



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

**“CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PAPA CHINA
(*Colocasia esculenta*) PARA SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA
DE PANIFICACIÓN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:

GLADYS ANDREINA CASTRO HINOJOSA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERIA DE INDUSTRIAS PECUARIAS

**“CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PAPA CHINA
(*Colocasia esculenta*) PARA SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA
DE PANIFICACIÓN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: GLADYS ANDREINA CASTRO HINOJOSA

DIRECTOR: ING. PAOLA FERNANDA ARGUELLO HERNANDEZ

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Gladys Andreina Castro Hinojosa

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, GLADYS ANDREINA CASTRO HINOJOSA, 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, 6 de junio del 2022.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature appears to read "Andreina Castro H." with a flourish at the end.

Gladys Andreina Castro Hinojosa
160049306-6

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El proyecto de investigación: Tipo: Proyecto de Investigación “**CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) PARA SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA DE PANIFICACIÓN**”, realizado por la señorita: **GLADYS ANDREINA CASTRO HINOJOSA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.



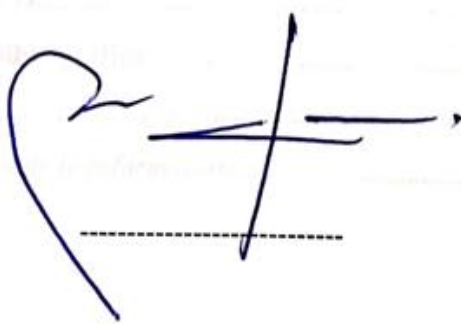
	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Patricio Salgado Tello PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 -----	2022-06-10
Ing. Paola Fernanda Arguello Hernández. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 -----	2022-06-10
Ing. Marco Mauricio Chávez Haro ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 -----	2022-06-10

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY	viii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Generalidades de la industria alimentaria.....	3
1.2.1. Descripción botánica.....	4
1.2.2. Descripción morfológica de los tubérculos o cormos.....	6
1.2.3. Clasificación taxonómica.....	7
1.2.4. Requerimiento del cultivo.....	7
1.2.5. Valor nutritivo	8
1.3. Usos industriales de la papa china	9
1.3.1. Proceso industrial para la elaboración de harina de papa china	10
1.4. Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harina	13

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	17
2.1. Búsqueda de información bibliográfica	17
2.1.1. Criterios de selección.....	17
2.1.2. Métodos para sistematización de la información	18

CAPITULO III

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN.....	19
3.1. Características organolépticas	28
3.2. Análisis de características organolépticas y nutricionales en productos elaborados a base de harina de papa china (<i>colocasia esculenta</i>).....	31
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFIA	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Valor nutritivo de la papa china (<i>colocasia esculenta</i>) por cada 100g de producto.....	8
Tabla 2-1: Análisis fraccionario del contenido de hidratos de carbono en la papa china.	9
Tabla 1-3: Composición proximal de la materia seca de la Papa China (<i>colocasia esculenta</i>).....	19
Tabla 2-3: Análisis nutricional de la materia seca de la harina de papa china.....	22
Tabla 3-3: Características reológicas de la harina de papa china.....	24
Tabla 4-3: Características organolépticas de la harina de papa china (<i>Colocasia esculenta</i>).....	28
Tabla 5-3: Características organolépticas de la harina de papa china (<i>Colocasia esculenta</i>).....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Raíz de la papa china	4
Figura 2-1:	Bulbo de la papa china.....	5
Figura 3-1:	Hoja de la papa china.....	5
Figura 4-1:	Inflorescencia de la papa china.....	6
Figura 5-1:	Semilla de la papa china.....	6
Figura 6-1:	Diagrama de flujo para la elaboración de harinas de papa china.....	11
Figura 7-1:	Características reológicas de la harina de papa china (<i>Colocasia esculenta</i>) y harina de trigo (<i>Triticum duro</i>) en diferentes proporciones.....	26

RESUMEN

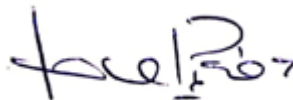
El objetivo de esta investigación fue caracterizar la harina de papa china (*Colocasia esculenta*) para la utilización en la industria de la panificación, se identificó las propiedades fisicoquímicas, nutricionales, reológicas y organolépticas de la harina como de productos elaborados. Para lo cual se estableció metodología descriptiva, analítica y de revisión bibliográfica, comparando resultados de varios estudios concernientes al objetivo descrito y su relación con la materia prima principal en la industria de panificación como el trigo. Particulares que permitieron obtener varios hallazgos, siendo el principal el requerimiento de mezclas entre papa china y trigo para la obtención de un producto panificable adecuado. Se seleccionó bibliografía en inglés y español comprendida en el periodo 2010 a 2021, que mostraran resultados tanto cualitativos como cuantitativos. La sistematización de la información se realizó con una metodología que nos permitió desarrollarla en tres momentos que fueron, exploración, selección y clasificación. En cuanto a la composición proximal de materiaseca, se evidencia valores promedios de 9,31% de proteína, 0,58% grasa, 82,92% hidratos de carbono digeribles, 1,87% fibra cruda, 4,14% cenizas y 8,78% humedad, sus valores dependerán del método y el lugar donde se procesa la materia prima. En el análisis nutricional se observaron valores promedio de 179,51% potasio, 52,58% calcio, 4,05% hierro, 1,96% zinc, 1,30% cobre, 98,34% magnesio, 191,19% fósforo. Las características reológicas y organolépticas difieren en cuanto a una mezcla entre papa china y trigo para obtener los mejores atributos y propender la obtención de productos terminados de calidad que denoten una adecuada presentación y sabor, siendo la mejor combinación donde se presente harina de papa china entre el 8 al 25%. Por lo mencionado se recomienda realizar ensayos y definir metodologías que incluyan el proceso desde el cultivo de la papa china.

Palabras clave: <PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*) >, <TRIGO>, <PANIFICACIÓN>
<REOLÓGICAS>, <COMPOSICIÓN PROXIMAL >

SUMMARY

The objective of this research was to characterize the flour of Chinese potato (*Colocasia esculenta*) for use in the baking industry. The physicochemical, nutritional, rheological and organoleptic properties of the flour and of the processed products were identified using a descriptive, analytical and bibliographic review methodology. The results of several studies were compared. They were related to the objective and its relationship with the main raw material in the bakery industry such as wheat. The main finding was the requirement of mixtures between Chinese potato and wheat to obtain an adequate bakery product. Literature was selected in English and Spanish from the period 2010 to 2021 with both qualitative and quantitative results. The systematization of the information was carried out with a methodology that allowed us to develop it in three stages: exploration, selection and classification. Regarding the proximal composition of dry matter, average values of 9.31% protein, 0.58% fat, 82.92% digestible carbohydrates, 1.87% crude fiber, 4.14% ash and 8.78% humidity were found with values depending on the method and the place where the raw material was processed. In the nutritional analysis, average values of 179, 51% potassium, 52.58% calcium, 4.05% iron, 1.96% zinc, 1.30% copper, 98.34% magnesium, 191.19% phosphorus were observed. The rheological and organoleptic characteristics differ in terms of a mixture between Chinese potato and wheat to obtain the best attributes and tend to obtain quality finished products that denote an adequate presentation and flavor, being the best combination the Chinese potato flour between 8 to 25%. Therefore, it is recommended to carry out trials and define methodologies that include the process from the cultivation of the Chinese potato.

Keywords: <Chinese potato (*Colocasia esculenta*) >, <WHEAT>, <BREADING>
<REOLOGICAL>, <PROXIMAL COMPOSITION>.



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

CI: 0602698904

INTRODUCCIÓN

Colocasia esculenta, comúnmente conocida como papa china en el Ecuador, es una planta tropical, usada como verdura debido a que su tubérculo es comestible y sus flores son utilizadas en la cocina cuya funcionalidad es de una legumbre. esta planta se combina con la especie de planta de calcio Xanthosomay la cual se usa como planta ornamental llamada oreja de elefante (Chiriboga, 2016).

En otros países es conocida como: pituca, malanga, expreso y cacao en polvo, como todas las legumbres sus hojas son ricas en minerales y vitaminas, como son la tiamina, hierro, fósforo, zinc, Vitamina C, vitamina B6, potasio, manganeso, cobre y ácido oxálico, en cambio los tubérculos son ricos en almidón y contiene una fuente de fibra dietética, acompañado también de vitamina B6 (Matthews, 2004).

Chiriboga (2016), señala que actualmente se conoce que la tasa de uso de harina de papa china es muy reducida ya que no existen subproductos elaborados, lo que prueba la utilización de este producto y su desconocimiento de los altos beneficios nutricionales que posee, además del alto volumen de producción durante todos los ciclos del año y su bajo costo de producción y de comercialización.

Este tipo de producto se considera como una especie de tubérculos que brinda grandes bondades y beneficios en las zonas tropicales del Ecuador. Debido a esto se ha planteado como objetivo general la caracterización de la harina de papa china (*colocasia esculenta*), para ser utilizado en la industria de la panificación, identificando por medio dan información secundaria las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de esta harina, su análisis reológico y organoléptico y la comparación de las características nutricionales de los productos elaborados a base de harina de papa china, contribuyendo con la creación de los subproductos para el consumo humano y creando alternativas para establecer una mejor alimentación (Trujillo, 2015).

Las características y propiedades antes mencionadas hacen que este cultivo sea un producto al que se debe dedicar el mayor de los esfuerzos en cuanto a la investigación, con la finalidad de aprovechar en el aspecto agro industrial todos sus beneficios los cuales

potencializará el alcance de un mejor desarrollo agropecuario Montalvo (1991). Esto permitirá además aportar nuevos temas de investigativos mediante el proceso de factibilidad o viabilidad en cuanto a la elaboración de un producto de panificación (harina) el cual tenga como materia prima principal la papa china, evaluando el aspecto financiero en cuanto a los ingresos económicos y analizando además el cuidado de la salud (Trujillo, 2015).

Por ello, para el cumplimiento de la investigación se establecieron los siguientes objetivos a alcanzar:

Siendo el principal el caracterizar la harina de papa china (*Colocasia esculenta*) para su utilización en la industria de panificación.

Estableciendo la necesidad de manera inicial de identificar por medio de información secundaria la composición nutricional de la harina de papa china que permite su caracterización.

Posteriormente, analizar las características reológicas y organolépticas, evaluadas en la harina de papachina para su uso en la industria de panificación.

Para finalmente, comparar las características organolépticas y nutricionales de los productos elaborados a base de harina de papa china con la información extraída de publicaciones.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades de la industria alimentaria

Berkowitz y otros (2012), manifiestan que el desarrollo de la industria alimentaria asume varias responsabilidades en cuanto al manejo, procesamiento y conservación de los alimentos tanto para el consumo animal y humano, cuyo objetivo principal es la conversión inicial de la materia prima para obtener diferentes subproductos con valor agregado.

El comportamiento del mercado actual debido al proceso de la globalización requiere generar nuevos alimentos, el cual fomenta directamente el uso de las materias primas no tradicionales, cuya finalidad es complementar y variar la dieta alimenticia diaria con productos a nuestro alcance, por lo cual el uso de los suplementos alimenticios como es la *Colocasia esculenta*, conocida como la papa china generará un doble beneficio al reportar como sustituto del consumo de la harina, favoreciendo a los productores a mejorar la rentabilidad y su calidad de vida con el consumo de este alimento (Nieto, y otros, 2017).

