

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Título del proyecto**

**“ELABORACIÓN DE PASTA ALIMENTICIA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
HARINA DE BRÓCOLI (*Brassica oleraceae var. italica*).**

**Autor:** Deysi Jessenia Delgado Santillan

**Tutor:** Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS.

**Riobamba - Ecuador**

**Año**

**2020**

## CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros de tribunal de graduación, en relación al proyecto de investigación de título “ELABORACIÓN DE PASTA ALIMENTICIA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. italica*)”, presentado por Deysi Jessenia Delgado Santillan y dirigido por el Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, en el cual consta el cumplimiento de las observaciones realizadas, remito la presente para uso y custodia en la biblioteca de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo escrito firman:

Ph.D. Darío Baño Mgs.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



**Firma**

Ing. Paul Ricaurte Mgs.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Firma**

Ing. Patricio Carrillo Flor. Mgs.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Firma**

Ing. Diego Moposita Vásquez Mgs.

**TUTOR DEL PROYECTO**



**Firma**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La redacción de la presente investigación, se nos atribuye única y exclusivamente a Deysi Jessenia Delgado Santillan, y al director del proyecto de investigación: Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS. Incluyendo los gráficos y tablas existentes a excepción de las tablas y gráficos que tienen su propia fuente y patrimonio intelectual del escrito a la Universidad Nacional de Chimborazo.

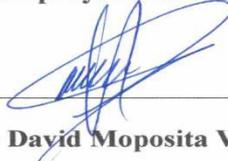


---

**Deysi Jessenia Delgado Santillán**

**C.I. 0302720172-2**

**Autor del proyecto de investigación**



---

**Ing. Diego David Moposita Vásquez MgS.**

**C.I. 020197259-3**

**Tutor del proyecto de investigación**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por ser mi creador, mi sostén y darme la fuerza necesaria para no decaer en cada una de mis metas y propósitos.

### **A mi madre**

Blanca Santillán por su ejemplo de superación, por ser el pilar fundamental en mi vida y luchar ante cualquier adversidad y darme todo lo que estuvo a su alcance, el gran esfuerzo que realizó y hoy en día se ve reflejado en la persona que me convertí, por su apoyo incondicional, por la confianza que deposito en mí y su infinito amor.

### **A mi hija**

Ainoha, mi princesa, la niña que me impulsa a seguir adelante y no rendirme jamás, aun cuando el camino era más duro y complicado, pero ella fue luz en mi vida.

### **A mi esposo**

Ronny por ayudarme en este largo y duro camino, por siempre alentarme a seguir adelante y no dejarme decaer, por ayudarme a cumplir cada una de mis metas y propósitos.

### **A mi abuelito**

Néstor por ser una de las personas más importante en mi vida, un ejemplo ya que, gracias a su infinito amor y cariño, ha llenado mi vida de felicidad.

### **A mis hermanos**

Leidy y Kevin por su cariño, amor incondicional, por la ayuda que me brindaron y deseo ser una figura de superación y ser quien los impulse a conseguir sus metas.

### **A mis tías**

Narcisa y Paola que a la distancia siempre me dieron su apoyo y amor incondicional el cual me brindaron desde que era niña y sé que puedo contar con ellas en cualquier momento que las necesite.

### **A Edison**

Por el cariño, el apoyo y la confianza que me brindo, por su ayuda en los momentos que más necesitaba, siempre estaré agradecida contigo.

### **A mis primos**

Es una dicha ser la mayor de todos, deseo que en mí tengan un ejemplo de superación y constancia.

### **A mis suegros**

Ángel y Alba por el apoyo brindado en varias ocasiones.

### **A Carolina**

Más que una amiga por ser como una hermana, darme la mano siempre que necesite de su ayuda y ayudarme con la crianza de mi hija.

### **A mis amigos**

Carolina, Erick, Jonathan y Katy gracias por todos los momentos vividos, quedan grandes experiencias, alegrías y sobre todo es grato saber que existen personas buenas y en las que se puede confiar.

A todas aquellas personas que formaron parte de esta etapa.

**Deysi Delgado**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecerle a Dios por permitirme culminar con éxito mi carrera universitaria, ya que sin el nada hubiese sido posible, por permitirme darle la más grande alegría y orgullo a mi madre Blanca Santillán y a Edison Ibarra ya que todo el esfuerzo y sacrificio realizado valió la pena y hoy estoy cumpliendo uno de sus más grandes sueños, quiero agradecerle a mi esposo Ronny por la confianza depositada en mí.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme las puertas y ser la sede de conocimiento impartido hacia mi persona.

De igual manera quiero agradecer a mis profesores por todas sus enseñanzas y por el conocimiento que compartieron conmigo a lo largo de esta etapa.

Finalmente quiero agradecer al Ing. Diego Moposita Vásquez Mgs. por haber sido mi guía en esta investigación y haber logrado cumplir un objetivo importante en mi vida.

Y a cada una de las personas que contribuyeron para lograr esta meta propuesta.

**Deysi Delgado**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PROBLEMA .....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1. Pastas alimenticias con sustitución parcial de distintos tipos de harina .....	5
MARCO TEÓRICO.....	8
2.2. Pastas alimenticias .....	8
2.3. Tipos de pastas .....	8
2.3.1. Pastas alimenticias o fideos secos .....	8
2.3.2. Pastas alimenticias o fideos compuestos.....	8
2.3.3. Pastas o fideos especiales.....	8
2.3.4. Pastas alimenticias con verduras.....	8
2.3.5. Clasificación de las pastas .....	9
2.3.6. Requisitos nutricionales para pastas alimenticias o fideos secos.....	10
2.3.7. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias o fideos secos .....	10
2.4. Generalidades del brócoli .....	10
2.4.1. Taxonomía .....	11

2.4.2. Botánica general del brócoli .....	11
2.4.3. Propiedades nutricionales del Brócoli .....	12
2.5. Harina de brócoli.....	12
2.6. Harina.....	12
2.7. Harina de trigo .....	12
2.8. Tipos de harinas de trigo.....	13
2.9. Harinas duras .....	13
2.10. Harinas semiduras .....	13
2.11. Harinas blandas.....	13
2.12. Molienda .....	13
2.12.1. Tipos de molienda.....	14
CAPÍTULO III.....	15
METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo de investigación .....	15
3.1.1. Estudio experimental .....	15
3.1.2. Estudio bibliográfico.....	15
3.2. Diseño de la investigación .....	15
3.2.1. Diagrama de procesos para la obtención de harina de brócoli.....	16
3.2.1.1. Descripción del proceso de obtención de harina de brócoli.....	17
3.2.2. Diagrama de flujo para la elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli. ....	19
3.2.3. Proceso tecnológico .....	20
3.3. Técnicas de recolección de datos .....	21
3.4. Técnicas de análisis e interpretación de la información. ....	24
3.5. Hipótesis .....	24
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
4.1. Resultados .....	25
4.2. Análisis exploratorio de datos.....	25
4.2.1. Análisis físico-químico en la harina de brócoli .....	25
4.2.2. Análisis de minerales en la harina de brócoli .....	25
4.2.3. Análisis físico - químico en el producto terminado.....	26
4.3. Análisis del producto terminado .....	28
4.3.1. Análisis de varianza .....	28

