alimento muy recomendable para la salud cardiovascular por su bajo contenido en materia grasa, colesterol y sodio, por lo que es parte fundamental de la dieta de las personas hipertensas.(Climent, s.f.)

1.2.2. Usos de la harina de arroz

“La harina de arroz se utiliza dentro de la industria en el proceso de fabricación de productos pasteurizados por ejemplo: chichas, bebidas, chocolatadas, malteadas, productos cárnicos congelados, fábrica de dulces y galletas, etc.” (Reque, 2007, p.19).

La harina de arroz se usa habitualmente en pastelerías orientales, siendo por ejemplo uno de los ingredientes principales de pastelitos dulces de arroz, los mismos que son consumidos en la celebración de año nuevo en China. Estos pastelitos se caracterizan por tener una textura suave y flexible.

Si bien esta harina es una alternativa libre de gluten que sustituye fácilmente a la harina de trigo en preparaciones saladas (salsas), no produce los mismos resultados en el área de panadería y pastelería. Esto se debe a que la harina de arroz absorbe más líquido, tal es el caso de los productos horneados que resultan más quebradizos. La proteína del gluten proporciona textura a los panes, como la harina de arroz carece de esta proteína se hace necesario hacer algunos cambios a las recetas de la industria panadera y pastelera, como por ejemplo la combinación con otras harinas o la adición de algún leudante, ya sea bicarbonato de sodio. Al poseer un ligero sabor dulce, la

harina de arroz es ideal para la elaboración de galletas, panes dulces y pasteles. (Villa & Mejía, 2015, p.41).

En la industria cosmética la harina de arroz se lleva utilizando desde hace mucho tiempo como base para algunos preparados y como aditivo de talcos. Además, se utiliza en jabones y mascarillas siendo un muy buen exfoliante natural que ha sido muy apreciado por las personas. También, forma parte de algunos preparados para curtimiento de pieles. La harina de arroz se ha empezado a utilizar como un agente extensor en la Industria Cárnica. En bebidas y alimentos en estado líquido es utilizado como un agente estabilizante y en ocasiones cómo ingrediente principal de los mismos. Inclusive, se ha empezado a utilizar harina de arroz para hacer un tipo de papel comestible y con potenciales usos en la cocina creativa.(Climent, s.f.)

1.2.3. Proceso de obtención de harina de arroz

A continuación se detalla el proceso que emplearon (Agurto & Mero, 2011, pp. 29-30) para obtener harina de arroz:

- 1. Recepción:** se realiza una inspección sensorial de la materia prima, en la que se observó las características como dureza y color.
- 2. Lavado:** se realizó un lavado para eliminar materias extrañas e impurezas.
- 3. Precocción:** se procedió a precocinar el arroz por 15 minutos en proporción 2:1 (2 arroz y uno de agua).
- 4. Secado:** se llevó a cabo mediante un secador horizontal (tipo cabina). El arroz previamente pre-cocido se dispuso en el secador a temperatura de trabajo $50 \pm 2^\circ \text{C}$ aproximadamente. El tiempo requerido para que el producto llegue a peso constante fue de 4:30 horas. Después de esta operación se colocó el material tratado en recipientes para su posterior análisis físico-químico.
- 5. Molido:** se redujo de tamaño el material seco, utilizando un molino industrial.
- 6. Tamizado:** se pasó el polvo fino obtenido por una serie de mallas para determinar su granulometría.
- 7. Empaquetado:** la harina de arroz obtenida se colocó en fundas de polietileno para su posterior caracterización, almacenando las muestras bajo condiciones ambientales frescas y

evitando exponer a la luz.

1.3. La Industria de la panificación

1.3.1. La panificación

Según (Pérez & Merino, 2019): “La panificación, en definitiva, es aquello que se desarrolla para obtener panes. Los establecimientos dedicados a la fabricación de pan, que reciben el nombre de panaderías, tienen a la panificación como su actividad principal”

1.3.1.1. Productos de panificación

Los productos de panificación se encuentran definidos de la siguiente manera.

1.3.1.2. Productos de panadería industrial

Son conseguidos por medio de recetas y dichos procesos están adaptados al servicio de las líneas automáticas, estandarizadas y la producción es en lotes de mayor escala, además se comercializan empacados al vacío. (Alonso, 2008)

1.3.1.3. Productos de panadería tradicional

Se elabora en pequeñas cantidades adaptadas al cliente, con una menor producción e irregularidad en la presentación del producto acabado cada día. La participación de mecanización es muy limitada, Producto fresco.(Alonso, 2008)

1.3.2. Definiciones del pan

“Es el producto alimenticio que resulta de la cocción de la masa fermentada proveniente de la mezcla de harina de trigo y ciertos ingredientes básicos”.(INEN 93, 1976, p. 1). Según la norma (COVENIN 226, 1988, p.1), es el producto de consistencia esponjosa resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por la adición de levaduras activas, adicionado o no de los demás ingredientes y aditivos autorizados en esta norma.

1.3.3. Tipos de pan

La norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 93, 1976, p. 1) clasifica al pan en los siguientes:

1.3.3.1. Pan común

Es el pan de miga blanca u oscura, elaborada a base de harina de trigo: blanca, semi integral o integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

1.3.3.2. Pan especial

Es el pan que se obtiene añadiendo a la fórmula de pan común elementos enriquecedores, como huevos, leche, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

1.3.3.3. Pan Semi integral

Es el pan común de miga oscura, elaborado con harina blanca de trigo, con adición de harina semi integral, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

1.3.3.4. Pan Integral

Es el pan común de miga oscura elaborado a base de harina integral de trigo, agua potable, levadura, sal y azúcar, grasa comestible (animal o vegetal) y aditivos autorizados.

1.3.4. Materias primas utilizadas para la elaboración del pan

(Bisio 2016, pp.14-16), enumera los elementos utilizados en la elaboración de pan, de la siguiente manera:

1.3.4.1. Harina

Es el resultado del proceso de molienda en seco de vegetales, granos, semillas de cereales, e incluso de frutas deshidratadas y de animales desecados (harina de pescado), normalmente de grano muy fino. Generalmente la harina de trigo es la más utilizada en la industria de la panificación.

1.3.4.2. Agua

Es el líquido que se usa para formar la masa, debe ser potable, es fundamental para la formación del gluten. Junto con la levadura y la harina provoca procesos enzimáticos, además la cantidad y la temperatura de la misma es muy importante al momento de empezar el amasado.

1.3.4.3. Sal

Da sabor al pan, interviene en el color del pan, y ayuda a ser más compacta la masa, la sal nunca debe entrar en contacto directo con la levadura.

1.3.4.4. Levadura

Son agentes fermentadores, que contribuyen al aumento de la masa debido a la formación de gas, la levadura más utilizada es la *Saccharomyces*, que provoca la fermentación, esta levadura es utilizada en varios productos alimenticios.

1.3.4.5. Mejorador de pan

Son aditivos permitidos que son añadidos a la harina con el fin de mejorar la elaboración del pan, sobre todo en sus propiedades físicas, propiedades organolépticas y alargar la vida de anaquel del pan.

1.3.4.6. Grasas

Aportan un mayor valor nutritivo, tienen mayor retención de humedad, ayudan a mejorar el volumen al pan, permiten la formación de una corteza más suave y con mejor textura y aroma.