1.2. La papa china (*Colocasia esculenta*)

Oñate (2018), manifiesta que la papa china se presenta como un cultivo con una amplia gama de aplicaciones y beneficios especialmente en el sector agroalimentario, debido a que no contiene gluten, favoreciendo su consumo entre las personas que tienen intolerancia a este componente, lo que convierte a este producto en un alimento alternativo y muy atractivo para la dieta familiar.

El rizoma de *colocasia esculenta*, inició su cultivo principalmente en Cuba, por sus bulbos y cormos comestibles (Calle, Benavent, & Rosellb, 2020). Además, sus componentes nutricionales hacen de este tubérculo sea muy atractivo para mejorar el valor nutricional de los alimentos (Kaushal, Kumar, & Sharma, Utilización de taro (*Colocasia esculenta*): una revisión., 2015).

La *colocasia esculenta*, declarada como una fuente de proteína, la cual aporta entre (11-

16%), fibra cruda (5-9%) y potasio (2271-4276,06 mg/100g), además de otros minerales como el hierro, calcio, sodio, fósforo, magnesio, cobre y zinc, aportando, además, propiedades antioxidantes y vitaminas (Chandrasekara & Kumar, 2016).

El alto contenido de materia seca 30-40%, proteína al 1% y del 0,8-1% de fibra natural, constituye un producto referente en las dietas diarias, debido a que de entre otras propiedades adicionales permite limpiar el tracto digestivo, diferenciándose de la mayoría de los alimentos de origen vegetal que cumplen esta funcionalidad (Romero & Trujillo, 2015).

1.2.1. Descripción botánica

En cuanto a la descripción botánica según Ríos (2014), esta familia posee 4 elementos característicos descritos a continuación:

- **Tamaño:** Es una hierba suculenta que crece entre 1 y 3 metros de altura y se caracteriza por no tener tallos aéreos.
- **Raíz:** las raíces brotan del cormo y de los cormelos, su consistencia es fibrosa y de color blanco en la primera etapa conocida como la juvenil, al momento que alcanzan su madurez se tornan de color amarillo oscuro y su diámetro oscila entre 3 a 6 mm, alcanzando una longitud de hasta 2 metros, su raíz primaria alcanza un aproximado de 30 a 40 cm de profundidad (Armas, 2019)



Figura 1-1. Raíz de la papa china

Fuente: (Pineda, 2021)

- **Bulbo:** equivalente a un tallo central ovalado, rico en carbohidratos en estado fresco de 18% a

30%, el color de la pulpa es blanco, pero también puede mostrar otro tipo de coloración, la zona de la corteza y el cilindro central Porque está compuesto principalmente de almidón, el desarrollo central del pericarpio lateral está cubierto por escamas y las fibras son más pequeñas que los bulbos.



Figura 1-1. Bulbo de la papa china

Fuente: (Pineda, 2021)

- Hojas: Tienen forma de aguja que se desarrolla a partir del meristemo superior del bulbo y forman un pseudotallo corto, que se caracteriza por líneas y manchas amarillas o rosadas.



Figura 3-1. Hoja de la papa china

Fuente: (Pineda, 2021)

- Inflorescencia: Me has dado más tallos y puede haber dos o más, estas inflorescencias se ubican entre el tallo de la hoja y el eje de inserción de la flor séstil, su pistilo en el parte inferiorno desarrollado el cual al final del proceso se seca y se desprende.



Figura 4-12. Inflorescencia de la papa china

Fuente: (Pineda, 2021)

- reolo: la planta por lo general no produce semillas, debido a la selección de clones infértiles que se ha realizado por cientos de años, la planta es capaz de producir semilla cuando se desarrolla por completo y éstas pueden ser de 6 diferentes formas como podemos observar en el gráfico 1-3 1: alargada, 2: elíptica, 3: ovalada, 4: forma de cuellos de botella, 5: cónica, 6: sinuosa

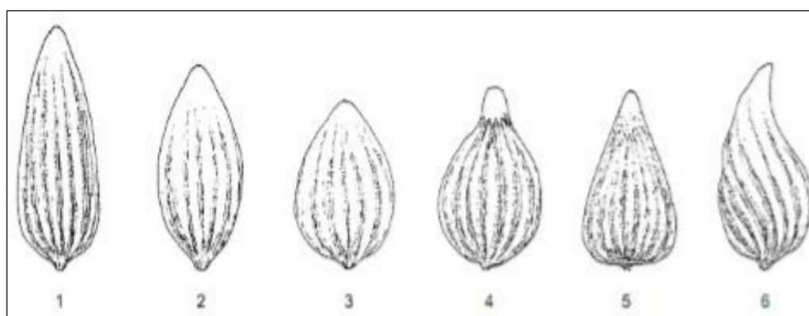


Figura 5-13. Semilla de la papa china

Fuente: (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, 1999)

1.2.2. Descripción morfológica de los tubérculos o cormos

Caicedo et al (2015) manifiestan que los cormos o tubérculos centrales tienen su desarrollo desde los como los laterales, los mismos que por su constitución están recubiertos con escamas fibrosas, el color de la pulpa es blanco, pero también en diferentes clones tienen varias tonalidades que pueden llegar hasta el color violáceo.

De acuerdo al clon la forma puede variar desde cilíndrica hasta una forma casi esférica de igual manera el tipo de ramificación puede ser ramificación simple a compleja o muy ramificada (Savage & Dubois, 2006).

1.2.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la especie *colocasia esculenta*, según Morales (2012), está expresada de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Alismatales
- Familia: Araceae
- Subfamilia: Aroidea
- Género: Colocasia
- Especie: *Colocasia esculenta*
- Nombre científico: *Colocasia esculenta*

La papa china varía de acuerdo a la constitución y conformación genética, agronómica, morfológica, fitoquímica y de calidad nutricional, dentro de las variedades tipo no domesticadas. De Asia tropical y el Pacífico son las más representativas debido a que tienen el almidón relativamente pequeño, acritud alta y el estolón largo (Grimaldi et al, 2018). Sri y Dyan (2019) expresan que la metodología desarrollada para tolerar a la acritud permite normalmente el consumo seguro de todas las variedades cultivadas de la papa china, exceptuando el consumo de las variedades o tipos no domesticadas, salvajes o naturales.

1.2.4. Requerimiento del cultivo

En cuanto al requerimiento del cultivo se enfatiza en 5 parámetros descritos a continuación:

- Clima y suelo: De acuerdo con los requerimientos climáticos, el cultivo de papa china se ha extendido desde los trópicos hasta los límites de las regiones templadas, se caracteriza por tener plantas tropicales en la naturaleza y requiere altas precipitaciones de 1800 a 2500 metros sobre el suelo. Luminosidad horizontal y bien distribuida durante todo el año, algunas variedades de esta especie crecen en suelo abastecido por riego, mientras que otras crecen en condiciones de agua constante.
- Temperatura: A una temperatura de 12 grados Celsius a 30 grados Celsius, la especie se desarrolla y produce buena rentabilidad, lo que indica que es un cultivo adaptado a climas cálidos.

- Luminosidad: es una especie de alga diurna, heliófita, que emite luz durante un promedio de 12 horas al día.
- Altitud: las papas chinas crecen a una altitud de 200 a 2300 metros y la mayoría crece a una altitud de 200 a 1000 metros.
- Precipitación: Es una planta que necesita suficiente humedad, pero crece en áreas donde la precipitación anual es de 1000 a 1600 mm, y está bien distribuida a lo largo del año. En términos de humedad disponible en el suelo, es un terreno bastante duro. (Morales, 2012).

1.2.5. Valor nutritivo

El valor nutricional alimenticio es determinado a través de los procesos de determinación de los estándares nutricionales en cuanto a los parámetros de digestibilidad y la presencia de factores anti nutrientes y tóxicos, debido a que este producto va a ser considerado para el consumo humano, las partes que generan rentabilidad económica de la papa china constituyen los bulbos, la pulpa, hojas y pecíolos que se utilizan como alimento (Romero & Trujillo, 2015).

Estos valores nutricionales se encuentran expresados en la tabla 1-1, descritos y numerados los nutrientes de la papa china.

Tabla1- 1: Valor nutritivo de la papa china (*Colocasia esculenta*) por cada 100g de producto

Composición	unidad	crudo	Cocinado
humedad	G	71,9	72
proteína	G	1,7	1
grasa	G	0,8	0,2
carbohidratos	G	23,8	25,7
Fibra	G	0,6	0,4
cenizas	G	1,2	0,7
calcio	G	22	26
fosforo	G	72	32
hierro	Mg	0,9	0,6
Vitamina A retinol	Mg	3	
tiamina	Mg	0,12	0,08
riboflavina	Mg	0,02	0,01
niacina	Mg	0,6	0,4
ácido ascórbico	Mg	6	
energía	m/cal/Kg	38085	3892

Fuente: (Posligua, Ramos & Suárez, 2010)

El principal componente almacenado en la papa china está constituido por los carbohidratos, cuya fracción está compuesta como se muestra en la Tabla 2.

Tabla1- 2: Análisis fraccionario del contenido de hidratos de carbono en la papa china

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Almidón	77,9
Pentosa	2,6
Proteína cruda	1,4
Dextrina	0,5
Azúcares reductores	0,5
Sacarosa	0,1

Fuente: Trujillo, 2015

Caicedo (2013), expresa que la concentración de almidón de la papa china, está representada por el 11% al 28% de amilosa y el resto es amilopectina. La amilosa contiene 490 unidades de glucosa por molécula a diferencia de la amilopectina que tiene 22 unidades de glucosa por molécula. Los gránulos de almidón tienen un tamaño pequeño, entre 1 y 4 micrones de diámetro, resultando que el almidón es fácil de digerir cuando es utilizado en el proceso de alimentos, además de su alto contenido refleja un contenido de proteínas y aminoácidos mayor a otros tubérculos tropicales.

En cuanto al contenido proteínico de los bulbos de papa china han sido evaluados alrededor del 7% del peso seco ligeramente superior al de la yuca, esta proteína tiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, sin embargo, el contenido de histidina, lisina, isoleucina, triptófano y metionina es relativamente muy bajo (Muinat, Adebola, & Afolayan, 2009).

1.3. Usos industriales de la papa china

Caicedo (2013), este alimento consumen los países en desarrollo de África, India, Asia y el Pacífico. Los tubérculos se suelen utilizar como fuente principal de carbohidratos en las comidas, pero en muchos países o regiones se preparan sándwiches de papachina, que pueden ser dulces o salados, suaves o crujientes. Los hawaianos tradicionalmente hacen "poi" con papas chinas.

La papa china se caracteriza por su alto contenido en almidón en comparación con la yuca, se comen en diferentes platos o presentaciones, como fritas, fritas o espolvoreadas

en sopas o guisos, las hojas también se comen, y también se comen con la yuca. (Caicedo, Rodríguez, & Valle, 2014).

Rodríguez (2017) determina el diseño de un plan estratégico para potencializar la mejora en la comercialización de la papa china en la ciudad de Guayaquil, señalando que esta verdura se utilizaprincipalmente para la elaboración de sopas, purés de verduras, guisos, relleno de carne, bocadillos, etc. Por su contenido de nutrientes, como vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, hierro, potasio y magnesio, son esenciales para la salud.