4.3.1.1. Acidez.....	28
4.3.1.2. Humedad.....	29
4.3.1.3. Cenizas.....	30
4.3.1.4. Grasa.....	31
4.3.1.5. Fibra.....	31
4.3.1.6. Proteína.....	32
4.3.2. Análisis de resultados .....	33
4.3.3. Análisis microbiológicos.....	33
4.4. Comprobación de la hipótesis .....	34
4.5. Discusión de resultados.....	34
CAPÍTULO V .....	39
CONCLUSIONES .....	39
RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aporte nutricional en 100g de alimento (Pasta simple).....	9
Tabla 2. Requisitos físicos y químicos para pastas alimenticias o fideos secos según el Instituto Ecuatoriano de Normalización.....	10
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias o fideos secos .....	10
Tabla 4. Botánica sistemática (Brócoli).....	11
Tabla 5. Formulación de pasta alimenticia para 160 gramos.....	18
Tabla 6. Interpretación de abreviaturas de los tratamientos .....	18
Tabla 7. Técnicas de análisis e interpretación de la información .....	22
Tabla 8. Análisis físico – químico en la harina de brócoli.....	25
Tabla 9. Análisis químico en la harina de brócoli .....	25
Tabla 10. Análisis físico – químico en el producto terminado A <sub>0</sub> .....	26
Tabla 11. Análisis físico – químico en el producto terminado B <sub>1</sub> .....	26
Tabla 12. Análisis físico – químico en el producto terminado C <sub>2</sub> .....	27
Tabla 13. Análisis físico – químico en el producto terminado D <sub>3</sub> .....	27
Tabla 14. Análisis físico – químico en el producto terminado E <sub>4</sub> .....	28
Tabla 15. Análisis de Varianza para acidez .....	28
Tabla 16. Test de Tukey para acidez .....	29
Tabla 17. Análisis de Varianza para humedad.....	29
Tabla 18. Test de Tukey para humedad .....	29
Tabla 19. Análisis de Varianza para cenizas .....	30
Tabla 20. Test de Tukey para cenizas .....	30
Tabla 21. Análisis de Varianza para grasa.....	31
Tabla 22. Test de Tukey para grasa .....	31
Tabla 23. Análisis de Varianza para fibra.....	31
Tabla 24. Test de Tukey para fibra .....	32
Tabla 25. Análisis de Varianza para proteína .....	32
Tabla 26. Test de Tukey para proteína.....	33
Tabla 27. Análisis microbiológicos .....	33

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pasta alimenticia .....	8
Ilustración 2. Pellas de brócoli.....	10
Ilustración 3. Harina de trigo .....	12
Ilustración 4. Diagrama de procesos para la obtención de harina de brócoli .....	16
Ilustración 5. Diagrama de procesos para la obtención de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli.....	19

## RESUMEN

Las pastas alimenticias son productos obtenidos por la mezcla de agua potable con sémola de trigo, harina de trigo duro, maíz, arroz, o cualquier otro cereal apto para el consumo humano; que son sometidos a un proceso de laminación y a una posterior deshidratación según su clase, motivo por el cual se desarrolló el presente trabajo de investigación y se plantea la “Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli”, con el fin de mejorar las características nutricionales; la harina de brócoli es rica en fósforo, calcio, hierro y zinc. En el presente estudio se realizó un análisis físico-químico en la harina de brócoli y la pasta alimenticia tales como: humedad, cenizas, grasa, fibra, proteína y el análisis microbiológico al mejor tratamiento; de esta forma se cumple con los parámetros exigidos por la normativa (NTE INEN 1375, 2014). En el presente estudio se plantea cuatro formulaciones con diferentes niveles de harina de brócoli (10; 20; 30 y 40%) y una muestra control con 100% harina de trigo. Para el análisis de datos se aplicó un programa estadístico Infostat versión 6.2 argentinos y Statistics versión 8 y hoja de cálculo excel para los diferentes análisis de varianza y pruebas de tukey; al comparar las distintas concentraciones de pasta alimenticia el mejor tratamiento es el E<sub>4</sub> (40% de harina de brócoli y el 60% de harina de trigo); con un contenido de fibra 5,6%; grasa 7,26%; cenizas 7,73% y proteína 7,92%.

**Palabras clave:** Elaboración, pasta alimenticia, harina, brócoli.

## ABSTRACT

Food pasta is a product obtained by mixing drinking water with wheat semolina, hard wheat flour, corn, rice, or any other cereal suitable for human consumption; that are subjected to a lamination process and subsequent dehydration according to their type, this is the reason why this research work was developed and the “Preparation of food pasta with partial replacement of broccoli flour” is proposed, in order to improve the nutritional characteristics; Broccoli flour is rich in phosphorus, calcium, iron and zinc. In this study, a physical-chemical analysis was carried out on broccoli flour and pasta such as: moisture, ashes, fat, fiber, protein and microbiological analysis for the best treatment; in this way, the parameters required by the regulations (NTE INEN 1375, 2014) are met. In this study, four formulations with different levels of broccoli flour (10; 20; 30 and 40%) and a control sample with 100% wheat flour are proposed. For the data analysis, an statistical program, Infostat version 6.2 argentinos and Statistics version 8 and excel spreadsheet were applied for the different analysis of variance and tukey test; When comparing the concentrations of pasta, the best treatment is E4 (40% broccoli flour and 60% wheat flour); with a fiber content of 5.6%; fat 7.26%; ashes 7.73% and protein 7.92%.

**Keywords:** processing, food pasta, flour, broccoli.



Reviewed by: Armas Geovanny, Mgs.

Linguistic Competences Professor

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMA

El brócoli se destaca por ser una de las principales hortalizas de producción y exportación en el Ecuador, cerca del 1.48% no cumplen con los estándares de calidad exigidos por las normativas internacionales, mismos que son destinados a consumo interno (MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR E INVERSIONES, 2018); estos subproductos son comercializados en los mercados locales a un precio relativamente bajo y en gran cantidad son utilizados como alimento para animales.

Las pastas alimenticias que se comercializan en los diferentes mercados de la localidad, en su mayoría son elaboradas a partir de harina de trigo, mismos que no aportan nutrientes necesarios para la salud y el bienestar de los consumidores, tales como: fósforo, hierro, calcio, zinc, fibra, cenizas y pequeña cantidad de proteína, debido a ello, surge la necesidad de desarrollar un producto con mejores características nutricionales y a la vez aprovechar los subproductos del brócoli, de esta forma se brinda al productor la oportunidad para mejorar sus ingresos económicos.

¿Cuál es el porcentaje óptimo de sustitución de harina de brócoli, en la elaboración de pastas alimenticias?

## 1.2. ANTECEDENTES

Se denomina pastas alimenticias o fideos a los “productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para consumo humano, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a una posterior deshidratación, según su clase” (NTE INEN 1375, 2014).

A nivel mundial la producción de pastas alimenticias oscila entre los 14 millones de toneladas, el consumo de pastas ha incrementado significativamente cada año (Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación, 2017). En el 2016 se han registrado 22 empresas dedicadas a la elaboración de pastas y entre sus principales productos de comercialización son: spaghetti, tallarines, fettucine, coditos, macarrones. La concentración de empresas que elaboran estos productos se encuentra en las provincias de Pichincha y Guayas con 36%, Azuay 18%, Los Ríos 5%, Tungurahua 5% (Corporación Financiera Nacional , 2017).