1.3.4.7. Azúcar

Actúa como alimento para la levadura, brinda un mejor color, sabor y suavidad al pan, ayuda a mejorar el aroma, retiene la humedad y frescura del pan.

1.3.4.8. Huevo

El huevo es un producto económico que posee un alto valor nutritivo, es utilizado ampliamente en la industria de la panificación por las propiedades que le confiere a las masas debido a sus cualidades como suavizante, capacidad espumante, aumenta el volumen del pan, aporta color y sabor al producto final.(Inprovo, 2003, p.14)

1.4. Composición de las harinas panificables

La composición general de las harinas panificables oscila entre los siguientes valores:

Tabla 4-1: Composición media de las harinas panificables.

Composición	Porcentaje
Humedad	13 -15 %
Proteínas	9 -14 (85% de gluten)
Almidón	68 -72 %
Cenizas	0,5 – 0,65 %
Materia grasa	1 – 2 %
Azúcares fermentables	1 – 2 %
Materias celulósicas	3 %
Enzimas Hidrolíticos: amilasas, proteasas, etc.	
Vitaminas: B, PP y E	

Fuente: (Mesas y Alegre, 2002, p. 4)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo de investigación es teórico descriptivo y dado que el procedimiento implica la búsqueda, organización, clasificación y análisis de un conjunto de documentos electrónicos. La búsqueda de información se realizó mediante revisión y compilación de información bibliográfica nacional (Ecuador) e internacional de investigaciones relacionadas al uso de la harina de arroz en la industria de la panificación. Los datos se organizaron en tablas en función de los objetivos planteados en este trabajo, posteriormente se realizó el análisis de resultados y discusión de forma clara y precisa.

2.1. Métodos para la sistematización de la información

Para la búsqueda de la información bibliográfica fue recopilada de investigaciones en los últimos 10 años y el 15 % restante en los años anteriores, para esto se utilizó los buscadores como Google académico, Dialnet, Science Direct, adicional se ingresó a fuentes de repositorios de tesis en distintas Universidades del Ecuador y extranjeras. Se añadió más información proveniente de páginas web, libros del sector agropecuario, revistas de ciencia y tecnología de los cultivos industriales, para darle más veracidad al trabajo investigativo, empleando las palabras clave: “harina” “arroz” “físicas” “químicas” “organolépticas” “formulación” “panificación” “composición” “tecnológicas”, sumando a las expresiones “caracterización” “propiedades y beneficios”.

2.1.1. Criterios de selección

Se seleccionaron varios tipos de fuentes bibliográficas: “tesis 18” “artículos Científicos 23”, “libros electrónicos 5”, “páginas web 10”, “normas técnicas 5”, “fichas técnicas 4”. Los documentos son de universidades extranjeras y nacionales, en las cuales se presentaron resultados cuantitativos de los parámetros antes mencionados con relación a la harina de arroz y los productos obtenidos.

2.1.2. Métodos para la sistematización de información

Los métodos utilizados en el desarrollo de este trabajo de investigación fueron:

Método histórico-lógico: se emplea para el desarrollo del marco teórico, donde se presentarán aspectos como antecedentes, definiciones, características, usos de la materia prima para la utilización en la industria de la panificación.

Método analítico-deductivo: Mediante este método se puede establecer un estudio comparativo de los resultados publicados por diferentes autores relacionados con el tema de investigación, para la cual se han realizado tablas para una mejor comprensión.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Propiedades físico químicas de la harina de arroz

Las propiedades físico químicas de la harina de arroz tales como la acidez, pH, humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas, son consideradas importantes en la selección para la industria alimenticia, en este caso la industria de la panificación.

Tabla 5-3: Propiedades físico químicas de la harina de arroz, expresadas porcentualmente.

Componentes		Agurto y Mero (2011)	Machuca y Meyhuay (2017)	Arcos, Loor y Cornejo (2010)	Vera (2017)	Sancho (2013)	Promedio y desviación estándar	Coef. Var.
Humedad	%	3,26	10,15	6,6	11,28	10,9	8,44± 3,44	0,41
Proteína	%	11,13	6,25	11,13	8,7	11,4	9,72± 2,23	0,23
Ceniza	%	0,22	0,47	-	0,46	1,45	0,65± 0,55	0,84
Fibra	%	0,12	2,36	0,12	-	3,7	1,58± 1,77	1,12
Grasa	%	-	1,07	-	1,5	2,42	1,66± 0,69	0,41
pH	%	6,24	6,75	6,24	-	-	6,41± 0,29	0,05
Acidez	%	0,020	0,0098	0,02	0,04	-	0,02± 0,01	0,56

Realizado por: Chafla Cando, Wendy, 2022.

Las propiedades fisicoquímicas de la harina de arroz son importantes parámetros que se toman en cuenta para su uso en las industrias. Como se observa en la tabla 5-3, según los reportes de varios autores, el nivel promedio de pH fue de $6,41 \pm 0,29$ % y de la acidez el nivel promedio fue de $0,02 \pm 0,01$ %. En cuanto a la proteína el nivel promedio fue de $9,72 \pm 2,23$ %, un valor similar al de proteína en la harina de trigo, que va de 9 a 12 %. Con respecto a la humedad el nivel promedio fue de $8,44 \pm 3,44$ %, así mismo el contenido de ceniza promedio fue de $0,65 \pm 0,55$ %, el promedio de grasa fue de 1,66 % y, por último, el promedio de fibra fue de $1,58 \pm 1,77$ %.

Según la norma (NTE INEN 3050, 2016, p.3), el valor máximo de acidez que debe tener la harina de arroz es el equivalente a 3 ml de NaOH en 100 g de muestra, mientras que (Bennion, 1971, p.302), menciona que el porcentaje de acidez de las harinas no debe exceder el 0,25 % ya que, si lo supera, puede modificar propiedades físicas, químicas y reológicas de las masas. Así mismo, menciona

que el pH debe estar en el rango de 6,0 a 6,8 % en la harina de trigo. Hasta el momento no existe registro en normas sobre el valor del pH de la harina de arroz, por lo que se asume que debe ser parecido a la harina de trigo. Es decir, los niveles promedios de la acidez y pH están dentro los rangos establecidos.

De acuerdo con la norma (COVENIN 2300, 2015, p.6) al igual que la norma ecuatoriana, indican que el contenido de humedad máximo es del 12 %, por ende todas las investigaciones que se han revisado cumplen con el requisito. Si el porcentaje de humedad supera lo establecido existen riesgos de contaminación y desarrollo de microorganismos que afecten al producto durante el almacenamiento. En el estudio realizado por (Hints, 2016), menciona que la harina puede retener la humedad debido a la estructura de la pared celular, así mismo las proteínas de la harina pueden adsorber la humedad del ambiente por ende la harina que contiene altos niveles de humedad es propensa a crecimiento fúngico o bacteriano y a su posterior deterioro.