Este tubérculo es especialmente útil para personas alérgicas a los cereales y pueden comerlo los niños alérgicos a la leche. La sensibilidad al taro es mucho menor que la sensibilidad a otros almidones (Caicedo, Rodríguez, & Valle, 2014).

1.3.1. Proceso industrial para la elaboración de harina de papa china

Reátegui, Maury, Chirinos, Chirinos, Aricari, (2001) manifiestan qué es el producto finalmente triturado, resultante de la molturación y manejo del grano de papa china el cual cuya característica debe predominar el estado de madurez, la sanidad, el pelado y secado en hojuelas, dentro de la Figura siguiente se muestra el diagrama de flujo de la producción de harina de papa en China y los detalles que se debe cumplir para obtener el producto final.

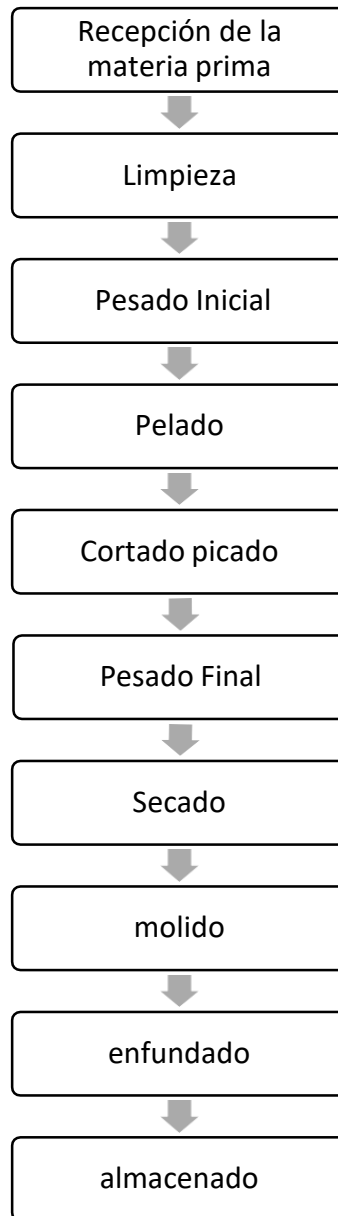


Figura 6-1: Diagrama de flujo para la elaboración de harinas de papa china

Fuente: Reátegui, S., y Maury, L. (2001).

Detallando cada uno de los procesos que según expresa en su estudio Aldaz (2011), establece los siguientes:

- Recepción de la materia prima: la cual se cumplirá con este paso una vez seleccionado y clasificado el material que llegue a la planta o centro de procesamiento de la harina de papa china.
- Limpieza: se procederá a limpiar todo tipo de impurezas (basuras, piedras, restos de cultivo) existentes en la materia prima para que la misma no tenga ninguna afectación en la calidad de la harina, y también no dificulte el proceso de las máquinas si es elaborado industrialmente,
- Pesado: el mismo que se lo realizará en una balanza para conocer la cantidad de materia prima que ingresa a la planta de procesamiento y también a los diferentes procesos de manejo,
- Pelado: una vez lavada la papa china se procederá a pelar con la ayuda de un cuchillo o de una máquina industrial peladora, tratando de reducir al mínimo el desperdicio del producto.
- Cortado o picado: se lo realizará con un cortador manual en rodajas muy finas con una dimensión de 0,3 cm, la cual ayudará directamente al proceso de deshidratación del material ya que a la máquina ingresará un producto que facilite la salida del agua del tubérculo.
- Pesado: nuevamente se pensará la papa china pelada para poder determinar la cantidad de humedad que constituirá el peso inicial y luego del proceso de secado, el cual determinará el peso final.
- Secado o deshidratado: se procederá a colocar las rodajas de papa china dentro del secador en bandejas él mismo que se colocará en forma ordenada e individual con la finalidad de eliminar toda el agua que tiene el producto de una manera rápida y eficaz a una temperatura de 36° centígrados con un tiempo aproximado de duración de 3 horas 30 minutos.
- Molido: la papa china deshidratada se molerá con la ayuda de un molino de manual con una graduación de 180 micras.
- Enfundado: el producto final conocido como harina de panificación se llenará en fundas de polietileno con la finalidad de que éste absorba la humedad que está en el

ambiente y pueda mantener así las propiedades nutritivas sin ninguna alteración o afectación

- Almacenado: una vez que tenemos en fundada la harina se realizará la respectiva codificación y se almacenará en un lugar libre de contaminación y humedad.

1.4. Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harina

Moncada (2017) manifiesta que en cuanto a la calidad de la harina se evalúa mediante la determinación de sus características fisicoquímicas y sensoriales, las cuales brindan información adecuada para la elaboración de los subproductos dentro del proceso de la panificación

1.4.1. Análisis físico químico

- Humedad: Determinada en porcentaje, la humedad de los productos molineros en cuanto a la industria de la panificación tiene gran importancia desde el punto de vista de conservación y comercialización, la concentración de humedad en concentraciones bajas es considerada como segura operativa y fácil de conservar, cuando la humedad aumenta por encima del 17%, suceden cambios bioquímicos en el grano, los cuales pueden ser atacados por microorganismos degradadores de azúcares, produciendo la fermentación ácida, alcohólica y acética lo que ocasionan el aumento de la acidez de la harina (Moncada, 2007).
- Acidez: Post cosecha (2016) manifiesta que el análisis del parámetro acidez constituye importante ya que la acidez impide la proliferación de microorganismos, bacterias y hongos en alimentos, a su vez también nos permite determinar la presencia de algunos ácidos orgánicos, minerales, sales de ácidos de bases fuertes y débiles, la acidez puede prevenir la hidrólisis de los lípidos que contienen el germen.
- Los cereales y sus derivados el parámetro de acidez se debe a la presencia de diferentes fosfatos ácidos y pequeñas cantidades de ácidos orgánicos como es el ácido fórmico y el ácido láctico (Moncada, 2017)
- Granulometría: el análisis granulométrico de las harinas constituye un factor primordial para la industria de la panificación, ya que facilita el proceso de estandarización de los productos mediante los cuales se identifican los requisitos

necesarios de materia prima y aspectos legales del tamaño de las partículas, el mayor componente orgánico de las harinas vegetales constituyen los almidones y por ende el índice de solubilidad, absorción del agua referente al poder de hinchamiento, el cual indica una mayor facilidad para leudar la masa. (Bezerra et al 2018)

- Componente Nutricional: El análisis nutricional determina la cantidad de nutrientes que posee la harina, la cual puede variar dependiendo del tipo, la cantidad de alimento, entre otros factores, pudiendo determinar la Vitamina C, Hierro, Calcio, Fósforo, Zinc, analizada por cada 100 gramos de harina de papa china (Moncada, 2017).

1.4.2. Análisis proximal de alimentos

La harina dentro de su composición presenta una consistencia muy característica debido a su carácter pulverulento, teniendo la capacidad de adherirse a las superficies con las que entra en contacto, referente a la industria de la panificación.

Cervilla et al., (2012) expresan que los alimentos son analizados mediante un método desarrollado por Henneberg y Stohmann, conocido como el análisis proximal o método de Weende, donde se evalúan 6 componentes como son: humedad, proteína, ceniza, grasa, fibra y carbohidratos.

- Materia seca o humedad radica en que se conoce el valor nutritivo del alimento ya que está en una razón inversa al contenido de humedad, asimismo el elevado contenido de agua en los alimentos no permite que éstos puedan almacenarse en buen estado debido a los procesos enzimáticos que provocan la alteración de los nutrientes que contienen estos alimentos, explica la relación de que mayor porcentaje de agua menor porcentaje de materia seca, el cual es de mucha importancia económica debido al precio de los alimentos que se determinan mediante la valoración de la materia seca.
- La determinación de la fracción de cenizas en el análisis proximal representa la valoración de los constituyentes inorgánicos del alimento, cuya importancia radica en conocer el contenido de materia orgánica para la determinación de minerales constitutivos de los alimentos.
- La proteína dentro del análisis proximal es la que agrupa a todas las sustancias nitrogenadas contenidas en los alimentos es decir proteína verdadera y otros compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica, además se conoce que el

contenido de proteína de un alimento constituye una medida directa de su digestibilidad ya que el componente proteico es generalmente muy digestible si se compara con los carbohidratos estructurales.

- El análisis de los lípidos son también parte fundamental dentro del proceso de evaluación proximal ya que se definen como sustancias insolubles en el agua que pueden ser extraídas de las células por solventes orgánicos bajo el proceso de polaridad, grasas con propiedades características al momento de incluirlas dentro del proceso de panificación.
- La determinación de la fibra en los alimentos radica en la influencia de los procesos de digestibilidad y por ende en el grado en que un alimento puede ser consumido y aprovechado (Cervilla et al., 2012).

1.4.3. Evaluación sensorial

Surco y Alvarado (2011) manifiestan que las evaluaciones sensoriales permiten conocer y diversificar el uso de materias primas alternativas, en la fabricación y generación de nuevos productos alimentarios los cuales pueden enriquecer la disponibilidad de diferentes alimentos, dentro de la industria no es suficiente que un nuevo producto alimentario contenga cantidades apropiadas de los diferentes componentes proximales, en cuanto al proceso de palatabilidad y aceptabilidad también son componentes muy importantes dentro del aspecto nutricional.

Cuando el alimento es evaluado sensorialmente y no es aceptado para el consumo, no podrá ser tomado en cuenta, como una alternativa, debido a que las fuentes tradicionales de alimentos van en una forma creciente, satisfaciendo a una población cada vez más exigente, constituyéndose todos estos parámetros dentro del proceso alimentario importantes para la adición de nuevos productos (Matos & Rosell, 2012).

Aldaz (2011) expresa que la caracterización organoléptica consiste en describir todas las características que pueden percibirse de forma directa por los sentidos (todos ellos, no sólo la vista), sin la utilización de instrumentos o aparatos de estudio directo, los mismos que se constituirán como los primeros datos que obtengamos de los elementos o muestras que estudiamos, aunque estos datos puedan variar con el tiempo o el origen de los ejemplares.

Los atributos organolépticos que se evalúan para el proceso de producción de harina son: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, a través del perfil sensorial para el proceso de panificación. Las características organolépticas, plásticas y fermentativas de la harina se pueden modificar o complementar para mejorar mediante los tratamientos físicos o adición de productos (Surco & Alvarado, 2011).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Búsqueda de información bibliográfica

El presente trabajo es una investigación teórico-descriptiva. Se realizó la búsqueda, sobre la base de los objetivos específicos planteados en el proyecto, usando combinaciones de los siguientes términos: papa china o *Colocasia esculenta*, propiedades físico químicas, características reológicas y organolépticas de la harina de papa china.

Para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales de acuerdo al buscador de Google y su apartado de “Google académico” además de portales de revistas como Scielo, Dialnet, Redalyc, Elsevier.

Se incluyeron los repositorios digitales de Universidades del Ecuador e internacionales. De esta manera se analizaron artículos científicos originales, de revisión y tesis de postgrado y grado, en español e inglés. Estos fueron incluidos de acuerdo a los criterios de selección.