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible, su consumo es de gran importancia desde el punto de vista nutricional, por su variedad y cantidad vitamínica, es una excelente fuente de vitamina C; entre los minerales que aporta esta hortaliza se destaca el magnesio, potasio, fósforo, hierro, zinc y calcio. Otras de las bondades que se le atribuyen al brócoli son su alto contenido de fibra, cenizas y proteína en menor cantidad. (Arroba, 2011).

En la región sierra en Chimborazo habitantes de Gatazo Zambrano, una comunidad rural ubicada a 10 kilómetros de Riobamba en la parroquia Cajabamba, 800 familias impulsan el cultivo para exportar a Estados Unidos y Japón, dónde el kilogramo se comercializa en 0,26 dólares, lo cual mejoró los ingresos de los agricultores de esta zona. En Gatazo dicho proyecto empezó en 1999 con la participación de 250 familias se creó la Corporación de Productores Agrícolas Huertos Gatazo Zambrano, el resto migraba a otras ciudades en busca de empleo. Según el último censo en el país hay 6000 hectáreas sembradas y las principales provincias que cosechan esta hortaliza son: Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Chimborazo; en la actualidad una familia en promedio obtiene USD 300 Y 400 mensuales con la venta del brócoli; la corporación actualmente produce 40 toneladas mensualmente de producto orgánico y cabe recalcar que no toda la cosecha se exporta, una parte se queda para abastecer al mercado local y nacional (El Productor, 2013).

Una vez que la materia prima ha sido analizada y aprobada por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, el Departamento de Producción procede a preparar los silos de almacenamiento para la recepción. El proceso de la elaboración de la pasta inicia con el bombeo de la sémola hacia una sesión de amasado, en el cual se agrega agua y se da inicio a dicho proceso. Posteriormente la pasta es transportada por unos tornillos sin fin hasta un molde, mismo que le da la forma a la pasta donde a base de temperatura y humedad se seca, hasta obtener como máximo un 12.90% en el producto final. Una vez que la pasta sale ya lista de la línea de producción, se procede a iniciar su empaque en máquinas automáticas de alta velocidad. (Huayanay, 2016)

Con el fin de brindar un aporte económico al productor y mejorar el valor nutricional del producto terminado, se establece “Elaborar pastas alimenticias con sustitución parcial de harina de brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*)”.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Los estudios realizados indican que el brócoli es una hortaliza que aporta con un alto contenido de fibra, cenizas y proteína en menor cantidad; además contribuye con minerales esenciales como calcio, hierro, zinc, fósforo; por lo tanto, la harina de brócoli posee las mismas características nutricionales y de esta forma mejora el valor nutricional de la pasta alimenticia, por lo que se convierte en un alimento idóneo para la alimentación de niños y adultos.

Según (Arroba, 2011), el brócoli es un alimento muy importante en la nutrición humana; pertenece al cuarto grupo esencial de alimentos y su valor nutritivo radica principalmente en su alto contenido de vitaminas y minerales. Es una muy buena fuente de potasio, hierro y fibra. En los últimos años se ha dado mayor énfasis al consumo de esta hortaliza, debido a resultados de investigación que afirman su efectividad en la prevención y control de cáncer por su alto contenido de ácido fólico en la inflorescencia; dicho componente también es utilizado para controlar la diabetes, hipertensión y problemas de corazón.

La (British Broadcasting Corporation, 2011), estudios han demostrado que el sulforano que se encuentra en niveles concentrados en el brócoli, es una de las sustancias fitoquímicas más ricas en nutrientes que se encuentran en los vegetales; dicha sustancia actúa como compuesto anticanceroso y antimicrobiano.

Por los beneficios que ofrece la harina de brócoli, se ha planteado realizar la sustitución de dicha harina por la de trigo en la elaboración de una pasta alimenticia; no obstante,

uno de los problemas al sustituir la harina de brócoli es los cambios que se puede presentar en las características físico – químicas finales del alimento.

El Ecuador en los últimos años ha buscado impulsar la transformación de la matriz productiva, a través de la diversificación de la producción, generación de valor agregado, innovación y tecnología para la transformación productiva; para repotenciar las diferentes industrias, una de ellas es la industria alimentaria misma que es necesaria para el desarrollo de un país (GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2013).

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Elaborar pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) para mejorar el valor nutricional del producto terminado.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar análisis físico-químico a la harina y pasta alimenticia de brócoli.
- Diseñar la formulación óptima para la elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli.
- Determinar el mejor tratamiento mediante análisis físico – químico.

## CAPÍTULO II

### ESTADO DEL ARTE

#### **2.1. Pastas alimenticias con sustitución parcial de distintos tipos de harina**

##### **Elaboración de fideo enriquecido con harina de haba (*Vicia faba L.*) y brócoli (*Brassica Olerace. L*) como fuentes de proteína, hierro y calcio.**

El presente trabajo de investigación evaluó el enriquecimiento de fideo mediante la incorporación de nuevos ingredientes; harina de haba y pasta de brócoli, como fuentes portadoras de proteína, hierro, calcio y fósforo; se realizaron diferentes tratamientos conformados por una mezcla de harina de trigo, harina de haba y pasta de brócoli, el cual nos da un total de 250g. El arreglo factorial tuvo cuatro niveles de harina de haba en los siguientes porcentajes 5, 10, 15 y 20%, y tres niveles de pasta de brócoli con porcentajes de 10, 15 y 20%, y harina de trigo en porcentajes de 80, 85, 90 y 95%. Dentro de esta investigación se tomó en cuenta variables paramétricas y no paramétricas, efectuadas con los siguientes análisis: Nutricionales, Químicos, Microbiológicos, Organolépticos.

Dicha investigación muestra como mejor tratamiento a T1 que corresponde a la combinación de 95% de harina de trigo, 5% harina de haba y 10% pasta de brócoli, seguido por el tratamiento T5 con 90% harina de trigo, 10% harina de haba y 15% pasta de brócoli y T10 con 80% harina de trigo, 20% harina de haba y 10% pasta de brócoli (Casanova Yandún & Suárez Cruceira, 2011).

##### **Proceso y fabricación de harina de subproductos del brócoli (*brassica oleracea var. italica*) y su implementación parcial en un producto de panificación.**

En la sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, se realizó el proceso para la obtención de harina de subproductos del brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) específicamente el tallo, para la obtención de la harina de brócoli se inició el proceso por una selección del brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*), un lavado de las inflorescencias, inmersión en ácido cítrico al 0,01%, escurrido, escaldado por 12 segundos y en el área de procesamiento de alimentos se realizó la implementación parcial de harina de subproductos del brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*) en un pan de molde, una vez realizado el producto de panificación se procedió a ejecutar un análisis proximal y una evaluación organoléptica por medio de 30 encuestas para medir la aceptación (Perez Soto, 2013).

### **Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild.*) y zanahoria (*Daucus carota*).**

La pasta de sémola es un alimento de consumo masivo, pero el valor biológico de su proteína es bajo, dado la deficiencia de lisina en la proteína del trigo. Al complementar la sémola con harina de quinua y zanahoria, mejora la calidad de la proteína por ser la quinua muy rica en lisina y se incrementa el contenido de fibra soluble y vitamina A con la adición de zanahoria, en este estudio se elaboraron y analizaron pastas enriquecidas con harina integral de quinua, con niveles de sustitución del 30, 40 y 50%; se sustituyó con zanahoria un 15% (Astaíza, Ruiz, & Elizalde, 2010).