En cuanto a la proteína, la norma COVENIN indica un mínimo de 6,8 %, esto varía con la norma técnica ecuatoriana, que establece un mínimo del 6 %, por lo que los resultados de los diferentes autores están dentro del rango. Este es el componente más significativo debido a que los consumidores se basan más en el contenido de proteína del producto. El contenido máximo de cenizas es el 0,8 %, mientras que en la norma técnica ecuatoriana indica que es de 1 %; por lo que el resultado de (Sancho, 2013, p.9) supera lo establecido, probablemente por el proceso utilizado para determinar el contenido de cenizas. El contenido de fibra según menciona la norma COVENIN debe ser máximo de 0,5 %, mientras que en la norma técnica ecuatoriana indica que debe ser de 0,8 %; de allí que los valores reportados por (Sancho, 2013,) y (Machuca & Meyhuay, 2017.), superan los rangos establecidos por las normas citadas, pudiendo deberse a que realizan la investigación en base a la harina de arroz integral. Por último, el contenido de grasa máximo es de 2 % tanto en la norma venezolana como la norma ecuatoriana; el contenido reportado por (Sancho, 2013) supera estas referencia, debido a que estudia harina de arroz integral lo que incluye el salvado.

No obstante lo anterior, se ha demostrado que la calidad del pan está relacionada con las propiedades fisicoquímicas de la harina de arroz, y estas a su vez dependen de la variedad de arroz.(Han, Kang & Koh, 2012, pp.1-7). Cabe destacar que el componente que presento menor variación en los diferentes componentes fueron el contenido de pH (5 %), proteína (23 %), y humedad (41 %).

3.2. Propiedades organolépticas de la harina de arroz

Las propiedades organolépticas son todas aquellas características de los materiales tal y como son percibidas por los sentidos, como es el caso del color, sabor, aroma, textura, o temperatura. (Ojeda, 2018).

Tabla 6-3: Propiedades organolépticas de la harina de arroz

Parámetro	Agurto y Mero (2011)	Castro (2019)	Santa Lupe (s.f.)	Cimpa S.A.S (2015)	Vásquez (s.f.)
Color	Blanco	Crema	Blanco	Blanco	Crema
Olor	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
Sabor	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
Textura	Granulado	Fina y Uniforme	---	Polvo Fino	---

Realizado por: Chafla Cando, Wendy, 2022.

En la tabla 6-3, se muestran las propiedades organolépticas de la harina de arroz. El color de la harina, según los resultados de los diferentes autores, es de un tono blanco, característico del grano de arroz. Cabe recalcar que existen diferentes variedades de arroces, pero generalmente el resultado final de la harina es blanco.

En cuanto al olor y sabor de la harina, los autores concuerdan en que dichos parámetros son característicos al arroz, que están deben estar libres de olores y sabores extraños.

En referencia a la textura, va a depender del tipo de molturación que se realice al grano y por el tipo de tamiz que se aplique, según la norma venezolana, (COVENIN 2300, 2015, p.3), el 85 % del producto debe pasar como mínimo por un tamiz de 180 μ (n°80) y el 100 % deberá pasar por un tamiz 250 μ (n° 60).

3.3. Propiedades tecnológicas de la harina de arroz

Las propiedades tecnológicas de las harinas, más estudiadas son el índice de absorción de agua (IAA), índice de poder de hinchamiento (PH), hidratación de los geles y claridad de los geles, Capacidad de retención de agua (CRA), Capacidad de absorción del aceite, (CAA).

A continuación, se conceptualiza las diferentes propiedades tecnológicas:

Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) es la capacidad de un alimento hidratado para retener agua en la matriz proteica. Esta propiedad está directamente vinculada con la solubilidad. (Pincioli 2010, p.24)

Índice de absorción de agua

El índice de absorción de agua (IAA) es un parámetro que describe la absorción de agua de una harina y es un indicador de rendimiento de masa fresca. (Rodríguez, *et al.* 2012, p.200)

Índice de poder de hinchamiento

En presencia de agua los gránulos de almidón empiezan a hincharse y a absorber el agua, cuando se aplica energía. Las moléculas de agua rompen los puentes de hidrógeno intermoleculares en la región amorfa e ingresan al gránulo ocasionado el hinchamiento del mismo. Se relaciona con la capacidad de adsorción de agua de harinas o almidones. (Correa, *et al.* 2014, p.185)

Capacidad de absorción del aceite

Se refiere a la cantidad de aceite que puede absorber una muestra de harina o almidón, siendo posteriormente determinada por diferencia de pesos. (Ramírez & Pacheco, 2009, p.295) .

Según el estudio realizado por (Ceavichay & Valenzuela, 2012, pp.50-55), a las variedades de arroz, INIAP 14, INIAP 15 e INIAP 17, el índice de absorción de agua fue bajo, debido a que las variedades de arroz contienen un alto contenido de amilosa, el valor de las medias era de 0,95 g/g. En cuanto a índice de poder de hinchamiento, indican que depende de la capacidad de las moléculas de almidón para retener el agua, el resultado concuerda con el índice de absorción de agua.

Con referencia a la claridad de geles, las medias de las variedades de arroz que han sido estudiadas oscilan entre 3,5 %. Conociendo que los valores menores a 24,8 %, forman geles opacos, se recomienda usar estas variedades en la elaboración de alimentos poco transparentes como las mayonesas, las bebidas concentradas tipo néctar o los productos de panificación. (Hernández, *et al.* 2008, pp.718-125)

En otra investigación, realizada por (Cedeño & Galarza, 2013, pp.23-43), sobre harinas obtenidas de las variedades de arroz INIAP 14, INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17, SFL 09, F 50, se encontró que la variedad INIAP 14, obtuvo un mayor índice de absorción de agua en comparación con las demás variedades, mientras que la harina obtenida con la variedad INIAP 15 tiene menor índice de absorción de agua en comparación con las demás harinas; esto se debe a que la muestra INIAP 15 puede contener una mayor cantidad de amilosa. Las harinas de arroz obtenida de las variedades F50, INIAP 14, INIAP 17, obtuvieron un índice de absorción de agua alto, por lo que resulta favorable la utilización de estas variedades para la elaboración de masa de panadería; de igual forma concuerdan (Ada & Ronda, 2016, pp.12-13)

En lo referente al poder de hinchamiento, las variedades F 50 y SFL 09 presentaron el valor más alto, mientras que la variedad INIAP 15 es la que obtuvo menor índice de hinchamiento. Lo anterior, debido a que los gránulos de almidón no son lo suficientemente grandes como para empezar a hincharse y a embeberse de agua, aunque también influyen otros factores como la presencia de grupos fosfatos, lípidos, etc.

En cuanto a la capacidad de absorción de aceite, la variedad de harina F 50 obtuvo mayor índice de absorción, en tanto que la INIAP 16 es la que obtuvo menor índice; esto se debe a que sus partículas sean posiblemente de menor tamaño y a la naturaleza de su superficie. Por otro lado, la capacidad de retención de agua las variedades F50, INIAP 16, INIAP 17 son las que obtuvieron mayor capacidad de retención de agua, la variedad INIAP 15 fue la que obtuvo una menor retención, debido al tamaño de los gránulos de almidón o por el contenido de amilosa; ya que a mayor contenido de amilosa menor hinchamiento de las partículas.

Es de destacar que la propiedad que presentó menor variación en las diferentes variedades fue la capacidad de absorción de aceite (0 %) seguido del índice de poder de hinchamiento (10 %), mientras que la propiedad que presentó mayor variación fue el índice de absorción de agua (40 %). Esto podría significar que la variedad a utilizar en la elaboración del pan debe poseer un buen índice de absorción de agua para obtener resultados parecidos al pan tradicional.

Tabla 7-3: Valores promedio de las propiedades tecnológicas de la harina de arroz.