2.1.1. Criterios de selección

Los criterios de selección fueron establecidos por documentos en español e inglés publicados en los periodos comprendidos entre los años 2010-2021, que mostraban resultados cualitativos y cuantitativos, en términos de propiedades físico-químicas como también de sus características reológicas y organolépticas.

Los criterios de exclusión fueron aquellos donde los estudios describen información elemental, es decir, únicamente las porciones necesarias para la obtención de productos de panificación, pues no generan datos para el análisis de las propiedades y características propuestas en la investigación.

2.1.2. Métodos para sistematización de la información

La investigación fue desarrollada de acuerdo con el método analítico-sintético. Se revisó información secundaria, de autores que mediante sus publicaciones han desarrollado dentro de su investigación la utilización de la papa china como sustento para la elaboración de harina, productos de panificación o su industrialización, coincidiendo con los objetivos del presente trabajo.

Mediante la búsqueda de los documentos, en cada una de las bases de datos, se preseleccionaron los documentos que tuvieron mayor relación con los criterios de inclusión y exclusión. Estableciendo de esta manera una metodológica que básicamente se desarrolla en tres momentos: exploración, selección y clasificación.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la composición nutricional de harina de papa china (*Colocasia esculenta*)

Para abordar la composición nutricional de la harina de papa china se consideró los macro componentes humedad, proteína, grasa, carbohidratos digeribles, fibra, cenizas (Tabla 1-3). Se incluye en este apartado información de los minerales presentes en este producto (hierro, calcio, fósforo, zinc, cobre, potasio, magnesio) (Tabla 2-3). Adicional se muestra como referencia valores de estos componentes presentes en harina de trigo.

Tabla 1-3: Composición proximal de la materia seca de la papa china (*colocasia esculenta*)

COMPOSICIÓN PROXIMAL DE MATERIA SECA DE PAPA CHINA						
AUTOR	*PROTEÍNA	*GRASA	*HIDRATOS DE CARBONO DIGERIBLES	*FIBRA CRUDA	*CENIZAS	HUMEDAD
(Kaushal, Kumar, & Sharma, 2012)	13,64±0,87	0,56±0,05	80,35	0,84±0,01	4,62±0,25	10,21±0,61
(Bustos & Marapara, 2016)	8,96	0,58	86,49	0,33	3,63	9,38
(Banti, 2020)	5,38	0,33	81,9	3,49	4,15	7,54
Hegazy, 2019)	9,27±0,57	0,84±0,57	82,93±0,03	2,81±0,11	4,15±0,05	7,97±0,17
	9,31	0,58	82,92	1,87	4,14	8,78
COMPOSICIÓN PROXIMAL DE MATERIA SECA DE TRIGO						
(Astiz, Molfese, & Seghezze, 2015)	12,21	0,94	85,14	1,15	0,56	11,67

*Valores presentados en % en base seca (BS)

Fuente: Kaushal, Kumar, & Sharma, (2012), Bustos & Marapara, (2016), Banti, (2020), Hegazy, (2019)(Kaushal, Kumar, & Sharma, 2012): Cormos de taro fueron secados a temperatura de 10 °C por 24 horas. Se cortaron los cormos en rodajas y se blanquearon a 90 °C con agua destilada por 2 min. El secado se realizó con aire caliente a una temperatura de 50 °C suministrado por un secador de tipo gabinete por 4 horas. Materia prima de la India (Bustos & Marapara, 2016): El corno fue pelado, cortado y secado en bandejas a una temperatura de 60 °C por 6 horas.

El parámetro humedad oscila entre 7,54% a 10,21% para harina de papa china, y el valor de 11,67% en trigo (Tabla 1-3). Estos valores son menores al máximo permitido de humedad en harinas de trigo (14,5%) (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006). El control de

humedades importante debido a que a una menor cantidad de agua favorece al proceso de conservación y seguridad. A mayor cantidad de agua en cambio, facilita la proliferación de microorganismos que degradan el azúcar y aceleran los procesos de fermentación ácida, acética, alcohólica, además de acelerar procesos químicos (autooxidación), cuando la humedad tiene un valor superior al 17% (Moncada, 2017).

En cuanto al contenido de proteína en la harina de papa china se presenta entre 5,38% a 13,64% (Tabla 1-3), en comparación al 12,21% de la harina de trigo. La norma NTE INEN 616:2006, establece un mínimo de 10% en base seca de proteínas que debe poseer la harina de trigo para su uso en panificación. Con un porcentaje mayor de 10%, la harina se la clasifica como dura, lo que la hace más recomendable para la elaboración de pan y pastas alimenticias (González & Martínez, 2017). Lo anterior no es aplicable para la harina de papa china, puesto que no posee gluten. Sin embargo, se analiza desde el punto de vista nutricional la calidad de la proteína relacionada con la cantidad presente en el alimento. Existiendo una gran variación de este componente en los datos encontrados (Tabla 1-3), solamente en uno de los casos supera el valor de 10%. Esta gran variabilidad tiene relación directa con el lugar donde se obtuvo la materia prima, la variedad y el proceso de obtención de la misma, que va desde el tratamiento de los cormos de papa china hasta el secado. Este último parámetro varía en el tratamiento de los cormos previo a su uso para elaboración de harina sea en el tiempo y temperatura a la que fueron sometidos (Arici, et al., 2016).

La harina de papa china posee un contenido de cenizas que varía entre 3,63 a 4,62% de acuerdo con lo expresado en la Tabla 1-3. Las cenizas son consideradas como residuos minerales que se producen por la combustión completa de la muestra de alimento. Este residuo es aquel que determina la presencia de minerales como el calcio y el fósforo. Los valores de ceniza pueden variar de acuerdo con el estado de madurez del cormo y el tipo del suelo donde se cultivó la papachina (Himeda, et al., 2012). Según la norma NTE INEN 616:2006 este elemento no deberá ser mayor a 1,6% en la harina que se utilice para el proceso de panificación (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006). Los parámetros de velocidad del aire y la temperatura de secado influyen directamente sobre el contenido de cenizas, esto lo evidencia Arici, et al., (2016), en su trabajo *Physicochemical and nutritional properties of taro (Colocasia esculenta L. Schott) flour as affected by drying temperature and air velocity*, donde a diferentes temperaturas y velocidad de aire obtuvieron valores

estadísticamente diferentes de cenizas. La ceniza constituye un elemento en los alimentos que no se oxida y por ende no produce energía en el organismo por lo cual no resulta aconsejable que se presente en valores elevados (Márquez, 2014). En referencia al procesamiento, un valor alto de cenizas puede generar deficiencias en la manipulación de la masa puesto que su textura será grasosa y pegajosa (González & Martínez, 2017).

En el análisis del contenido de fibra bruta en la harina de papa china, dentro de los estudios descritos en la Tabla 1-3, se observa que varía en un rango entre 0,33% a 3,49%. Torres, Monteroy Duran, (2013) y Ríos (2014) indican que a mayor madurez del cormo de papa china más elevado será el contenido de fibra. Este componente dependerá principalmente de la zona geográfica donde se produce la *Colocasia esculenta*, los valores 2,81 como 3,49% se encuentran en investigaciones donde la materia prima es obtenida en países pertenecientes al continente africano. Realizando la comparación con el estudio de materia seca de trigo, expuesto por González y Martínez (2017) obtienen un contenido de fibra de 1,50%, valor inferior al de papa china. Afirman Saldivar y Roman (2013) que la importancia de concentración de fibra reside en el proceso de amasado, el cual tiene baja resistencia y poder de absorción de agua, estableciéndose todos estos parámetros como beneficios del proceso de panificación, el mejoramiento de las funciones gastrointestinales y en algunas ocasiones como agente terapéutico para el control de la diabetes, peso corporal e hipertensión.

Los hidratos de carbono digeribles son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, estos incluyen principalmente almidón y azúcares. Dentro del análisis proximal (Tabla 1-3), se establece un rango entre el 80,35% y el 86,49%, reflejando valores altos, al igual que las investigaciones de materia seca de trigo, donde González y Martínez (2017) obtienen una valoración porcentual de 85,60%. Cuantitativamente el almidón es el componente principal de las harinas de origen vegetal. Este componente aporta al valor calórico del producto y desde el punto de vista tecnológico tiene la capacidad de absorber agua hasta el 40% de su peso, lo que favorece la obtención del peso sobre el producto final (Kaushal, Kumar, & Sharma, 2012).

En el contenido de grasa de la harina de papa china expuesto en la Tabla 1-3, se observa un valor entre 0,33 a 0,84%. Componente que se relaciona con el tiempo de conservación en productos de panificación y su capacidad de disminuir la pérdida de la humedad. Lo

que permite mantener por más tiempo el pan fresco (Aldaz, 2011). Por su parte González y Martínez (2017) establecen un valor de 2,00% para el trigo. En la elaboración de pan, la grasa como ingrediente, se distribuye en finas capas entre los hilos de gluten de la masa. Lo que produce un efecto lubricante que genera una consistencia más suave y genera la uniformidad de la miga. Este proceso otorga al pan un aspecto apropiado, buena coloración, suavidad y sabor (Magaña, Ramírez, Torres, & Sánchez, 2011). Por lo que este proceso no se obtendrá de la misma manera con harinas que no contengan gluten como en el caso de la papa china.

Tabla 2-3. Análisis nutricional de la materia seca de la harina de papa china

Minerales	Papa China				M	Trigo
	(Hegazy, 2019)	(Arici et al, 2016)	(Madrigal et al, 2018)	(Banti, 2020)		(Hegazy, 2019)
	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
Potasio	135,09	4,48	1871,76	1658,25	917,39	179,51
Calcio	24,61	-	91,90	34,29	50,27	52,58
Hierro	1,36	2,92	16,79	20,98	10,51	4,05
Zinc	0,70	2,50	7,88	39,37	12,61	1,96
Cobre	0,47	1,30	-	-	0,89	1,3
Magnesio	20,50	14,64	96,89	224,96	89,25	98,34
Fosforo	109,37	-	-	126,54	117,96	191,19

Fuente: Hegazy, (2019), Arici et al, (2016), Madrigal et al, (2018), Banti, (2020).

(Hegazy, 2019): Materia prima cultivada en El Cairo, Egipto. Con Colocasia esculenta, Taro lavado y enjuagado con agua del grifo y secado a 45° C por 24h.

(Arici et al, 2016): Materia prima cultivada en Turquía. Con Colocasia esculenta, Taro lavado y enjuagado, secado a 50° C en hornodurante 7 a 10 horas.

(Madrigal et al, 2018): Materia prima cultivada en México, Estado de Veracruz de Actopan, la variante usada fue

Colocasia esculenta L. Schott. Tubérculos extraídos a los 11 meses. Posteriormente lavados, pelados, rebanados y secados

La composición de la harina de papa china en términos de la cantidad de miligramos por cada 100gramos de materia seca (MS) se observa en la Tabla 2-3. Existe una cantidad sumamente considerable de potasio que se registra entre los 4,48 hasta 1871,76 mg/100g. La gran variación existente puede deberse al origen de la materia prima, puesto que Etiopía y el Estado de Veracruz poseen condiciones climáticas similares, además Madrigal et al, (2018) y Banti (2020) ocupan dentro de sus investigaciones variantes de *Colocasia esculenta* sean *L. Schott* y *Danu* respectivamente, esta última es una variedad propia del distrito de Assosa del Etiopía occidental (Bekele & Boru, 2020). El potasio tiene un gran aporte para la salud de las personas, pues se encarga de la regulación de los fluidos del cuerpo, factores relacionados con el rendimiento del corazón. Además, es beneficioso para la

prevención y control de patologías relacionadas a la tensión arterial, enfermedades cardiovasculares y embolias (Madrigal, et al., 2018).