### **Fideos con harina de chocho: Un estudio demuestra la ganancia en contenido nutricional de una pasta alimenticia y la conservación de sus propiedades, al sustituir parte de la sémola de trigo por harina de chocho**

Este estudio examinó los efectos de sustituir la sémola de trigo por harina de “chocho” en la elaboración de una pasta alimenticia seca. El objetivo fue aumentar el contenido nutricional de la pasta, esencialmente la proteína, de esta forma mantenemos las características fundamentales de la pasta. Se definieron 2 factores que son la harina de “chocho” y el huevo. Se determinó que la mejor combinación de las dos harinas para la elaboración de una pasta más nutritiva, que mantiene las propiedades principales de la pasta hecha solo con sémola de trigo, se consigue con una sustitución de 25% de harina de chocho y con un 18% de huevo en la mezcla (Ponce, 2015).

### **Elaboración de una pasta de harina compuesta, utilizando sémola e hidrolizado de germen desgrasado de maíz. (*Zea mays L.*)**

El germen desgrasado de maíz subproducto de la extracción del aceite, presenta niveles altos de carbohidratos, proteína, fibra y palatabilidad poco agradable, que mejora al hidrolizarlo, de esta manera se mantiene la disponibilidad de sus componentes, para obtener un ingrediente potencial en la preparación de alimentos. El objetivo del trabajo fue utilizar el hidrolizado para sustituir parcialmente la sémola de trigo durum, y obtener una harina compuesta para elaborar una pasta larga, nutritiva y aceptable sensorialmente. Se desarrollaron tres formulaciones y se sustituye la sémola de trigo durum por el hidrolizado en 10, 15 y 20%. Se midieron parámetros de cocción, evaluaciones físicas, químicas, microbiológicas, nutricionales y sensoriales, utilizando metodologías oficiales nacionales e internacionales. Con la sustitución disminuyeron el tiempo de cocción, el volumen y los sólidos disueltos. Los atributos evaluados olor, sabor y color señalaron que

la mejor pasta fue la sustituida en 10 % ( $p \leq 0,05$ ). Los valores de proteína 12,8 % y de carbohidratos 84,10 %, fueron semejantes a la pasta de sémola de trigo durum. Los niveles de fósforo, hierro y magnesio (400 mg/100 g, 3,49 mg/100 g, 118,47 mg/100 g) y el aporte energético (394 kcal/100 g) fueron mayores. La estabilidad microbiológica indicó que el producto sustituido con 10 %, se mantiene apto para el consumo durante 2 meses (Gómez, Guerra, Arias, Mujica, & Guerrero, 2011).

## MARCO TEÓRICO

### 2.2. Pastas alimenticias

Son productos obtenidos por la deshidratación de porciones en formas variadas de masa preparada con: sémola o semolina de trigos duros o de trigo durum, sémola o semolina de trigo no durum, harina de trigo duro o de trigo durum, harina de trigo no duro o de trigo no durum, maíz, arroz, o cualquier otro cereal diferente al trigo, soya o la combinación de las mismas, con agua y con o sin uno o más de los ingredientes opcionales que se indican en el presente reglamento. Se incluyen todas las pastas alimenticias que forman parte de sopas deshidratadas (Reglamento Técnico Salvadoreño, 2013).



*Ilustración 1.* Pasta alimenticia

**Fuente:** (Nutricienta, 2019)

### 2.3. Tipos de pastas

#### 2.3.1. Pastas alimenticias o fideos secos

Se refiere a los productos que se someten a un proceso de desecación y moldeo, cuyo contenido en agua no debe ser superior al 14% en peso (Alimentos Argentinos, 2014).

#### 2.3.2. Pastas alimenticias o fideos compuestos

Se denominan pastas alimenticias compuestas aquellas a las que se les ha incorporado en el proceso de elaboración alguna o varias de las siguientes sustancias alimenticias: gluten, soja, huevos, leche, hortalizas, verduras y leguminosas, bien naturales, desecadas o conservadas, jugos y extracto (ADCA, 2013).

#### 2.3.3. Pastas o fideos especiales

Productos obtenidos por la mezcla de derivados de trigo y otras farináceas aptas para el consumo humano (NTE INEN 1375, 2014).

#### 2.3.4. Pastas alimenticias con verduras

Las hojas externas de brócoli, espinaca y coliflor son residuos agroindustriales no utilizados, pero representan una fuente de compuestos bioactivos con gran potencial para

ser incorporadas en alimentos. Se elaboró pastas de trigo con un enriquecimiento del 5.30% de harina de hojas de espinaca, brócoli, coliflor, o la combinación de las dos últimas, la incorporación de harinas de hojas externas de brócoli, coliflor, no afecta negativamente a las propiedades físicas del producto final. Además, la combinación de harinas de brócoli y coliflor contribuye al incremento del contenido de compuestos bioactivos (Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2019).

### 2.3.5. Clasificación de las pastas

#### Según su contenido de humedad

- **Pastas frescas:** Se denominan pastas alimenticias frescas a aquellas que no han sufrido proceso de desecación (ADCA, 2013).
- **Pastas secas:** Son las pastas que luego de haber concluido el cortado han sido sometidas a un proceso de desecación. A diferencia de las pastas frescas, estas no deben exceder del 14% de humedad (NTE INEN 1375, 2014).

#### Según su forma

- **Largas:** Estas pastas se caracterizan por tener una sección muy alargada y otra muy corta, se forman hilos, tiras, o listones que sirven fácilmente para secar y su posterior conservación (CESDE, 2011).
- **Enroscadas:** Serán fabricadas por extrusión a través de hileras o por laminación. Las tiras se presentarán enrolladas en madejas con sección circular (fideos) o rectangular (tallarines o cintas) (ADCA, 2013).

**Tabla 1. Aporte nutricional en 100g de alimento (Pasta simple)**

Por 100g de porción comestible	
Energía (Kcal)	375
Proteínas (g)	12
Lípidos totales (g)	1,8
Fibra (g)	4
Agua (g)	6,4
Calcio (mg)	25
Hierro (mg)	1,6
Sodio (mg)	11
Potasio (mg)	230
Fósforo (mg)	180

**Fuente:** (Olga Moreiras, 2013)

### 2.3.6. Requisitos nutricionales para pastas alimenticias o fideos secos

**Tabla 2. Requisitos físicos y químicos para pastas alimenticias o fideos secos según el Instituto Ecuatoriano de Normalización**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo
Humedad	%	-	14,0
Cenizas*	%		
Harina de trigo		-	0,85
Mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo		-	0,98
Con huevo		-	1,50
Con vegetales		-	1,10
Rellenos		-	12,0
Acidez, expresada en Ácido Sulfúrico	%	-	0,45
Colesterol**, en base seca	mg/kg	150	-

**Fuente:** (NTE INEN 1375, 2014)

### 2.3.7. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias o fideos secos

**Tabla 3. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias o fideos secos**

Requisito	Unidad	n	c	m	M	Método de ensayo
<b>Mohos y levaduras</b>	UFC/g	5	2	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	NTE INEN 1529-10
<b>Salmonella*</b>	En 25 g	5	0	Ausencia	Ausencia	NTE INEN 1529-15
<b>Staphylococcus aureus**</b>	UFC/g	5	0	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	NTE INEN 1529-14

**Fuente:** (NTE INEN 1375, 2014)

## 2.4. Generalidades del brócoli

El brócoli tiene un alto valor nutritivo y medicinal, que radica en su alto contenido de vitaminas, minerales, fibra, carbohidratos, dado su elevado valor nutricional, ha sido estudiado últimamente para prevención del cáncer.