Variedad	INIAP 14	INIAP 15	INIAP 16	INIAP 17	SFL 09	F 50	Promedio y desviación estándar	Coef. Var.
Propiedad								
IIA, (%)	13,3	5	6,2	11,6	5,9	11,3	8,9 ±3,5	0,4
PH, (%)	3	2,8	2,9	3,1	3,4	3,3	3,08±0,2	0,1
CRA, (%)	1,6	1,5	1,7	1,9	1,5	1,7	1,65 ±0,1	0,1
CAA, (%)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,72 ±0,0	0,00

*(IAA) = Índice de absorción de agua

*(PH) = Índice de poder de hinchamiento

*(CRA)= Capacidad de retención de agua

*(CAA)= Capacidad de absorción de aceite

Fuente: Cedeño & Galarza, 2013

Realizado por: Chafla Cando, Wendy, 2022.

3.4. Formulaciones utilizadas en la elaboración de pan

El pan en el Ecuador es considerado de categoría popular, ya que es un alimento imprescindible en la mesa de los hogares. Las materias primas utilizadas para la elaboración de este producto contienen proteínas, vitaminas e hidratos de carbono muy necesarios para mantener una perfecta salud. (Mosquera, *et al.* 2012, pp.1-8). Según un estudio realizado por (Salas & Haros 2016, pp.1-9), el almidón de arroz, desde el punto de vista tecnológico, posee propiedades funcionales que permiten su uso en la elaboración de pan por sustitución de harina de trigo.

Además, las proteínas presentes en el arroz están compuestas mayoritariamente de albúminas y globulinas, y de una proporción insignificante de prolaminas, las cuales están implicadas en la formación del gluten. Así mismo, el estudio realizado por (Heinemann, *et al.* 2005, pp.287-296) menciona que el pan elaborado con harina de arroz integral supone una excelente fuente de energía y nutrientes.

Tabla 8-3: Formulaciones utilizadas para la elaboración de pan

Autores	% Harina de trigo	% Harina de arroz	Peso del pan (g)	Aceptabilidad del pan	Tipo de pan
Agurto & Mero (2011)	70	30	500	70:30 HT:HA	Pan normal
	80	20			
	75	25			
León (2015)	85	15	30	75:25 HT:HA	Pan con sabor a chocolate
	75	25			
	50	50			
Reyes, et al. (2004)	85	15	80	70:30 HT:HA	Pan blanco tipo sándwich
	80	20			
	70	30			
	60	40			
	50	50			
Salas & Haros (2016)	75	25	500	75:25 HT:HA	Pan normal
	70	30			
Díaz & Sevilla (2011)	85	15	500	70:30 HT:HA	Pan tipo molde
	80	20			
	70	30			
	60	40			
	50	50			
Vera (2017)	70:30 HA:HP			70:30 HA:HP	Pan tipo molde
	50:70 HA:HP				
	30:70 HA:HP				

*HA= Harina de arroz

*HT= Harina de trigo

*HP= Harina de papa

Realizado por: Chaflla Cando, Wendy, 2022.

Los investigadores (Agurto & Mero, 2011, pp.45-61), elaboraron pan de 500 g con el 30, 20, 25 % de harina de arroz como sustituto de la harina de trigo. Tras realizar el análisis sensorial, los panelistas decidieron que la formulación con 30 % de harina de arroz es la más aceptable debido a las características finales del pan. En cambio (León, 2016, pp.52-72) elaboró un pan sabor a chocolate utilizando 3 formulaciones, con el 15, 25, 50 % de harina de arroz en un pan de 30 g. Mediante análisis sensorial realizado por panelistas se determinó que el pan elaborado con 25% de harina de arroz fue el obtuvo mayor aceptación. Así mismo (Reyes, *et al.* 2004), elaboraron un pan blanco de 80 g para personas de la tercera edad, donde las formulaciones fueron del 15, 20, 30, 40, 50 y 60% de harina de arroz como sustituto de la harina de trigo. Mediante análisis sensorial determinaron que el pan blanco con 30 % de harina de arroz fue el de mayor aceptación. En cambio (Salas & Haros, 2016, pp.1-9) utilizaron 2 formulaciones, con 25 y 50 % de harina de arroz integral, encontrando en los análisis de calidad que el pan con 25 % de harina de arroz es fue el de mayor aceptabilidad, resaltando su textura parecida a la del pan elaborado con harina de trigo.

De igual forma (Díaz & Sevilla, 2011, pp.78-85), elaboraron panes con 6 formulaciones (15, 20, 30, 40, 50, 60 % de harina de arroz) y mediante un análisis sensorial determinaron que la formulación con 30 % de harina de arroz es la más aceptable. Por último (Vera, 2017, pp.80-98) elaboró un pan de molde en donde integró harina de papa y harina de arroz en diferentes proporciones, tales como 70:30 ; 50:70; 30:70 HA:HP; mediante análisis de calidad del pan y análisis sensorial los panelistas determinaron que el pan de molde con mayor aceptabilidad fue el 70:30 HA:HP.

Las formulaciones presentadas nos indican que el porcentaje utilizado de harina de arroz en el pan están en el rango del 15 % hasta el 60 %, pero las proporciones que lograron mayor aceptabilidad fueron como mínimo el 25 % y como máximo el 30 %.

Para la industria de la panificación, generalmente se utiliza harina de trigo, por su contenido, rico en proteínas y almidón, mismos que dan características finales al producto como textura y volumen (Tejero, s.f.). En la investigación realizada por (Solís, 2015, pp.35-38) se concluye que los productos “carbohidratos” elaborados a base de harina de arroz, son alternativas de consumo, como por ejemplo; cereales, pan, coladas, galletas y dulces, son alimentos sustitutos y ricos en nutrientes para infantes, niños, jóvenes y adultos. El mismo autor, en el año 2011, elaboró un producto de panificación aplicando otras harinas; entre ellas la harina de trigo y la harina de arroz. Este pan de arroz mantuvo la textura y el sabor de su masa, calificándolo como un alimento de buena calidad y de bajo costo en su elaboración.

Según (León, 2015, p.72), la harina de arroz puede ser utilizada para elaborar diferentes productos de panificación tales como pan de arroz con chocolate, pan de arroz con orégano. En cuanto al pan de dulce, el mejor porcentaje de sustitución fue el 25 % y en el pan de sal fue el 50 %. En el caso del pan de sal, utilizaron sustituciones de 15, 25 y 50 % de harina de arroz y mediante el test de aceptabilidad los panelistas decidieron que el pan elaborado con el 50 % de harina de arroz es el que mejores atributos presenta.

Por ende, el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de arroz que reportan los diferentes autores se encuentra en el rango de 25 a 30 %; pero, si se desea reemplazar totalmente la harina de trigo se debe utilizar como complementos otras harinas como la harina de centeno, harina de maíz, harina de quinua, harina de amaranto, etc.