Los valores de calcio reportados en la Tabla 2-3 son similares, sin embargo, el análisis realizado por Madrigal et al., (2018) presenta un valor que supera doblemente a los demás (91,90mg/100g). Particular que puede presentarse por el origen de la papa china. Un valor alto es nutricionalmente deseable, ya que este elemento cumple su función en la regulación de varias funciones de tipo biológicas como la conducción nerviosa, la contracción muscular, la adhesividad celular, la mitosis, la coagulación de la sangre, la secreción glandular y el soporte estructural esquelético (Bassett, Gimenez, & Sammán, 2013). El valor diario recomendado de consumo es de 800mg para una dieta basada en 2000 cal (Instituto Ecuatoriano de Normalización,2011)

Por su parte, el hierro se presenta de acuerdo con la Tabla 2-3 en un rango de 1,36-20.98 mg/100g. Dos de los autores muestran valores altos (16,79 y 20,98), particular que puede presentarse por el lugar donde se produce la materia prima. Veracruz de Actopan es un estado de México que posee un clima semihúmedo con temperaturas de 20 a 26° C una precipitación promedio de 1100 a 1300mm (Sistema de Información Municipal del Estado de Veracruz, 2017). Por su parte en Etiopía su temperatura puede variar de los 22 a 27° C con precipitaciones de 510 – 1525 mm (ABAY Etiopía, 2019). Lugares que como se demuestra poseen condiciones climáticas similares. Este elemento se lo considera como una de las alternativas válidas para el logro de un beneficio nutritivo en las personas lo que favorece particularmente a la prevención y control de la anemia (Mendoza & Palacios, 2013).

El cobre tanto en la harina de papa china como en la de trigo presentan valores similares como se muestra en la Tabla 2-3. Micronutriente que tiene presencia en varios órganos del cuerpo humano como el corazón, cerebro, riñones y corazón, donde su adecuado transporte por medio de las células dependerá en gran medida su beneficio o como un factor perjudicial para la salud. Razones por las cuales en grandes cantidades no es recomendable su consumo (Feoktistova & Clark, 2018).

El magnesio es un micronutriente que se encuentra en abundancia dentro del organismo humano localizado a un nivel inter celular presente en huesos, músculos y tejidos blandos.

El consumo diario máximo de este elemento varía entre 300 a 360 mg (Baca, Ríos, & Rojas, 2015). Por ello, para que exista una adecuada ingesta deberá de presentarse en proporciones no elevadas, por lo que se debe analizar el proceso adecuado para evitar una concentración elevada en la obtención de harina de papa China (Tabla 2-3).

Finalmente se evidencia la presencia de fósforo en la harina de papa china, aunque con un valor mayor en la harina de trigo (Tabla 2-3). Establecido como el segundo mineral de mayor presencia dentro del organismo llegando incluso a aportar al peso corporal en un 1% presente en el esqueleto a nivel celular y extracelular. Dentro de su beneficio principal está la funcionalidad al nivel de los riñones, pues permite una adecuada expulsión del fósforo por medio de la orina, además de su aporte para la estructuración de las células y su metabolismo (García, Holguín, Cáceres, & Restrepo, 2017).

3.2. Análisis de las características reológicas y sensoriales de harina de papa china (Colocasia esculenta)

3.2.1. Características reológicas de mezclas de harina de papa china (Colocasia esculenta) y trigo (*Triticum aestivum*)

El análisis de las características reológicas se basa en el estudio de las materias que sufren deformidades y se generan propiedades que se relacionan a varios estímulos como el esfuerzo, la deformación, el tiempo y la fatiga. Particulares que permitirán definir el comportamiento de las diferentes harinas en los procesos tecnológicos necesarios para la obtención de productos alimenticios (Contreras, et al., 2017).

Entre las características reológicas se ha determinado: el índice de absorción de agua IAA y el índice de solubilidad de agua ISA. En la tabla 3-3, se presentan los valores obtenidos por Vásconez (2015), donde se analizaron por separado la harina de papa china y la del trigo.

Tabla 3-3. Características reológicas de la harina de papa china

Índices	Unidad	Harina de papa china	Harina de trigo
IAA	g H ₂ O/g	2,744 ± 0,054	1,950 ± 0,023
ISA	%	14,275 ± 0,364	5,142 ± 0,163

Fuente: Vásconez, (2015).

Como se puede apreciar en la Tabla 3-3, ambos indicadores poseen valores superiores en

la harina de papa china que la del trigo, situación que podría presentarse por las características del almidón presente en cada una de las especies vegetales. Dentro del proceso de panificación la absorción de agua es un elemento que contribuye a mejorar la calidad, vida útil y los procedimientos del producto final (Cerda, et al., 2017). Sin embargo, no solo dependerá de este factor pues también se analiza el grado de molienda, gluten, almidón dañado y fibra. Por ello, a pesar de presentarse una cantidad mayor de almidón en la harina de papa china no resulta beneficioso para el proceso de panificación. Puesto que esta característica disminuye los niveles de calidad y cantidad de gluten haciendo que la harina sea débil. Lo que representa con esta característica es que la masa no tendrá la cualidad de endurecerse y por ende colapsará (Cerda, et al., 2017).

Por la particularidad presente con respecto al gluten, se han considerado mezclas entre la harina de papa china y trigo que dentro de sus características reológicas son analizadas a partir de 5 procesos. El primero, se realiza una mezcla de harina con agua para determinar la absorción de agua, la elasticidad y estabilidad. El segundo representa el torque máximo de doblez que alcanza la masa en un período de tiempo, proceso que permite valorar el debilitamiento de las proteínas. El tercer proceso se establece por la exposición al calor de la masa produciendo el hinchamiento de los gránulos de almidón, efecto denominado gelatinización. En el cuarto se evidencia la disminución de la masa por contacto con la enzima amilasa. Finalmente, en el quinto se analiza la retrogradación producida por la disminución de la temperatura y el aumento de la consistencia (Contreras, et al., 2017).

Las características reológicas, por tanto, se encuentran determinadas por la evaluación del desempeño de la masa en las harinas en el proceso de panificación. En la Figura 1-3 se describen diferentes proporciones, en cuanto a la harina de papa china en 30% con harina de trigo al 70%, y sus relaciones de 25%-75% y 20%-80% respectivamente. Donde se analizaron parámetros como el índice de absorción de agua (IAA), índice de amasado (IAM), índice de fuerza de gluten (IFG), índice de viscosidad de almidón (IVA), índice de resistencia de amilasa (IRA) y el índice de retrogradación (IRE), cada uno de ellos se mide en una escala de 1-10 puntos.

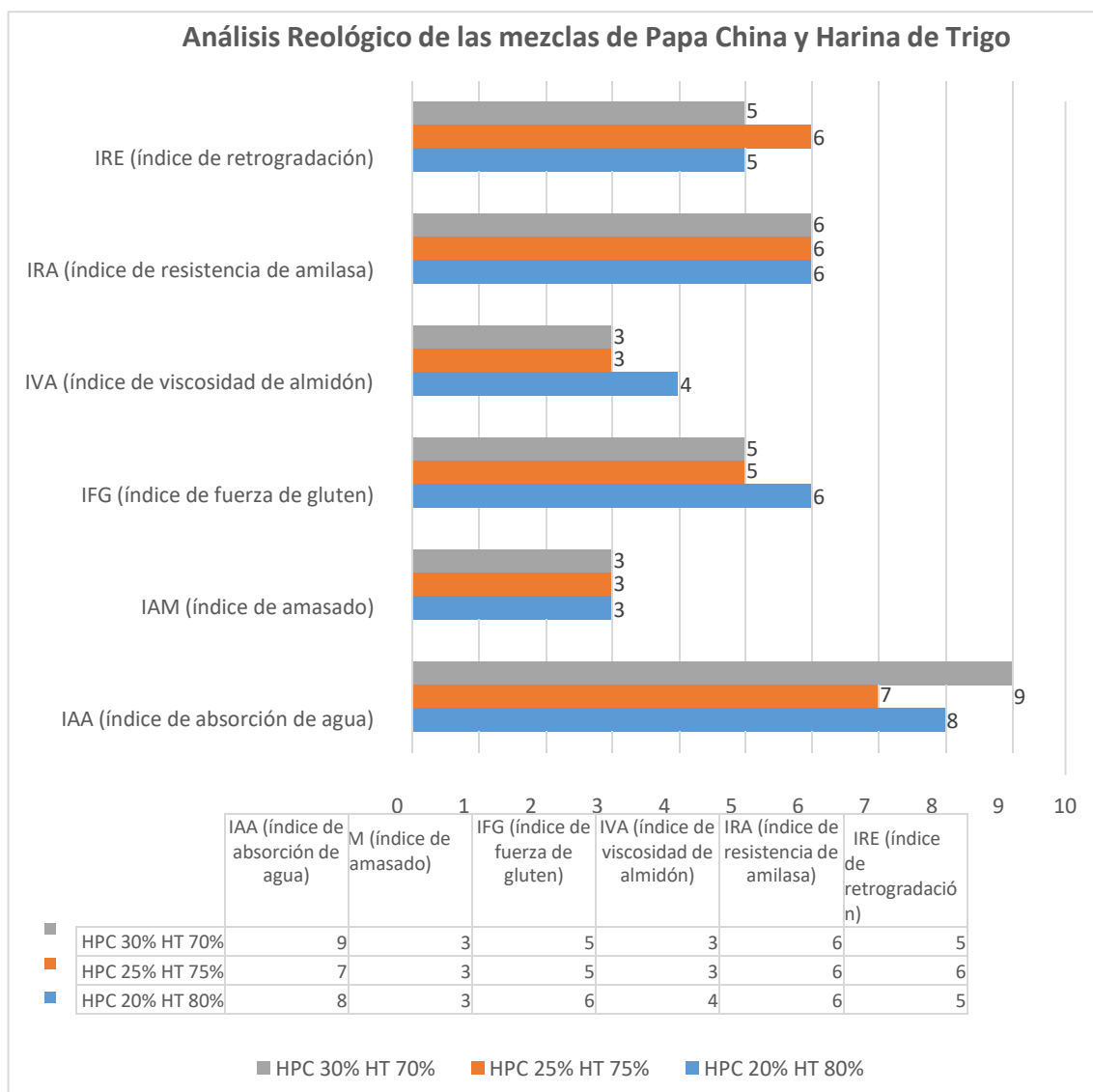


Figura 1-3. Características reológicas de la harina de papa China (*Colocasia esculenta*) y harina de trigo (*Triticum duro*) en diferentes proporciones

Fuente: Trujillo, (2015). Quezada, et al., (2019)

En la evaluación de las características reológicas de las diferentes formulaciones se evidencia que el índice de absorción del agua (IAA), se presenta en mayor concentración en la mezcla de 30% de harina de papa china y 70% de trigo, alcanzando el mayor porcentaje de IAA (9 puntos).