**Ilustración 2.** Pellas de brócoli

**Fuente:** (Mercola, 2017)

El brócoli cuyo nombre científico es (*Brassica oleracea L. var. Itálica*), pertenece a la familia de las crucíferas, es una típica hortaliza de climas templados que se adapta bien

en algunas regiones semidesérticas, Mediterráneo oriental, Europa, Latino América, regiones asiáticas y Estados Unidos. La parte comestible de esta hortaliza es una inflorescencia inmadura (Zamora Everardo , 2016).

#### 2.4.1. Taxonomía

**Tabla 4. Botánica sistemática (Brócoli)**

Botánica sistemática	
Reino	Plantae
Familia	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brássica
Especie	Oleracea
Variedad	Itálica
Nombre científico	<i>(Brassica oleracea var. itálica)</i>
Nombre común	Brócoli, brecoles

**Fuente:** (Rosero Bustos, 2015)

#### 2.4.2. Botánica general del brócoli

Las hojas son gruesas, algo coriáceas, oblongas suaves, simples, alternas, pinadas y pecioladas, sus colores van desde gris-azul a verde.

El sistema de raíces es poco profundo, con una raíz principal prominente que se ramifica y da lugar a muchas raíces fibrosas concentradas dentro de los 30-40 cm del suelo.

La inflorescencia es un racimo que se alarga rápidamente con muchas flores pequeñas que se forman en el extremo. La inflorescencia produce flores en forma de cruz que son bisexuales con cuatro pétalos de color amarillo o blanco, un pistilo y seis estambres. La inflorescencia ramificada que comienza como una cabeza compacta ligeramente en forma de cúpula alcanza hasta 40 cm de ancho y pierde compacidad cuando el tallo de la flor se agranda y las flores se abren. En plena fluoración, la planta arbustiva será más o menos de 1 metro de altura y aproximadamente de 0,5 metros de ancho.

Las semillas maduran normalmente de 50-90 días después de la fecundación. Una planta de brócoli bien polinizada puede producir una media libra de semilla. (CAB International, 2007).

### **2.4.3. Propiedades nutricionales del Brócoli**

El valor nutricional de los alimentos se basa en la cuantificación de las macromoléculas, el brócoli contiene vitaminas A y C, potasio y fibra. Su consumo frecuente es recomendado ya que puede reducir los riesgos de diabetes y anemia por su contenido de Hierro, así como algunos tipos de cánceres como colon, mama y próstata debido a algunos compuestos químicos anticancerígenos presentes en el alimento, conocidos como glucosinolatos (Zamora Everardo , 2016).

### **2.5. Harina de brócoli**

Una investigación realizada acerca del contenido nutricional de la harina de brócoli, demostró como resultados un 22,41% en Proteína; 12,13% en Cenizas; 4,59% en Lípidos totales; 65,13% en Carbohidratos totales; 11,65% en Fibra cruda (González Toro, 2012).

### **2.6. Harina**

Se define como harina, al producto finalmente triturado, obtenido del grano o de la mezcla de granos como (cebada, trigo, centeno, maíz) y de otros alimentos ricos en almidón como arroz, tubérculos y legumbres. (Requena Peláez, 2013)

### **2.7. Harina de trigo**

La harina de trigo posee constituyentes de calidad para la formación de la masa (proteína-gluten), ya que la harina y agua mezclado en determinadas cantidades, produce una masa uniforme, consistente y tenaz que ofrece una resistencia a la que se puede dar forma de lo que desee, el gluten se forma por la hidratación e hinchamiento de las proteínas de la harina: gliadina y glutenina (Arland Darley Rodriguez Málaga, 2017).



**Ilustración 3.** Harina de trigo  
**Fuente:** (Moderna Alimentos S.A., 2018)

## 2.8. Tipos de harinas de trigo

Depende de la variedad de trigo que proviene puede clasificarse en:

- **Harina común:** “Procede de la molienda de diversas variedades de trigo duro y tierno. Contiene menor cantidad de proteína y gluten (Requena J. , 2013).
- **Harina integral de trigo:** Tasa de extracción de más del 85%, ya que se moltura el grano entero, excepto la cascarilla (Requena J. , 2013).
- **Harinas blancas:** Tasa de extracción del 60 al 70%. Se moltura sin germen ni cubierta (Requena J. , 2013).

## 2.9. Harinas duras

“Son originarias de trigos duros, su porcentaje de proteína supera el 15%, es ideal para la fabricación de fideos. Se puede usar en panadería, pero necesita más tiempo de amasado y fermentación” (NTE INEN 1375, 2014).

## 2.10. Harinas semiduras

Las harinas semiduras se caracterizan por su promedio de proteína que va desde el 9 al 13%, estas harinas son ideales para la panificación (NTE INEN 1375, 2014).

## 2.11. Harinas blandas

“Esta se diferencia por su contenido en proteína que es inferior al 9% y es ideal para repostería, pastelería y galletería. Se puede usar en la panadería, pero necesita menos tiempo de amasado y fermentación, además necesita más cantidad de levadura.” (NTE INEN 1375, 2014).

## 2.12. Molienda

La molturación se realiza para llevar a cabo la reducción de partículas., la separación y clasificación de las partículas se ejecuta con tamizadores y purificadores. El propósito de la molienda es quebrar el grano en pedazos para obtener el pericarpio o salvado en forma de hojuelas y sin residuos de endospermo, después los pedazos de endospermo gradualmente se reducen hasta obtener una harina que cumpla las especificaciones de color, cenizas, humedad y proteína (Ponce García, 2015).

El objetivo de la molturación es la transformación del endospermo en harina y sémolas, y la separación, lo más íntegras posible de las cubiertas del grano (fibra o salvado) germen (García Román, 2011).

### 2.12.1. Tipos de molienda

- **Molienda húmeda:** Este tipo de molienda tiene por objetivo alcanzar el máximo rendimiento de gránulos de almidón (Ponce García, 2015).

La molienda húmeda consiste en macerar los granos en agua durante un período prolongado de tiempo, para acondicionar su estructura interna, luego se escurren y muelen con agua, generalmente en un molino de piedra o de rodillos, después de la molienda se elimina el exceso de agua por secado, y la harina es suavemente remolida (Loubes, 2015).

- **Molienda seca:** Tiene por objeto separar las principales partes anatómicas del grano (salvado, endospermo y germen) de la forma más eficiente posible, además es una opción segura para pulverizar y homogenizar las harinas (Ponce García, 2015).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de investigación**

##### **3.1.1. Estudio experimental**

En el presente trabajo de investigación se utilizó una metodología experimental, ya que se realizó análisis físico-químicos y microbiológicos para la harina de brócoli y pasta alimenticia; existen cuatro tratamientos con distintas formulaciones de harina de brócoli y una pasta alimenticia con harina de trigo al 100% para muestra control, es así como se obtuvo cinco pastas distintas, los análisis se realizaron por triplicado.