(Marco & Molina, 2008, pp.132-139) y (Pedrosa, *et al.* 2009, pp.618-623), han empleado el arroz y otros cereales o tubérculos para sustituir totalmente al trigo para la formulación de pan para celíacos, ya que su harina se caracteriza por poseer propiedades hipo alergénicas, un sabor suave, bajo contenido en prolaminas, poco contenido en grasas y baja proporción de sodio, lo cual la hacen fácilmente digerible (Gujral & Rosell, 2004, pp.75-81); (Marco & Molina, 2008, pp.132-139). En otro estudio realizado por (Veluppillai, *et al.* 2010, pp.51-59), se investigó la posibilidad de sustituir parcialmente harina de trigo con harina de arroz malteado en la fabricación de pan, encontrando una formulación de 65 % de harina de trigo, 35% de harina de arroz malteado y 2% de grasa, con un alto grado de aceptación por los consumidores, además la inclusión de esta harina en el pan puede reducir considerablemente el índice glucémico del pan.

3.5. Características obtenidas en el pan elaborado con harina de arroz

3.5.1. Características químicas del pan de arroz

Los autores (Alvis, *et al.* 2011, pp.29-38), realizaron un estudio, donde la finalidad fue determinar la aceptabilidad del producto de un pan elaborado a base de harina de arroz integral, destacaron que la harina de arroz es uno de los elementos más utilizados para la elaboración de un pan sin gluten, por sus beneficios: bajo en sodio y además contiene fibra, lo que hace que sea un producto de fácil digestibilidad, benéfico para el consumo en personas con problemas de estreñimiento.

Tabla 9-3: Composición química del pan elaborado con harina de arroz.

Componentes (%)	Agurto y Mero (2011)	León (2015)	Reque (2007)	Reyes, et al. (2004)	Díaz y Sevilla (2011)	Promedio y desviación estándar	Coef. Var.
	Sustitución (%) HA						
	30	25	20	30	30		
Humedad	31,03	17,92	29,98	31,03	24,00	26,79 ± 5,76	0,21
Proteína	11,36	8,33	10,14	11,36	10,19	10,28 ± 5,76	0,12
Grasa	4,48	3,97	1,86	4,48	7,66	4,49 ± 2,08	0,46
Cenizas	1,98	1,43	0,89	1,98	2,08	1,67 ± 0,51	0,30
Carbohidratos	51,65	---	56,88	51,65	56,07	54,06 ± 2,81	0,05
Fibra	2	2,01	---	2,89	---	2,30 ± 0,51	0,22

*HA=Harina de arroz

Realizado por: Chafla Cando, Wendy, 2022.

En la tabla 9-3, se observa la composición química del pan con diferentes grados de sustitución de harina de trigo por harina de arroz. En cuanto al contenido de humedad el promedio fue de

26,79 ± 5,76 %, que cumple lo indicado en la norma (NTE INEN 2945, 2016, p.2) que señala un máximo de 45 %. El valor promedio de proteína fue de 10,28 ± 1,24 %, el de grasa 4,49 ± 2,08 %, en ceniza un 1,67 ± 0,51 %, mientras que en carbohidratos el promedio fue 54,06 ± 2,81 % y en fibra 2,30 ± 0,51 %.

Los porcentajes obtenidos de proteína, humedad, grasa, cenizas y carbohidratos en los estudios realizados por (Agurto & Mero 2011), (Reyes, *et al.* 2004) son similares y solo difieren en el contenido de fibra, esto se debe a que solo utilizan a la harina de trigo y de arroz; mientras que en la investigación de (León, 2015), los valores reportados son bajos, lo que puede estar relacionado a la incorporación de otros ingredientes como chocolate en polvo, miga de pan y, además, a un menor porcentaje de sustitución de la harina de trigo respecto a los dos autores mencionados anteriormente.

Así mismo (Reque, 2007) y (Diaz & Sevilla, 2011), obtuvieron un contenido de proteína 10 % superior a lo aceptable según la norma (COVENIN 226, 1988), y la norma (NTE INEN 95, 2012)¹ en donde el valor mínimo es de 7,5 %, sin embargo (León, 2015) obtuvo un contenido de proteína bajo esto se puede deber al proceso de molienda, ya que este disminuye la cantidad de nutrientes en el producto final. Adicional a los datos presentados el estudio realizado por (Miranda, *et al.* 2018) menciona que el contenido de proteína disminuye en el pan debido a que se ha utilizado combinaciones de harinas libre de gluten como la harina de quinua, harina de lupino blanco, almidón de maíz y mandioca, entre otros ingredientes que afectan al producto final en sus características químicas, físicas, y organolépticas, además es conocido que el contenido y la calidad de la proteína se relaciona con los parámetros reológicos de las masas, (Barajas, *et al.* 2011, pp.248-255).

En cuanto a los carbohidratos la harina de arroz posee un alto contenido por lo que al emplearla en la formulación del pan, este presenta un contenido alto en el producto final, así menciona (Quílez & Salas 2013, pp.61-72), El contenido de carbohidratos reportado por (Miranda, *et al.* 2018, p.49) se debe a que utilizan harinas integrales, como son la harina de arroz, quinua y lupino las dos primeras harinas son las que influyen positivamente en el contenido de todos los nutrientes de las formulaciones de panes. Así mismo (Solís, 2015) elaboró carbohidratos con base de harina de arroz,

¹ El valor de referencia corresponde a la norma NTE INEN 95, del año 1979, vigente hasta el año 2012, a partir del cual ya no cita el valor referencial para proteína.

y trigo, con un alto valor energético, bajo en sodio, colesterol y no contiene gluten; para mejorar la nutrición infantil.

Es de destacar que los componentes que presentaron menor variación en las diferentes formulaciones fueron el contenido de proteína (12 %), seguido del contenido de carbohidratos (5 %), dos valores importantes desde el punto de vista de la nutrición. Esto podría significar que la incorporación de harina de arroz no afecta significativamente las propiedades nutricionales del pan.

En la investigación realizada por (Alvis, *et al.* 2011), la elaboración de pan con harina integral de arroz se obtuvieron resultados calificados como “muy aceptables” en cuanto a los atributos sensoriales y, recalcaron que la calidad del pan está relacionada con los atributos texturales.

3.5.2. Características físicas del pan elaborado con harina de arroz

Tabla 10-3: Características físicas del pan elaborado con harina de arroz.

Componente	Unidades	Sancho, (2011)	Salas y Haro (2016)	Reyes, et al. (2004)	Miranda, et al. (2018)	Promedio
Volumen específico	ml/g	2,86	2,86	2,33	4,71	3,19
Dureza	N	1,9	1,9	---	1,74	1,85

Realizado por: Chaflla Cando, Wendy, 2022.

Dentro de las propiedades físicas del pan elaborado con harina de arroz, el promedio del volumen específico fue de 3,19 ml/g, en cuanto al promedio de la dureza del pan fue de 1,85 N. En los estudios realizados por (Sancho, 2013) y (Salas & Haros 2016), coinciden en que la incorporación de harina de arroz integral repercute en la disminución del volumen y a su vez en vez la dureza, pero tiene una buena aceptabilidad por parte de los consumidores. Mientras que (Reyes, *et al.* 2004), también concuerdan que hay un decremento en el peso, volumen y altura de los panes, así mismo (Miranda, *et al.* 2018), menciona que a medida que los panes son más firmes, el volumen específico disminuye. De igual forma, (Gujral & Rosell, 2004), (Marco & Molina, 2008), y (Pedrosa, *et al.* 2009), emplearon mayores proporciones de harina de arroz y encontraron una disminución apreciable en el volumen específico, por lo que la cantidad utilizada de este ingrediente debe limitarse, a menos que se convine con otros componentes que aumente el parámetro mencionado.