Para Contreras et al., (2017), este índice influye directamente en el peso por la interacción de la amilosa y amilopectina, puesto que los fosfatos presentes en la amilopectina de la papa china causarían una repulsión de las cadenas del almidón adyacentes y a su vez se aumentará la hidratación, por lo anterior el almidón presente en la papa china no resulta beneficioso el mantener un valor elevado en un producto para panificación.

Considerando como la mejor proporción el nivel 7 relacionado a la concentración 25% harina de papa china y 75% trigo. Estableciendo por tanto la harina de papa china contribuirá a un mayor peso, al retener más cantidad de agua, pero que deberá de mantenerse en un porcentaje adecuado en la mezcla para evitar la disminución de gluten.

En cuanto al índice de amasado (IAM) los valores de las tres mezclas son iguales. Característica favorable puesto que al incluir la harina de papa china no se debilitará la mezcla, promoviendo de esta manera la obtención de una masa más resistente. Proceso que aportará específicamente a la red de gluten y con ello a la calidad del producto (Venturi, et al., 2022).

En el índice de resistencia de amilasa (IRA) se evidenció un valor de 6 para todas las formulaciones (Figura 1-3). La amilasa es una enzima que en la harina de trigo es deficiente, su beneficio principal se refleja en la velocidad de fermentación de la masa. La aceleración es violenta sobre las reacciones de fermentación produciendo gran cantidad de gas para evaporar el alcohol y agua presente en la masa. Así también, las dextrinas no serán consumidas lo que permitirá obtener una miga más jugosa y finalmente establecerá la coloración de la corteza (Ronquillo, 2012). Se debe mantener siempre un IRA equilibrado puesto que si existe un valor elevado esto afectaría directamente en la masa haciéndola pastosa y suave dificultando su manipulación, factor necesario para la panificación (Ordoñez, 2020).

El índice de retrogradación del almidón (IRE) posee valores similares en las tres mezclas subiendo solo en 1 punto en la formulación 2 en aquella relación de 25% de harina de papa china y 75% de trigo (figura 1-3). Según (Bello et al, 2010) este parámetro predice la vida de la masa mediante el análisis de los derivados amiláceos que determinan la insolubilización y la precipitación de las moléculas de amilosa. Las cuales favorecen al proceso de persistencia y duración de la masa en la industria de la panificación (Quezada, et al., 2019). En comparación con la IAA en la formulación 2 presenta un índice de 7, determinando que a una menor cantidad de absorción de agua existirá mayor porcentaje de rendimiento de retrogradación en las mezclas, particular que favorece a la conservación del producto (Toaquizá, 2011).

El índice de viscosidad de almidón (IVA) presenta en la formulación 3 (20% papa china y 80% trigo) un valor mayor con respecto a las otras mezclas como se muestra en la (figura 1-3). Dato favorable pues a pesar de que el almidón en grandes cantidades no resulta beneficioso para el manejo del gluten, es importante por su aporte en la manipulación de la masa (Arechua, 2019). Por lo mencionado, los resultados de las mezclas manifiestan que las amilasas presentes en estas concentraciones ayudan a mantener las propiedades de la masa para la industria y manejo de la planificación (Ordoñez, 2020).

En el análisis del índice de fuerza del gluten (IFG) el valor mayoritario se evidencia en la formulación 3 referida al 20% de papa china y 80% de trigo, a pesar de que no existe una diferencia significativa con respecto a las otras 2 mezclas. Este resultado determina la baja alteración producida en el gluten, componente necesario para un adecuado proceso de panificación. Por su composición proteica de gluteninas que permiten la formación de una masa elástica y fuerte, como de gliadinas que otorgan la extensibilidad y viscosidad a la misma. Además, influye directamente sobre la capacidad de retención del gas producido en el leudo de la masa procurando la obtención de una estructura viscosa o esponjosa del pan denominada miga. (Sandoval et al 2012).

3.2.2. Características organolépticas de la harina de papa china (*Colocasia esculenta*)

Tabla 4-3: Características organolépticas de la harina de papa china (*Colocasia esculenta*)

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
COLOR	SABOR	OLOR	ASPECTO	AUTOR
Gris Claro		Semidulce Agradable Característico	(Chuiza, Haro, & Brito, 2021)	
			Vegetal	
Gris	Claro	Característico	Característico	(Montalván, 2013)
Característico	Vegetal	Vegetal	Vegetal	
22,56	20,57	22,63	19,72	(Cajilima, 2014).

Fuente: Chuiza, Haro & Brito, (2021),
Montalván, (2013), Cajilima, (2014).

El análisis de la Tabla 4-3 relacionado a las características organolépticas de la harina de la papachina (*colocasia esculenta*) para la formulación y utilización dentro de la industria de la panificación requiere establecer la aceptación dentro de parámetros como el color, sabor, olor y la presentación de su aspecto. La determinación de todos estos aspectos se realiza mediante resultados determinados por la evaluación de dichos aspectos por los consumidores.

En cuanto al color de la harina de papa china, depende principalmente de los constituyentes o materias primas presentes. Representa un aspecto muy importante por su contribución a la apariencia y presentación final de una manera directa para la valoración y aceptación del consumidor. Chuiza, Haro y Brito (2021) y Montalván (2013) en sus investigaciones manifiestan que el color de la harina de la papa china es gris claro, característico de estos tubérculos en concordancia con el estudio realizado por Aldaz (2011), el color depende directamente de la variedad puede ser desde blanco, hasta un color amarillento, esta ligera tonalidad al momento de la extracción depende principalmente de los pigmentos carotenoides de tipo xantofila y el estrés del endospermo.

Dentro de una escala de determinación Cajilima (2014) expresa que el color de la papa china está en 22,56 sobre un total de 25 puntos, trabajo realizado con catadores que observaron que dentro de una formulación de bebida láctea de harina de papa china no influyó o modificó la coloración, indicando que se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

Chuiza, Haro y Brito (2021) y Montalván (2013) manifiestan que una vez sometido a los análisis cualitativos, el sabor de la papa china lo determinan como característico vegetal y semidulce, como en la investigación elaborada por Arechua (2019) expresa que el sabor es agradable para el consumo humano.

El parámetro del sabor al exponerlo a una escala de determinación analizada por Cajilima (2014) frente a un grupo de catadores, la papa china alcanza un valor de 20,57 sobre un total de 25 puntos, debido a que la harina incrementa su cantidad al momento de formular el concentrado lácteo por lo que el sabor semidulce va disminuyendo conforme sea añadida.

El olor de la papa china para Chuiza, Haro y Brito (2021) y Montalván (2013) es característico vegetal, agradable, propio del tubérculo. Dentro del proceso de panificación no presenta variaciones para la constitución del producto final, se considera un aspecto complicado de determinar, puesto que el olfato varía mucho en las personas (Aldaz, 2011).

Para Cajilima (2014) en su escala cuantitativa utilizada en su estudio mediante catadores establecen un dato de olor de 22,63 sobre 25 puntos. Particular presente debido a que este aspecto no manifiesta variaciones dentro de la constitución y aroma de la bebida láctea funcional de papachina.

El aspecto por su parte es un parámetro considerado de suma importancia para el consumidor debido a que mediante la observación de los mismos se puede establecer el proceso de compra de un producto. Chuiza, Haro y Brito (2021) y Montalván (2013) expresan en sus estudios que el aspecto de la harina de papa china es característico de un producto vegetal, fino y ligero, mismo que dentro de los procesos de panificación son aceptables para su utilización.

En cuanto a la valoración paramétrica cuantitativa de Cajilima (2014) valora al aspecto de la harina de papa china con 19,72 sobre una escala de 25 puntos, dato que concuerda con el obtenido por (Arechua, 2019). Particular que se determina debido al incremento dentro de la constitución de la bebida láctea funcional de la harina de papa china donde se evidenció mayor densidad del líquido, considerándolo como un parámetro no tan agradable a la vista de los evaluadores.

3.2. Análisis de características organolépticas y nutricionales en productos elaborados a base de harina de papa china (*colocasia esculenta*)

La comparativa de las características organolépticas y nutricionales de los productos terminados en cuya formulación se ha incluido harina de papa china, se analizan por medio de la tabla 5-3. Se presentan datos de 2 tipos de Pan y 4 presentaciones distintas de galletas. La información corresponde a las formulaciones que mejores evaluaciones sensoriales de aceptabilidad presentaron en cada investigación.

Tabla 5-3 parte 1: Características organolépticas y nutricionales de productos elaborados con harina de papa china (*Colocasia esculenta*).

Pan francés (10% papa china y 90% trigo)				Pan común (100% trigo)	
Características organolépticas		Características nutricionales		Características organolépticas (García, 2018)	
Olor	Trigo tostado	Humedad (%)	20,05	Olor	Agradable
Color	Obscuro cenizo	Proteína (%)	9,32	Color	Café
Textura	Suave	Grasa (%)	3,7	Textura	Suave
Sabor	Semisalado	Carbohidratos (%)	65,11	Sabor	Ligeramente salado y agradable
Aceptación	Si	Fibra (%)	0,63	Aceptación	Si
		Ceniza (%)	1,82		
Pan (10% papa china y 90% trigo) (Vásconez, 2015)					
Características organolépticas		Características nutricionales		Características nutricionales (Vásconez, 2015)	
Olor	Agradable	Humedad (%)	32,55 ± 0,09	Humedad (%)	33,2
Color	Obscuro	Proteína (%)	9,33 ± 0,01	Proteína (%)	9,18
Textura	Suave	Grasa (%)	1,58 ± 0,02	Grasa (%)	1,89
Sabor	Semisalado	Carbohidratos (%)	54,42 ± 0,07	Carbohidratos (%)	53,72
Aceptación	(Sí)	Fibra (%)	0,26 ± 0,01	Fibra (%)	0,31
		Ceniza (%)	1,87 ± 0,01	Ceniza (%)	1,72

Tabla 5-3 parte 2: Características organolépticas y nutricionales de productos elaborados con inclusión de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) en su formulación.

Galletas de dulce (25% harina papa china y 75% de trigo) (Trujillo, 2015)				Galleta comercial (100% trigo)	
Características organolépticas		Características nutricionales		Características organolépticas (Machuca & Meyhuay, 2017)	
Olor	Normal	Humedad (%)	Hasta 10	Olor	Agradable
Color	Gris	Proteína (%)	>3	Color	Gris generalmente
Textura	Crocante			Textura	Crocante
Sabor	Dulce			Sabor	Saladas, dulces o de sabores especiales.
Galleta cracker (12% harina de papa china y 88% de trigo) (Bustos & Marapara, 2016)				Características nutricionales (Ortega et al., 2016) y (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2005)	
Olor		Humedad (%)	6,4	Humedad (%)	10
Color		Calorías (kcal)	413,4	Calorías (kcal)	431,23
Textura		Proteína (%)	12,78	Proteína (%)	8,24
Sabor		Grasa (%)	9,08	Grasa (%)	17,55
		Carbohidratos (%)	70,14	Carbohidratos (%)	60,08
		Fibra (%)	0,3	Fibra (%)	2,79
		Ceniza (%)	1,6	Ceniza (%)	0,85
Galleta semidulce (8% harina de papa china y 92% de trigo) (Bustos & Marapara, 2016)					
Características organolépticas		Características nutricionales			
Olor	Biscuit con olor a vainilla.	Humedad (%)	5,21		
Color	Blanco – cremoso	Calorías (kcal)	417,28		
Textura	Crocante	Proteína (%)	11,37		
Sabor	Semidulce	Grasa (%)	9,08		
		Carbohidratos (%)	72,52		
		Fibra (%)	0,29		
		Ceniza (%)	1,82		

Con respecto a los tipos de pan se describe la variedad común y francés. Ambos con una mezcla de harina de papa china al 10% y 90% de trigo, puesto que en las investigaciones la definen como de mayor aceptación. En cuanto a las características reológicas poseen similares indicadores excepto por el color que en el caso del pan común es más amarillenta intensa que en el pan francés es de color blanca, diferenciación que pudo haberse presentado por la diferencia en la inclusión de azúcar en la preparación del producto, puesto que son de distinta presentación.