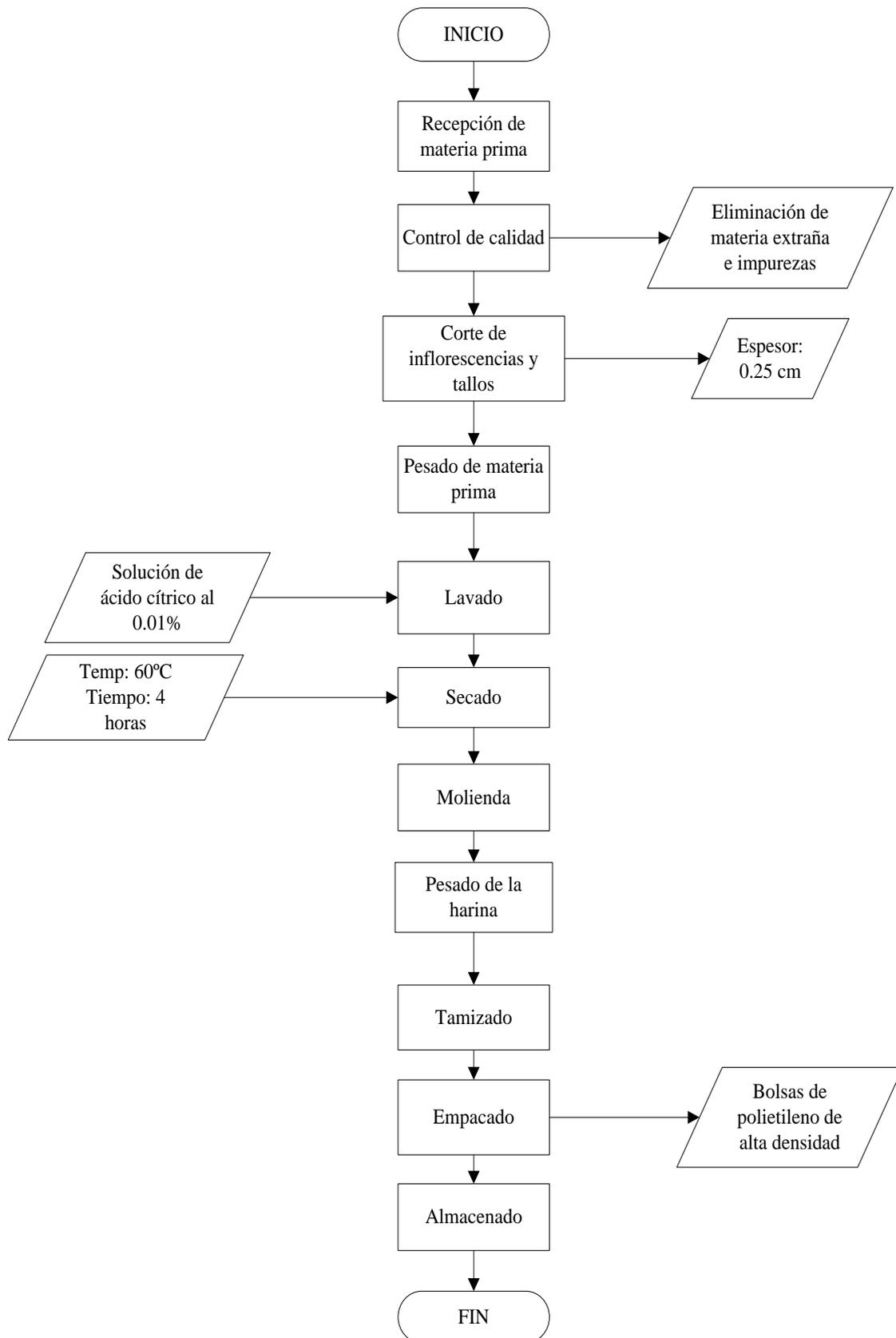
##### **3.1.2. Estudio bibliográfico**

Es una investigación de carácter bibliográfico ya que se recolectó información de diferentes fuentes; artículos científicos, revistas, tesis.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

Una vez adquirida la materia prima, se obtuvo la harina de brócoli mediante deshidratación y molturación, en la cual se realizaron análisis físico-químicos según la norma (NTE INEN 616, 2015), posteriormente se elaboró una pasta alimenticia bajo la normativa (NTE INEN 1375, 2014).

### 3.2.1. Diagrama de procesos para la obtención de harina de brócoli.



**Ilustración 4.** Diagrama de procesos para la obtención de harina de brócoli (Delgado, 2020).

### **3.2.1.1. Descripción del proceso de obtención de harina de brócoli.**

#### **1. Recepción de la materia prima**

Para iniciar el proceso de obtención de harina de brócoli, se procede a controlar y verificar la inocuidad de la materia prima.

#### **2. Control de calidad**

Se realizó un minucioso control de calidad a cada brócoli, se elimina cualquier objeto o material extraño que se encuentre presente en el alimento.

#### **3. Cortes de inflorescencias y tallos**

Realizar cortes de 0,25 cm a las inflorescencias y tallos del brócoli, para obtener cortes uniformes.

#### **4. Pesado de la materia prima**

Se pesó la materia prima en una balanza digital de marca **Mettler Toledo (ME204)** para controlar la cantidad exacta de producto que fue sometido a un proceso de deshidratación.

#### **5. Lavado**

Lavar la materia prima en solución de Ácido cítrico al 0,01% g/l; de esta forma se evita el pardeamiento enzimático; además se garantiza la inocuidad en el proceso de obtención de la harina.

#### **6. Secado**

Este proceso consiste en secar o deshidratar los cortes de las inflorescencias y tallos del brócoli; mismo que tuvo lugar en un secador de bandejas de marca Arcor (**MO4225/DC**) a una temperatura de 60°C durante un tiempo de 4 horas.

#### **7. Molienda**

La molienda se realizó en un molino de martillos manual de marca **Corona**, con el fin de triturar y reducir el tamaño de las inflorescencias y tallos.

#### **8. Pesado de la harina**

Pesar la cantidad de harina obtenida en una balanza digital de marca **Mettler Toledo (ME204)** para conocer su rendimiento.

#### **9. Tamizado**

El tamizado se realizó con un tamiz N°40 (450  $\mu$ ), con el fin de eliminar las partículas de mayor tamaño y obtener como producto final una harina homogénea.

#### **10. Empacado**

La harina de brócoli se empacó en bolsas de polipropileno de alta densidad.

#### **11. Almacenado**

Almacenar en un lugar fresco y seco.

**Tabla 5. Formulación de pasta alimenticia para 160 gramos**

FORMULACIÓN DE PASTA ALIMENTICIA					
	<b>A<sub>0</sub></b>	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>E<sub>4</sub></b>
Harina de trigo	100 g	90 g	80 g	70 g	60 g
Harina de brócoli	0 g	10 g	20 g	30 g	40 g
Huevos	20 g				
Sal	4 g	4 g	4 g	4 g	4 g
Aceite	6 ml				
Agua	30 ml				