Así mismo (Díaz & Sevilla, 2011, p.82), menciona que el volumen específico está relacionado con la altura de hogazas, ya que a mayor altura se tendrá un mayor volumen, por ende, es directamente proporcional en función a las proporciones de harina de arroz utilizadas. El volumen de pan tiene estrecha relación con la cantidad y calidad de las proteínas. (Espitia, *et al.* 2017, p. 750).

La dureza del pan incrementa, en comparación con un pan elaborado con harina de trigo, pues la harina de arroz provoca una miga más compacta, que es un indicador de pan menos aireado y por tanto más duro. (Alvis, *et al.* 2011, p.35). En el estudio realizado a la dureza, se encontró valores de dureza en el intervalo de 4,0 a 10,7 N, muy cercano al encontrado por (Machado, 1996, pp.70-89), quien encontró valores de dureza de pan de arroz calculada por TPA entre 14,79 y 104,79 N, señalando que son panes muy duros. También (Gujral & Rosell 2004) informan resultados alrededor de 14,0 N para panes elaborados con 100 % harina de arroz, confirmando una firmeza superior a la del pan 100% de trigo. Por lo que recomiendan emplear enzimas para incrementar el volumen específico, y disminuir la firmeza.

De acuerdo a (Machado, 1996, pp.70-89) los valores de dureza deben encontrarse en un rango entre 4 a 11 N para un pan con harina de trigo, por ende, los valores reportados por los diferentes autores están por debajo de este valor de referencia, debido a la cantidad mínima de sustitución de la harina de arroz que se utiliza en la elaboración de pan. En cambio, cuando se elabora un pan con el 100 % de harina de arroz la dureza aumenta en comparación con el pan elaborado con harina de trigo, debido a que la harina de arroz no posee gluten y esto dificulta a que el pan adquiera la dureza.

CONCLUSIONES

- Las propiedades fisicoquímicas de la harina de arroz, son promedio: $8,44 \pm 3,44$ % de humedad, $9,72 \pm 2,23$ % de proteína, $0,65 \pm 0,55$ % de cenizas, $1,58 \pm 1,77$ % de fibra, $1,66 \pm 0,69$ % de grasa, $6,41 \pm 0,29$ de pH, $0,02 \pm 0,01$ % de acidez, indicando que el valor que presentan menos variación es la acidez entre diferentes variedades de arroz, y la fibra es la que tiene mayor variación.
- Con respecto a las características organolépticas, el color es blanco o blanquecino y la textura de dicha harina debe ser fina para evitar la formación de grumos en la masa del pan.
- Las propiedades tecnológicas de la harina de arroz varían según la variedad de la semilla, recomendándose que para la elaboración de masas para productos de panadería se usen la variedad INIAP 14 que tiene mayor índice de absorción de agua (13,3 %); la variedad F 50, indica mayor poder de hinchamiento (3,3 %), una mayor capacidad de absorción de aceite (1,8 %) y SFL 09 poseen mayor índice de poder de hinchamiento (3,4 %).
- Para la elaboración de pan existen diferentes formulaciones, con sustituciones entre el 15 y el 60 % de harina de trigo por harina de arroz. Siendo lo recomendable utilizar del 25 al 30 % de harina de arroz, ya que con los niveles mencionados se produciría un pan con buen volumen y con escasa dureza.
- El pan elaborado con harina de trigo y harina de arroz, posee mayor contenido de carbohidratos ($54,06 \pm 2,81$ %) y proteína ($10,28 \pm 1,24$ %) que el pan de harina de trigo.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la harina de arroz en niveles de sustitución del 25 al 30 %, para la elaboración de pan, por cuanto no se altera las características del pan y se mantiene el contenido de carbohidratos y proteína.
- Continuar con el estudio de la inclusión de harina de arroz de producción nacional en productos de panificación.
- Difundir a nivel de microempresas y pequeños productores dedicados a la industria de la panificación la utilización de la harina de arroz por las ventajas que presenta, la misma que permitirá reducir los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA.

ACEVEDO, Marco A., CASTRILLO, William A. y BELMONTE, Uria A. " Origen, evolución y diversidad del arroz ". *Agronomía Tropical*. [En línea]. (2006). vol. 56. pp. 151-170. [Consulta: 10 de mayo 2021]. ISSN: 0002-192X. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001

ADA, Précilia & RONDA, Felicidad, Propiedades tecnológicas de la harina de trigo sarraceno en función de su tamaño de partícula. Aplicación en panificación sin gluten. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría en Ingeniería Agraria). Universidad de Valladolid,. España. 2016. pp. 12-13. [Consulta: 15 mayo del 2021]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/26556/TFM-L358.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGURTO, Kristel Solange y MERO, Evelyn Ivonne. Utilización de Harina de Arroz en la Elaboración de Pan. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería en Alimentos). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 2011. pp. 6-61. [Consulta: 20 de diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/16508>.

ALONSO, Oscar. Pan industrial vs. Pan artesanal. *Panartec*. [En línea]. (2008). [Consulta: 11 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://panartec.blogspot.com/2009/01/pan-industrial-vs.html>.

ALVIS, Armando, PÉREZ, Luis y ARRAZOLA, Guillermo, " Elaboración de Panes con Agregado de Harina de Arroz Integral y Modelación de sus Atributos Sensoriales a Través de la Metodología de Superficie de Respuesta ". *Información Tecnológica*. [En línea], 2011. Vol. 22, N°. 5, pp. 29-38. [Consulta: 3 de junio del 2021]. ISSN 0718-0764. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000500005&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

BÁEZ, Mariola, Harina de arroz ¿conoces sus propiedades? . [En línea]. 2017. [Consulta: 14 mayo 2021]. Disponible en: <https://biotrendies.com/harina-de-arroz-conoces-sus-propiedades.html>.

BARAJAS, Elisa et al., " Effects of protein, shortening and yeast content on doughs visco-elastic properties and quality of French type bread ". *Interciencia*. [En línea], 2011. (Venezuela). Volumen 36 N° 4, pp. 248-255. [Consulta: 07 de enero 2021]. ISSN 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33917994002.pdf>.

BENNION, Edmund, *Fabricacion de pan* [En línea]. Madrid, 1971. [Consulta: 3 junio 2021]. Disponible en:

https://books.google.com.ec/books?id=vw6EygAACAAJ&dq=Fabricacion+de+pan+bennion&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y.

BISIO, Ana, *El pan* [En línea]. Italia: VECCHI, S.A.U. 2016. [Consulta: 12 mayo 2021]. ISBN 978-1-68325-323-5. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=x3prDQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=El+pan+Anna+Bisio&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjTr-vblMXwAhWRhOAKHShLA0EQuwUwAHoECAQQBw#v=onepage&q=El+pan+Anna+Bisio&f=false>

BORJA, Felix. Harina de arroz y la elaboracion de pan con levadura natural. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Industrial). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2015, p.14. [Consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: http://repositorio.uq.edu.ec/bitstream/redug/17622/1/TESIS_FINAL.pdf.

CEAVICHAY, Katherine & VALENZUELA, Juan. Caracterización Física, Tecnológica y Reológica de Tres Variedades de Arroz Pilado Ecuatoriano, Cosecha Invierno. [En línea]. 2012. (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos) Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 2012. pp. 50-55. [Consulta: 08 de junio del 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/31037/D-79707.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

CEDEÑO, María & GALARZA, Andrea. Efecto del tipo de variedad de arroz ecuatoriano en las características de hidratación de la harina y del gel. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 2013. pp. 23-43. [Consulta: 08 de junio del 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30861/D-79776.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.