Con respecto a las características nutricionales, se determina que, en ambas presentaciones de pan, la humedad está dentro de los parámetros que la Norma INEN 95:1979 considera normal, así determina que este factor no deberá ser mayor de 35%. Con respecto a sus sólidos totales se establece como parametrización que no deberán ser menores a los 65%, que ambos casos superan esta cantidad, pan común (67,36) y pan francés (80,58). Lo que determina que estos panes pueden ser paramétricamente producidos y comercializados al público en general (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012).

En el caso de las galletas se estudian 3 variedades, con respecto a sus características organolépticas cada una tiene su propia presentación, según la Norma NTE INEN 2 085:2005 para galletas, establece que dentro de su presentación debe mantenerse sobre todo la buena presentación y que en su proceso se evidencia normas sanitarias adecuadas procurando la adecuación de buenas prácticas en su proceso productivo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2005).

Además, las tres presentaciones en sus características nutricionales con respecto a la humedad cumplen con lo expuesto por la Norma a un máximo del 10%. Con respecto a especificaciones para el total de sólidos no se describe, pero sin embargo las proteínas deberán ser mayores a 3 que en todos los casos si se cumple. Si se compara con el mínimo de sólidos totales de la panificación se podría determinar que de igual manera cumplen en el caso de la galleta cracker y semidulce. Por lo que se podría establecer que para la elaboración de galletas la mezcla de la harina de papachina con la de trigo podría estar presente en un rango de 8 a 25% según la presentación que se requiera.

CONCLUSIONES

- Con base en las investigaciones la harina papa china presenta un rango amplio de humedad (6,87% a 11,86%), relacionado directamente con el método de secado de la materia prima. Los valores de proteína oscilan entre 5,38% a 13,64%, particular ocurrida por el lugar donde se obtuvo, la variedad y el proceso de obtención de la papa china desde el tratamiento de los cormos de papa china hasta el secado. La fibra por su parte se encuentra dentro del rango de 0,84 a 2,81%, se tendrá mayor valoración según la madurez del cormo de la papa china sea, este nutriente es importante por las bondades gastrointestinales y como agente terapéutico. A nivel general las propiedades fisicoquímicas y nutricionales no posee una diferencia significativa entre la harina de papa china y la del trigo.
- Las características reológicas resultan similares en varios parámetros determinando que la masa que se obtiene al mezclar los dos tipos de harinas podrá ser utilizada en la panificación en procesos como la fermentación y el estiramiento por su alta resistencia. En el procesamiento de las harinas es recomendable una mezcla de harina de papa china que no supere el 25% pues de acuerdo a los índices reológicos analizados presentará mejores condiciones de panificación con respecto al tratamiento del gluten y mayor estabilidad de la masa. En cuanto a las características reológicas de la harina de papa china con respecto a la de trigo se destacan atributos como: IAA e ISA valore elevados que no representan un factor beneficioso y deberán ser controlados, IAM no debilitará la mezcla, posee una IRA equilibrada lo que favorece al proceso de fermentación, la IRE por su porte constituye un aporte a la preservación del producto y el IVA favorece a la manutención de las propiedades de la masa para su manejo en la panificación. Con relación a las propiedades organolépticas la papa china no afecta al color, sabor, olor y aspecto de la harina, lo que aportará en el grado de aceptación por parte del consumidor.
- Dentro de los productos terminados existe la factibilidad de incluir a la harina de papa china en un rango de 8 a 25% conforme la presentación del producto que se desea obtener. Cabe mencionar que la mezcla con la harina de trigo es esencial para lograr un adecuado proceso de panificación, pues existen valores nutricionales, organolépticos y reológicos que en la harina de papa de chiba (*Colocasia esculenta*) suelen elevarse a índices no permitidos y sobre todo la harina de trigo tiene gluten, sustancia que permite la formación de una masa viscoelástica que retiene el CO₂ producido en la fermentación, proceso imprescindible en la panificación.

RECOMENDACIONES

- Mediante el proceso de revisión bibliográfica y búsqueda especializada con el fin de analizar y caracterizar la papa china, para el proceso de industrialización referente a la panificación, se evidencia diferentes metodologías en cuanto al análisis proximal, a las características geológicas y organolépticas para demostrar la fiabilidad del producto, por lo cual se recomienda realizar ensayos y definir metodologías con aspectos que permitan esclarecer los resultados obtenidos inclusive desde su cultivo.
- Se debe plantear diferentes investigaciones respecto al uso de diferentes tubérculos en la elaboración de harinas, lo que permitirá tener una línea base para sus comparaciones y futuras investigaciones de manera que los procesos de formulación de los productos finales puedan ser introducidas en la industria alimenticia.
- Referente al cultivo de papa china, se recomienda realizar trabajos de investigativos para la mejora en cuanto al tema de productividad debido a que este cultivo se puede utilizar directamente en los procesos alimenticios, en especial se puede incluir directamente a los procesos de industrialización de harinas y la elaboración de productos de panificación.

BIBLIOGRAFÍA

ABAY. Etiopía. “*Clima y geografía de Etiopía*” (2 de diciembre de 2019).. Disponible en <https://www.abayetiopia.org/conoce-etiofia/clima-y-geografia-de-etiofia>

ALDAZ, F. *Elaboración de pan a partir de la mezcla de cinco niveles de harina de trigo (Triticum vulgare) y harina de papa china (Colocasia esculenta) para mejorar su valor nutricional, en la Universidad Estatal de Bolívar.* Tesis de ingeniería, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda. (2011). Disponible en <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1188/1/075.pdf>

ARECHUA, K. *Valoración de los Niveles de Papa China (Colocasia esculenta) con niveles de garbanzo (Cicer arietinum) para obtener una croqueta tipo snack.* Tesis de ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Mocache. Quevedo. (2019).

Arıcı, M., Metin, R., Ozülkü, G., Yas,ar, B., & Said, O. Physicochemical and nutritional properties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flour as affected by drying temperature and air velocity. (2016) *LWT - Food Science and Technology*, 74, 434-440. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.006>

ASTIZ, V., MOLFESE, E., & SEGHEZZO, M. Panificación de harinas de trigo y quinua. (2015). *V Congreso Mundial de Quinoa*, 1-5.

BACA, S., RÍOS, P., & ROJAS, J. Importancia del magnesio en la dieta humana. *Agroindustrial Science*, (2015). 5, 177-189.

BANTI, M. *Bread making potentials of flour from taro (Colocasia esculenta L.) (2020). as a partial substitute of wheat flour.* MSc. thesis, Jimma University, Jimma.

BASSETT, M., GIMENEZ, A., & SAMMÁN, N. Importancia del pan blanco como fuente de nutrientes: reducción de sodio y fortificación con calcio. (2013). *Diaeta*, 31(145), 7-14.

BEKELE, D., & BORU, M. Evaluation of Released Taro (*Colocasia esculenta* L.) Varieties at Assosa District, Western Ethiopia. *Ecology and Evolutionary Biology*, (2020). 5(3), 43-46. doi:doi: 10.11648/j.eeb.20200503.1.

BELLO, L., SÁNCHEZ, M., NÚÑEZ, C., RODRÍGUEZ, S., & ROMÁN, A. Effect of the pearled in the isolation and the morphological, physicochemical and rheological characteristics of barley starch. *Carbohydrate Polymers*, (2010). 81(1), 63-69.

BERKOWITZ, D., MALAGIÉ, M., JENSEN, G., SMITH, J., SVAGR, J., SPIEGEL, J., & ANDRADE, A. Industria alimentaria. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)*. (2012).

BUSTOS, G., & MARAPARA, J. *Parámetros de secado en bandeja de Colocasia esculenta (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas*. Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos. (2016).

CAICEDO, Q., RODRÍGUEZ, B., & VALLE, R. A review on use tubers chinese potato *Colocasia esculenta* conserved in silage form feed pigs. *Revista de Veterinaria REDVET*, (2014). XV(1).

CAICEDO, W. Tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) como una fuente energética tropical para alimentar cerdos. Una reseña corta sobre las características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* (2013). Volumen, XX(1).

CAICEDO, W., RODRÍGUEZ, R., LEZCANO, P., VALLE, S., FLORES, L., & FERREIRA, F. Chemical composition and in vitro digestibility of silages of taro(*Colocasia esculenta* (L.) Schott) tubers for feeding pigs. *Cuban Journal of Agricultural Science*, (2015). 9(1), 59-64.

CAJILIMA, T. *Incorporacion de la harina de Papa China (Colocasia esculenta) como fuente de componentes bioactivos en la elaboracion de una bebida lactea funcional*. Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. (2014)

CALLE, J., BENAVENT, Y., & ROSELLB, C. Development of gluten free breads from *Colocasia esculenta* flour blended. *Food Hydrocolloids*, 98, 1-7. (2020). doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105243>

CERDA, L., CERDA, V., PILAMALA, A., MORENO, C., & PÉREZ, A. Proteína de harinas de maíz, cebada, quinua, trigo nacional y papa: características y funcionalidad como sustitutos de

la proteína de harina de trigo importado en la producción de pan y fideos. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, (2017). 6(3), 201-216.

CERVILLA, N., MUFARI, J., CALANDRI, E., & GUZMÁN, C. Propiedades físicas de semillas y análisis proximal de harinas de *Chenopodium quinoa* Willd cosechadas en distintos años y provenientes de la provincia de Salta. *II Jornada de investigación en ingeniería del NEA* (2012) y *Países Limítrofes*(1), 1-7. Disponible en https://www.academia.edu/32546407/PROPIEDADES_F%C3%8DSICAS_DE_SEMILLAS_Y_ANALISIS_PROXIMAL_DE_HARINAS_DE_CHENOPODIUM_QUINOA_WILLD_COSECHADAS_EN_DISTINTOS_A%C3%91OS_Y_PROVENIENTES_DE_LA_PROVINCIA_DE_SALTA

CHANDRASEKARA, A., & KUMAR, T. Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. (2016). *Int J Food Sci*, 2016,1-15. doi:10.1155/2016/3631647

CHIRIBOGA, J. *Pan artesanal con harina de papa china (Colocasia esculenta L.) y trigo integral (Triticum aestivum L.) en "SERVIPAN QUITUMBE"*, Distrito Metropolitano de Quito. Tesis de grado, (2016). Universidad Iberoamericana del Ecuador, Quito.