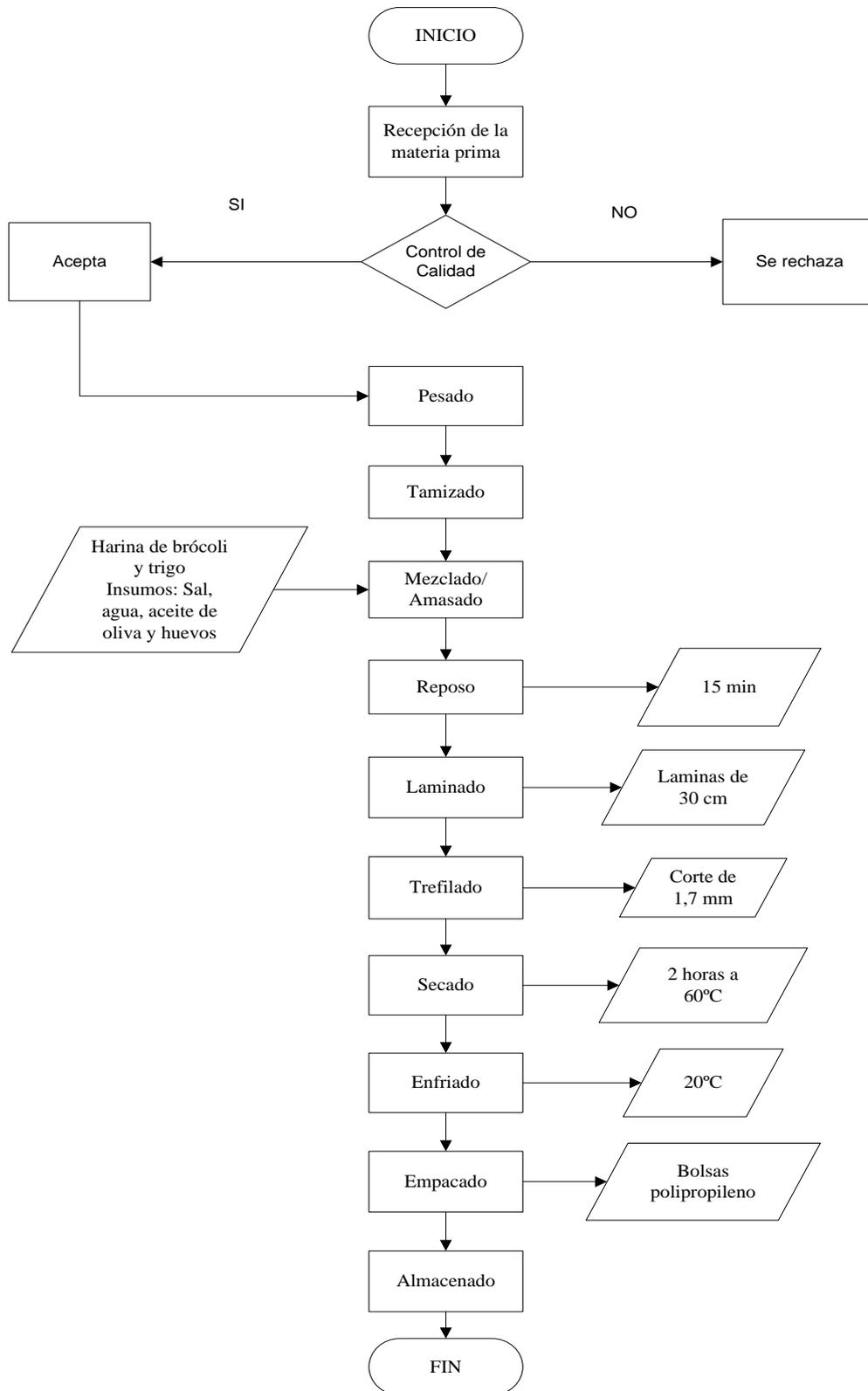
(Delgado, 2020).

Dónde:

**Tabla 6. Interpretación de abreviaturas de los tratamientos**

Tratamiento	Harina de brócoli	Harina de trigo
A <sub>0</sub>	0%	100%
B <sub>1</sub>	10%	90%
C <sub>2</sub>	20%	80%
D <sub>3</sub>	30%	70%
E <sub>4</sub>	40%	60%

### 3.2.2. Diagrama de flujo para la elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli.



**Ilustración 5.** Diagrama de procesos para la obtención de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (Delgado, 2020).

### **3.2.3. Proceso tecnológico**

#### **1. Recepción de la materia prima**

Recepción de la harina de brócoli y demás insumos a utilizar en el proceso.

#### **2. Control de calidad**

Controlar y verificar la inocuidad de la materia prima, mediante análisis físico-químicos realizados en la harina; si cumplen con los requisitos se acepta la materia prima, caso contrario se rechaza.

#### **3. Pesado**

Con la ayuda de una balanza digital de marca **Mettler Toledo (ME204)** se pesaron todos los insumos que fueron utilizados en el proceso de elaboración de pasta alimenticia.

#### **4. Tamizado**

Se realizó con el fin de reducir la mayor cantidad de partículas que puede contener la harina de brócoli y eliminar cualquier material extraño.

#### **5. Mezclado/amasado**

Esta operación se llevó a cabo de forma manual, se asegura la mezcla de los componentes, para formar una pasta llamada masa, de esta manera interacciona la harina de trigo con la harina de brócoli.

#### **6. Reposo**

Corresponde a un período de 15 minutos de descanso después de la formación de la masa y se asegura una recuperación de la flexibilidad necesaria para un buen manejo de la masa.

#### **7. Laminado**

Consiste en cortar en láminas de 30 centímetros y posteriormente pasar por cada uno de los moldes para la formación de la pasta, de esta forma mejoramos la estructura de la masa.

#### **8. Trefilado**

Una vez que la masa ha sido refinada y laminada al espesor deseado, esta se cortó en una laminadora de la marca **Sainovo (OS0044651)**, la cual le da la forma de pasta larga o tipo cinta de 1.7 mm de espesor.

## **9. Secado**

Para el secado de pastas se realizó en un horno eléctrico de la marca **Arcor** (**MO4225/DC**); el secado es un proceso muy importante para el producto ya que le confiere las características finales de estabilidad y preservación.

## **10. Enfriado**

Se dejó enfriar la pasta seca a una temperatura ambiente por un tiempo estimado de 15 a 20 minutos.

## **11. Empacado**

Se empacó en bolsas de polipropileno de alta densidad una vez que el producto haya nivelado su temperatura a la del ambiente.

## **12. Almacenado**

El producto se almacenó en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de sus respectivos análisis de control de calidad.

### **3.3. Técnicas de recolección de datos**

Para la recolección de datos, de las determinaciones realizadas que fueron análisis físico-químicos (macro y micro componentes), microbiológicos (Mohos y levaduras, Salmonella spp., Staphylococcus aureus), se realizaron fichas para el registro de los datos según corresponde.

**Tabla 7. Técnicas de análisis e interpretación de la información**

DETERMINACIONES	CÓDIGO DE LA NTE-INEN	FUNDAMENTO
<b>Humedad</b>	(NTE INEN-0518)	Se determinó la pérdida de peso en la muestra al ser sometida a calentamiento en estufa. (AOAC, 1977).
<b>Cenizas</b>	(NTE INEN-0520, 1981)	Es el residuo obtenido por incineración a una temperatura de $550 \pm 10^{\circ}\text{C}$ hasta combustión completa de la materia orgánica y obtención de un peso constante (AOAC, 1977).
<b>Grasa</b>	(NTE INEN-0523, 1981)	Las materias grasas son extraídas con hexano, el solvente evaporado y el residuo pesado (AOAC, 1977).
<b>Proteína</b>	(NTE INEN-0520, 1981)	Determinación del nitrógeno, se convierte el nitrógeno orgánico presente con ácido sulfúrico. Después de alcalinizar con hidróxido de sodio, destilar y se recoge el destilado sobre ácido bórico, titulando el amoníaco recogido con ácido N/10 (AOAC, 1977).