CELL, Roberto. Arroz. *INIAP*. [En línea]. (2014). (Ecuador). [Consulta: 10 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/programa-1/>.

CHIMBORAZO CARILLO, Mónica Mercedes. Elaboración De Una Masa De Harinas Trigo-Arroz Laminada De Humedad Intermedia Para Alimentos Gourmet. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería Química y Agroindustrial). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 2015. pp. 14-19. [Consulta: 12 de enero del 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10439/3/CD-6187.pdf>.

CLIMENT. Propiedades y Aplicaciones de la harina de arroz. [En línea]. [sin fecha]. [Consulta: 11 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.harinadearrozcliment.com/aplicaciones/>.

CORREA MEAÑO, Nioska, PÉREZ CIARFELLA, Ana Teresa & VILLEGAS DORTA, Ana Marina. "Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera L.*) para predecir sus posibles usos tecnológicos". *Saber. Revista Multiidisciplinaria del consejo del Investigación de la Universidad del Oriente*. [En línea], (2014). (Venezuela). Volumen 26 N° 2. pp. 182-187. [Consulta: 09 de enero del 2021]. ISSN: 2343-6468. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739467011.pdf>.

COVENIN 226. *Pan* [En línea]. (1988). (Venezuela). [Consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/226-88.pdf>.

COVENIN 2300. *Harina de arroz* [En línea]. (2015). (Venezuela). [Consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/333789351/Harina-de-Arroz>.

DIAZ, Marco & SEVILLA, Alex. Estudio experimental para la formulación de las mezclas de harinas de arroz y trigo en la industria de la panificación [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería Química). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2011. pp. 78-85. [Consulta: 11 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2079>.

ESPAC, Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. *INEC*. [En línea]. (2016). (Ecuador). [Consulta: 04 de febrero del 2021]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion ESPAC 2016.pdf.

ESPITIA, Eduardo et al. " Análisis de la estabilidad del volumen del pan de trigos harineros (*Triticum aestivum L.*) Mexicanos de secano ". *Agrociencia* [En línea]. (2017). (México). pp. 743-754. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n7/1405-3195-agro-51-07-00743.pdf>.

ESQUIVEL, Ingrid & CAYRO, Stephany. Elaboración de pan sin glúten en base de harinas de arroz (*Oryza Sativa*), soya (*Glycine max*) y lenteja malteada (*Lens Culinaris*), diselo y evaluación de un fermentador agroindustrial. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Industria Alimentaria). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. 2018. pp. 7-8. [Consulta: 10 de enero del 2021]. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7833>.

GÓMEZ, Nicolás et al. En riesgo la producción de arroz en Ecuador. [En línea]. 2019. [Consulta: 14 mayo 2021]. Disponible en: <https://elproductor.com/wp-content/uploads/2019/02/revista-febrero.pdf>.

GUJRAL, Hardeep y ROSELL, Cristina, " Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase ". *Food Research International* [en línea], 2004. vol. 37, no. 1, pp. 75-

81. [Consulta: 9 junio 2021]. ISSN 09639969. DOI 10.1016/j.foodres.2003.08.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996903001200?via%3Dihub>.

HAN, Hye Min, KANG, Hang-won & KOH, Bong, " Rice varieties in relation to rice bread quality ". *Science of Food and Agriculture* [En línea], 2012. pp. 1463-1467. DOI 10.1002/jsfa.4727. [Consulta: 23 febrero del 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/51855091_Rice_varieties_in_relation_to_rice_bread_quality

HEINEMANN, R. et al. " Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil ". *Journal of Food Composition and Analysis*. [En línea], (2005). Volumen 18 N° 4. pp. 287-296. [Consulta: 03 de junio del 2021]. ISSN: 08891575. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157504001309>.

HERNÁNDEZ, Marilyn et al., " Caracterización fisicoquímica de almidones cultivados en Yucatán, México ". *Ciencia e Tecnología de Alimentos* [En línea], (2008). Volumen. 28 N° 3. pp. 718-726. [Consulta: 16 junio 2021]. ISSN 1678457X. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cta/a/BFmq3pZQMP33pwHsyNjk9Yf/?lang=es>.

HINTS, Hanna, Contenido de Humedad en la Harina. [En línea]. 2016. [Consulta: 9 de junio del 2021]. Disponible en: <https://ww2.hannachile.com/blog/post/contenido-de-humedad-en-la-harina>.

INEN 95. *Pan Requisitos*. [En línea]. 2012. Quito, Ecuador. [Consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_95.pdf

INEN 2945. *Pan Requisitos*. [En línea]. 2016. Quito, Ecuador. [Consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf.

INEN 3050. *Harina De Arroz. Requisitos*. [en línea]. 2016. Quito, Ecuador. [Consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3050.pdf%0Ahttps://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_3050.pdf.

INEN 93. Pan. terminología. [En línea]. 1976 Quito, Ecuador: [Consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/93.pdf>.

INPROVO. *El Libro del Huevo*. [En línea]. N° 2. Madrid, España. 2003. [Consulta: 03 de julio del 2021]. ISBN 84-607-3084-O. Disponible en: <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>.

LEÓN, Katherin. Elaboración de productos de panificación utilizando harina de arroz (*Oryza Sativa*), Riobamba 2015. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Licenciatura en Gastronomía) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2015. pp. 52-72. [Consulta: 14 noviembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11202/1/84T00484.pdf>.

MACHADO, Luiza. Pão sem glútem: Otimização de algumas variáveis de processamento. [En línea]. (Trabajo de Titulación). (Maestría en Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil. [Consulta: 21 de diciembre del 2020]. 1996. pp. 70-89. Disponible en: file:///C:/Users/INTEL 2021/Downloads/Machado_LuizaMariaPierini_M.pdf.

MACHUCA, María & MEYHUAY, Fiorela. Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de lenteja (*Lenus culinaris*). [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniera Agroindustrial). Universidad Nacional del Centro del Perú. Tarma, Perú. 2017, pp. 22-52. [Consulta: 06 de enero del 2021]. Disponible en: [http://181.65.200.104/bitstream/handle/UNCP/4775/Machuca Flores - Meyhuay Soto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.65.200.104/bitstream/handle/UNCP/4775/Machuca_Flores_Meyhuay_Soto.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

MARCO, Cristina & MOLINA, Cristina. Mejora de la funcionalidad de proteínas de cereales libres de gluten: aplicación en productos fermentados. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Doctorado). Universidad Politécnica Valencia. Valencia, España. 2008. pp. 132-139. [Consulta: 06 de enero del 2021]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/3935/1/tesisMarco.pdf>.

MESAS, J. & ALEGRE, M. El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. [En línea], (2002). (México). Volumen 3 N° 5. pp. 307-313. [Consulta: 07 de enero del 2021]. ISSN: 1135-8122. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>.

MIRANDA, Patricia et al., " Calidad nutricional y propiedades físicas de panes libres de glúten." *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*. [En línea], (2018). (Argentina). Volumen 38 N° 3, pp. 46-55. [Consulta: 14 de enero del 2021]. ISSN 1989208X. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/PDF/MIRANDA.pdf>.