CHUIZA, M., HARO, C., & BRITO, H. Identificación de las variables de proceso óptimas para la producción del almidón de papa china (*Colocasia esculenta*). *Dominios de la ciencias*, (2021). 7(1), 837-848. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1680>

CONTRERAS, O., QUEZADA, L., CUENCA, F., MARTÍNEZ, D., RUILOVA, M., & MARTÍNEZ, E. Comportamiento Reológico de Mezclas: Harina de Trigo-Almidón Nativo de Banano Cavendish Destinadas para Panificación. (2017). *Revista de Investigación Talentos*, 4(2), 50-54.

DÍAZ, R. *Reología aplicada a sistemas alimentarios* (2018). (Primera ed.). Guayaquil: Ediciones Grupo Compás.

FEOKTISTOVA, L., & CLARK, Y. El metabolismo del cobre. Sus consecuencias para la salud humana. (2018). *Medisur*, 6(4), 579-587.

GARCÍA, C., HOLGUÍN, M., CÁCERES, D., & RESTREPO, C. Importancia de la hiperfosfatemia en la enfermedad renal crónica, cómo evitarla y tratarla por medidas

nutricionales. (2017). *Rev. Colomb. Nefrol.*, 4(1), 38 - 56.
doi:<http://doi.org/10.22265/acnef.4.1.270>

GARCIA, M. *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de pituca (Colocasia esculenta) en la calidad del pan francés.* Tesis de ingeniería, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho. (2018). (2018). Disponible en http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3403/TESIS%20AI168_Gar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GONZÁLEZ, E., & MARTÍNEZ, A. *Sustitución parcial de la harina de trigo (triticum aestivum) por la harina de kiwicha (amaranthus caudatus) y la harina de cascara de maracuya (pasiflora edulis) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas fortificadas.* Tesis de ingeniería, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote. (2017).

GRIMALDI, I., MUTHUKUMARAN, S., TOZZI, G., NASTASI, A., BOIVIN, N., MATTHEWS, P., & VAN ANDEL, T. Literary evidence for taro in the ancient Mediterranean: A chronology of names and uses in a multilingual world. (2018). (2018). *PLOS ONE*, 13(6), 1-23. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198333>

HEGAZY, A. Using of taro (colocasia esculenta) flour as a partial substitute of wheat flour in biscuit making. *J. Biol. Chem. Environ. Sci.*, (2019). 14(1), 235-246.

HIMEDA, M., NJINTANG, N., MARCEL, R., GAIANI, C., SCHER, J., FACHO, J., & MBOFUNG, C. Physicochemical, rheological and thermal properties of taro (Colocasia esculenta) starch harvested at different maturity stages. *International Journal of Biosciences. Revista Internacional de Biociencias*, (2012). 2(3), 14-27.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 085:2005.* Recuperado el 12 de noviembre de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2085-1.pdf>

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2006.* Disponible en <https://studylib.es/download/5531663>

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos.* (2011). Disponible

en <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 95:1979.* Recuperado el 16 de agosto de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/95.pdf>

INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS. *Descriptor para el Taro (Colocasia esculenta).* (1999). Roma: International Plant Genetic Resources Institute.

KAUSHAL, P., KUMAR, V., & SHARMA, H. Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 59-68. doi:10.1016/j.lwt.2012.02.028

KAUSHAL, P., KUMAR, V., & SHARMA, H. Utilización de taro (*Colocasia esculenta*): una revisión. *Revista de ciencia y tecnología de los alimentos*, (2015). 52, 27-40. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-013-0933-y>

MACHUCA, M., & MEYHUAY, F. *Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (Oryza sativa) y harina de lenteja (Lens culinaris).* Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Tarma. (2017).

MADRIGAL, L., HERNÁNDEZ, J., CARRANCO, M., CALVO, M., & CASAS, R. Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (2018). (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 68(2), 175-183.

MAGAÑA, E., RAMÍREZ, B., TORRES, P., & SÁNCHEZ, D. Efecto del contenido de proteína, grasa y levadura en las propiedades viscoelásticas de la masa y la calidad de pan tipo francés. (2011). *Interciencia*, 36(4), 248-255.

MÁRQUEZ, B. *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones.* Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. (2014). Disponible. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MATOS, M., & ROSELL, C. Relación entre parámetros instrumentales y características sensoriales en panes sin gluten. (2012). *Eur Food Res Technol*, 235(1), 107-117. doi:<https://doi.org/10.1007/s00217-012-1736-5>

MATTHEWS, P. Genetic Diversity in Taro, and the Preservation of Culinary Knowledge. *A Journal of Plants, People, and Applied Researchs*, 55-71. (2004).

MENDOZA, D., & PALACIOS, F. Elaboración y valoración del hierro en el pan enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y soja (*Glycine max*). (2013). *Revista Científica de Ciencias de la Salud*, 6.

MONTALVÁN, G. *Proceso para la obtención de una pasta alimentaria tipo compota de alto nivel nutricional a partir de la Colocasia Esculenta*. Tesis de ingeniería, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. (2013).

MONTALVO, A. *Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1991).

MORALES, A. Fitogeografía e industrialización del almidón de pituca (*Colocasia esculenta*). *Espacio y Desarrollo*(24), 97-117. (2012).

MUINAT, N., ADEBOLA, P., & AFOLAYAN, A. Effect of cooking on the mineral and antinutrient contents of the leaves of seven accessions of *Colocasia esculenta* (L.) Schott growing in South Africa *Journal of Food, Agriculture and Environment*, V, 359-363. (2009).

NIETO, M., NAVIA, E., ARAQUE, G., PRIETO, R., GÓMEZ, N., ROJAS, M., CRIOLLO, A. *Memorias del Simposio de Investigación e innovación y desarrollo tecnológico, del Centro Industrial y Desarrollo Empresarial de Soacha*. Cundinamarca: Centro Industrial de Desarrollo Empresarial. (2017).

OÑATE, L. *Desarrollo de un recubrimiento comestible para fresa (*Fragaria x ananassa Duchesne*) en base a almidón de papa china (*Colocasia esculenta Schott*) de la variedad blanca (Bachelor's thesis)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. (2018).

ORDOÑEZ, A. *Efecto de las temperaturas de cocción y enfriamiento en parámetros reológicos de pastas elaboradas con trigo y almidón de malanga*. Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Machala, Machala. Recuperado el 15 de junio de 2021,

dehttp://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16361/1/T-3903_ORDO%C3%91EZ%20ESPINOZA%20ANGEL%20ALEMAO.pdf

ORTEGA, M., BARBOZA, Y., PIÑERO, M., & PARRA, K. Formulación y evaluación de una galletaelaborada con avena, linaza y pseudofruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional. *MULTICIENCIAS*, 16(1), 76-86. (2016).

PALOMINO, C., MOLINA, Y., & PÉREZ, E. Atributos físicos y composición química de harinas y almidones de los tubérculos de *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 36(2), 58-66. (2010).

PAYEHUANCA, I., & MATOS, A. La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan. *Dirección General de Investigación. I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN – IASD*, 1-8. (2011).

PINEDA, N. *Efecto de tres fuentes y tres dosis de potasio en el rendimiento de papa china, cultivar “blanca” [Colocasia esculenta (L.) schott] en la parroquia el Triunfo, provincia de Pastaza.* Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. (2021). Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32741/1/002%20Nutricion%20Vegetal%20Pineda%20Morales%20No%C3%A9%20Efra%C3%ADn.pdf>

POSLIGUA, R., RAMOS, L., & SUÁREZ, H. *Proyecto de inversión para la elaboración y comercialización de un snack artesanal a base de papa china orgánica para el consumo en el mercado guayaquileño.* Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2009).

QUEZADA, L., CONTRERAS, O., MARTÍNEZ, E., MERO, F., & GONZÁLEZ, H. Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) sobre las propiedades reológicas de la masa y sensoriales de galletas dulces. *Alimentos hoy*, 27(47), 49-63. (2019).

REÁTEGUI, D., MAURY, M., CHIRINOS, C., CHIRINOS, F., & ARICARI, L. Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región. *Revista Amazónica de Investigación*, 1(1), 43-48. (2001).

RÍOS, R. *Análisis comparativo de las propiedades físico-químicas y nutrimentales de almidón obtenido a partir de dos especies de malanga (colocasia antiquorum y colocasia esculenta) cultivadas en el estado de Oaxaca.* Oaxaca: Universidad Tecnológica de la Mixteca. (2014).

RODRÍGUEZ, E., LASCANO, A., & SANDOVAL, G. 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*, 15(1), 199-207. (2012).

RODRÍGUEZ, R. *Diseño de un plan estratégico para mejorar la comercialización de papa china en el sector norte de la ciudad de Guayaquil*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. (2017). Recuperado el 5 de marzo de 2021, <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23971/1/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20PLAN%20ESTRATEGICO%20PARA%20MEJORAR%20LA%20COMERCIALIZACION%20DE%20PAPA%20CHINA%20EN%20EL%20MERCADO%20NORTE%20DE%20GUAYAQUIL.pdf>

ROMERO, A. *Análisis Nutricional Comparativo entre Snacks de malanga (Xanthosoma saggitifolium) y papa china (Colocasia esculenta) mediante la fritura convencional*". Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. (2018).

ROMERO, H., & TRUJILLO, H. *Sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum L) por harina de papa china (Colocasia esculenta) para la elaboración de galletas de dulce*. Machala: (2015). Universidad Técnica de Machala. Recuperado el 12 de octubre de 2020, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2880>

RONQUILLO, H. *Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo Muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo*. Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. (2012).

SANDOVAL, G., ÁLVAREZ, M., PAREDES, M., & LASCANO, A. Estudio reológico de las mezclas de harinas: trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*) y papas (*Solanum tuberosum*) para la utilización en la elaboración de pan. *Scientia Agropecuaria*, 3(2), 123-131. (2012).

SAVAGE, G., & DUBOIS, M. El efecto del remojo y la cocción sobre el contenido de oxalato de las hojas de taro. *Int J Food Sci Nutr*, 376-381. doi:10.1080 / 09637480600855239. (2006).

SISTEMA DE INFORMACIÓN MUNICIPAL DEL ESTADO DE VERACRUZ.
Cuadernillos Municipales. (2017). Disponible en <http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2017/05/Actopan.pdf>

SRI, E., & DYAN, Y. Genetic Diversity In Taro (*Colocasia Esculenta* L. Schott) Germplasm Procured From Seven Provinces Of Indonesia. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 51(3), 295-310. (2019).

SURCO, J., & ALVARADO, J. Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79-82. (2011).

TOAQUIZA, A. *Evaluación del efecto de enzimas (gluco-oxidasas, hemicelulasas) y emulsificante (estearil lactilato de sodio) en la calidad de pan elaborado con sustitución parcial de harina de trigo nacional (Triticum vulgare) variedad Cojitambo.* Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. (2011).

TORRES, A., MONTERO, P., & DURAN, M. Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2), 52-61. (2013).

TRUJILLO, H. *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum l) por harina de papa china (Colocasia esculenta) para la elaboración de galletas de dulce.* Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, Machala. (2015).

VÁSCONEZ, L. *Estudio del efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de papachina para la elaboración de pan.* Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. (2015).

VENTURI, M., CAPPELLI, A., PINI, N., GALLI, V., LUPORI, L., GRANCHI, L., & CINI, E. Effects of kneading machine type and total element revolutions on dough rheology and bread characteristics: A focus on straight dough and indirect (biga) methods. *LWT - Food Science and Technology*, 153. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112500>. (2022).