MOSQUERA, Mayra, PACHECO, Jorge & MARTÍNEZ, Ernesto. "Diseño de una línea de producción para la elaboración de pan a partir de la harina de amaranto (*Amaranthus hybridus*) y harina de arroz (*Oryza sativa*) para celíacos". [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniera en Alimentos). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 2012. pp. 1-8. [Consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/20654/CICYTPDF.pdf?seq>

uence=1&isAllowed=y.

OJEDA, Noemí. ¿Qué son las características organolépticas de los alimentos?. [En línea]. 2018. [Consulta: 03 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.ceac.es/blog/que-son-las-caracteristicas-organolepticas-de-los-alimentos>.

PÁEZ, Orlando. *El cultivo del arroz en Venezuela.* [En línea]. Maracay, Venezuela. 2004. [Consulta: 12 de enero del 2021]. ISBN 9789803182564. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marco-Acevedo-4/publication/330422393_El_Cultivo_del_Arroz_en_Venezuela/links/5c3f3b34a6fdccd6b5b17705/El-Cultivo-del-Arroz-en-Venezuela.pdf.

PEDROSA, Maria, AIROLDI, Cláudio & EL-DASH, Ahmed. " Production of acidic extruded rice flour and its influence on the qualities of gluten-free bread ". *LWT - Food Science and Technology.* [En línea]. (2009). (Suiza). Volumen 42 N° 2. pp. 618-623. [Consulta: 9 junio 2021]. ISSN 00236438. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643808002077>.

PÉREZ, Julián & GARDEY, Ana. Definición de arroz - Qué es, Significado y Concepto. *Definicion.de.* [En línea]. (2017). [Consulta: 27 julio 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/arroz/>.

PÉREZ, Julián & MERINO, María, Definición de panificación - Qué es, Significado y Concepto. *Definición.de.* [En línea]. (2019). [Consulta: 11 mayo 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/panificacion/>.

PINCIROLI, María. *Proteínas de arroz. Propiedades estructurales y funcionales.* [En línea]. 2010. (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires, Argentina. 2010. pp. 4-17. [Consulta: 24 de marzo del 2021]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo_.pdf?sequence=3.

QUÍLEZ, Joan & SALAS, Jordi. "La ingesta de sal y el consumo de pan. Una visión amplia de la situación en España". *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética.* [En línea], 2013. Volumen 17 N° 2, pp. 61-72. [Consulta: 12 de abril del 2021]. ISSN 2173-1292. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4405906>

QUIROZ, José. Variedades de arroz generadas por INIAP. [En línea]. 2012. [Consulta: 09 de enero del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2024/1/iniaplsp1340.pdf>.

RAMÍREZ, Alejandra & PACHECO, Emperatriz. "Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética de pina, guayaba y guanábana ". *Interciencia*. [En línea], 2009. (Venezuela). Volumen 34, pp. 293-298. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911575012>.

RAMOS, Félix, *Maiz, Trigo y Arroz, Los Cereales que alimentan el Mundo*. [En línea]. México, 2013. [Consulta: 23 de enero 2021]. ISBN 978-607-433-993-2. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3649/1/maiztrigoarroz.pdf>.

REQUE, Johnny, Estudio de pre-factibilidad para la fabricación de harina de arroz y su utilización en panificación. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2007. [Consulta: 22 de diciembre del 2020] Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/309/REQUE JOHNNY ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE HARINA DE ARROZ Y SU UTILIZACIÓN EN PANIFICACIÓN.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/309/REQUE_JOHNNY_ESTUDIO_DE_PRE-FACTIBILIDAD_PARA_LA_FABRICACIÓN_DE_HARINA_DE_ARROZ_Y_SU_UTILIZACIÓN_EN_PANIFICACIÓN.pdf?sequence=1).

REQUENA, José. " Harinas ". *Revista Digital, Innovacion y Experiencias Educativas*. [En línea], 2013. (España), pp. 1-9. [Consulta: 23 de enero del 2021]. ISSN 1998-6947. Disponible en: https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_REQUENA_1.pdf.

REYES, María, PALOMO, Patricia & BRESSANI, Ricardo. "Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina de arroz". *Scielo*. [En línea], 2004. (Venezuela). Volumen 54 N° 3. [Consulta: 31 mayo 2021]. ISSN 0004-0622. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000300010.

RODRÍGUEZ, Eduardo, LASCANO, Alexandra & SANDOVAL, Galo. "Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas". *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. [En línea], 2012. (Colombia). Volumen 15 N° 1, pp. 199-207. [Consulta: 25 de mayo del 2021]. ISSN 01234226. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v15n1/v15n1a21.pdf>.

SALAS, Myriam de las Mercedes & HAROS, Monica. "Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harina integral de arroz". *Brazilian Journal of Food Technology*. [En línea], 2016. (Brasil). Volumen 19, pp. 1-9. [Consulta: 24 de marzo del 2021]. ISSN 19816723. Disponible en:

<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v19/1981-6723-bjft-1981-67230216.pdf>.

SÁNCHEZ, H.D. et al. "Elaboración de pan sin gluten con harina de arroz extrudidas". *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. [En línea], 2008. (México). Volumen. 6 N° 2, pp. 109-116. [Consulta: 14 de marzo del 2021]. ISSN 11358122. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358120809487635?needAccess=true>.

SANCHO, Martha. Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harinas integrales de centeno, arroz o quinoa [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2013, pp. 248-255. [Consulta: 10 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33279/Tesis_fin_de_Master_-_Marta_Sancho.pdf%3Bjsessionid=B7DD14FFF5C205005C7DBEE23403F571?sequence=1.

SILVA, Miguel. Cultivo del arroz. *Agrotendencia.tv*. [En línea]. 2019. [Consulta: 11 mayo 2021]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-arroz/>.

SOLÍS, Julio. Elaboracion De Carbohidratos Nutricional Infantil Con Base De Harina De Arroz Y Trigo, Sustitucion De Otras Harinas. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería Industrial). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2015, pp. 35-38. [Consulta: 10 de diciembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16689>.

TEJERO, Fransisco. El gluten en la panadería. [En línea]. 2018. [Consulta: 7 junio 2021]. Disponible en: <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/el-gluten-en-la-panaderia/>.

VASQUEZ, Santiago. *Ficha Técnica: Harina de arroz* [En línea]. s.f. [Consulta: 2 junio 2021]. Disponible en: https://croper-production.s3.amazonaws.com/product_provider_files/files/000/006/721/original/Ficha_Técnica_Harina_de_Arroz_Hacienda.pdf.

VELUPPILLAI, Subajiny et al. "Optimization of Bread Preparation from Wheat Flour and Malted Rice Flour". *Rice Science*. [En línea], 2010. Volumen 17, pp. 51-59. [Consulta: 21 junio 2021]. ISSN 16726308. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1672630808601043?via%3Dihub>.

VERA, Diego. Elaboración de pan de molde sin gluten embolsado a base de harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) y uso de hidrocoloides. (Trabajo de titulación). (Ingeniería en Alimentos). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. 2017, pp. 80-98. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2924>

VILLA, Silvia & MEJÍA, Juan. Desarrollo de Recetas de Pastelería aplicando siete harinas alternativas. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Licenciada en Gastronomía). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2015, p. 41. [Consulta: 04 de enero del 2021]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23199/1/Monografía.pdf>.