---

<b>Fibra bruta</b>	(NTE INEN-0522, 1981)	La muestra desengrasada es tratada con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio con concentraciones conocidas. Se separa el residuo por filtración, lavar, deshidratas y pesar el residuo insoluble, y posteriormente se calcula su pérdida de masa por calcinación a 550°C (AOAC, 1977).
<b>pH</b>	(NTE INEN-0526, 1981)	Se identifica si la muestra es ácida o alcalina, se realiza en sustancias líquidas utilizando un pH metro.
<b>Acidez</b>	(NTE INEN-0521, 1981)	Se titula una pequeña alícuota de la muestra con una solución de hidróxido de sodio, y se usa como indicador fenolftaleína.
<b>Mohos y levaduras</b>	(NTE INEN-1529, 1998)	Se basa en que el cultivo se encuentre a una temperatura de entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, se utiliza la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales (NTE INEN-1529, 1998).

---

---

**Staphylococcus aureus** (NTE INEN 1529-14, 1998)

Para la siembra de este microorganismo se utiliza el agar Baird-Parker, se utiliza la lipoproteína de la yema de huevo. (NTE INEN 1529-14, 1998)

**Salmonella spp.** (NTE INEN-1529, 1994)

Siembra en placa de medios selectivos sólidos. Inoculación del enriquecimiento selectivo en la superficie de agares selectivos y diferenciales, para visualizar las colonias que por su aspecto característico se las considera como de Salmonella presuntiva. (NTE INEN-1529, 1994)

---

(Delgado, 2020)

### 3.4. Técnicas de análisis e interpretación de la información.

- Análisis exploratorio de datos.
- Análisis de varianza con medidas repetidas.

### 3.5. Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La sustitución parcial de harina de brócoli en una pasta alimenticia, mejora las propiedades nutricionales del producto terminado.

**H<sub>1</sub>:** La sustitución parcial de harina de brócoli en una pasta alimenticia, no mejora las propiedades nutricionales del producto terminado.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

Para el análisis de datos se aplicó un programa estadístico Infostat versión 6.2 argentinos, Statistics versión 8 y hoja de cálculo excel para los diferentes análisis de varianza, prueba de tukey y análisis exploratorio de datos.

#### 4.2. Análisis exploratorio de datos

##### 4.2.1. Análisis físico-químico en la harina de brócoli

**Tabla 8. Análisis físico – químico en la harina de brócoli**

HARINA DE BRÓCOLI						
Variable	Acidez	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
r <sub>1</sub>	0,19	4,73	7,47	0,09	12,19	4,82
r <sub>2</sub>	0,19	4,71	7,49	0,08	12,12	4,81
r <sub>3</sub>	0,18	4,71	7,46	0,08	12,16	4,85
$\bar{x}$	0,19	4,72	7,47	0,08	12,16	4,83
$\sigma$	0	1	2	0	4	2
C.V.	1	0	0	3	0	0

$\bar{x}$  Promedio  $\sigma$  Desviación estándar C.V. Coeficiente de variación  $r$ = Réplicas

(Delgado, 2020).

En la tabla 8 de Análisis físico-químico en la harina de brócoli se encuentran los valores promedios de los diferentes análisis proximales expresados en porcentaje como son: acidez 0,19%; humedad 4,72%; cenizas 7,47%; grasa 0,08%; fibra 12,16% y proteína 4,83%, con una desviación estándar en acidez de 0%, humedad 1%, cenizas 2%, grasa 0%, fibra 4%, proteína 2%. El coeficiente de variación en la investigación con respecto a los análisis de harina de brócoli es menor al 5% mismo que nos indica que los datos tomados son homogéneos entre las repeticiones.

##### 4.2.2. Análisis de minerales en la harina de brócoli

**Tabla 9. Análisis químico en la harina de brócoli**

Determinación	Unidades	Resultado
<b>Fosforo</b>	mg/100g	396
<b>Calcio</b>	mg/100g	58,61
<b>Zinc</b>	mg/100g	25,25
<b>Hierro</b>	mg/100g	840

Fuente: (SAQUIM, 2019)

En la tabla 9 de Análisis de minerales, se obtuvo los siguientes resultados; para hierro 840 mg/100g; calcio 58,61 mg/100g; fósforo 396 mg/100g y para zinc 25,25 mg/100g.

#### 4.2.3. Análisis físico - químico en el producto terminado

**Tabla 10. Análisis físico – químico en el producto terminado A<sub>0</sub>**

	Acidez	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
r1	0,04	6,72	4,86	8,16	0,57	12,61
r2	0,04	6,73	4,86	8,17	0,56	12,63
r3	0,04	6,71	4,87	8,16	0,56	12,61
$\bar{x}$	0,04	6,72	4,86	8,16	0,56	12,62
$\sigma$	0	1	1	1	1	1
C.V.	1	0	0	0	1	0

$\bar{x}$  Promedio  $\sigma$  Desviación estándar C.V. Coeficiente de variación  $r$ = Réplicas  
(Delgado, 2020)

En la tabla 10 de Análisis físico – químico en el producto terminado A<sub>0</sub> se encuentran los valores promedio referidos en porcentaje como son: acidez 0,04%; humedad 6,72%; cenizas 4,86%; grasa 8,16%; fibra 0,56% y proteína 12,62%.

Una desviación estándar en acidez de 0%; humedad 1%; cenizas 1%; grasa 1%; fibra 1% y proteína 1%. El coeficiente de variación en la investigación con respecto a los análisis de pasta alimenticia es menor al 5%, lo que nos indica que los datos tomados tuvieron diferencia significativa.

**Tabla 11. Análisis físico – químico en el producto terminado B<sub>1</sub>**

	Acidez	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
r1	0,06	6,70	5,44	7,96	1,48	11,89
r2	0,06	6,71	5,43	7,95	1,47	11,87
r3	0,06	6,70	5,43	7,94	1,46	11,88
$\bar{x}$	0,06	6,70	5,43	7,95	1,47	11,88
$\sigma$	0	1	1	1	1	1
C.V.	3	0	0	0	1	0

$\bar{x}$  Promedio  $\sigma$  Desviación estándar C.V. Coeficiente de variación  
(Delgado, 2020)

En la tabla 11 de Análisis físico – químico en el producto terminado B<sub>1</sub> se encuentran los valores promedio referidos en porcentaje como son: acidez 0,06%; humedad 6,70%; cenizas 5,43%; grasa 7,95%; fibra 1,47% y proteína 11,88%.

Una desviación estándar en acidez de 0%; humedad 1%; cenizas 1%; grasa 1%; fibra 1% y proteína 1%. El coeficiente de variación en la investigación con respecto a los análisis

de pasta alimenticia es menor al 5%, lo que nos indica que los datos tomados tuvieron diferencia significativa.

**Tabla 12. Análisis físico – químico en el producto terminado C<sub>2</sub>**

	Acidez	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
r1	0,12	6,72	6,15	7,77	3,54	10,81
r2	0,12	6,71	6,14	7,73	3,51	10,82
r3	0,12	6,72	6,13	7,77	3,50	10,80
$\bar{x}$	0,13	6,72	6,14	7,76	3,52	10,81
$\sigma$	0	1	1	2	2	1
C.V.	3	0	0	0	1	0

$\bar{x}$  Promedio  $\sigma$  Desviación estándar C.V. Coeficiente de variación  $r$ = Réplicas  
(Delgado, 2020)

En la tabla 12 de Análisis físico – químico en el producto terminado C<sub>2</sub> se encuentran los valores promedio referidos en porcentaje como son: acidez 0,13%; humedad 6,72%; cenizas 6,14%; grasa 7,76%; fibra 3,52% y proteína 10,81%.

Una desviación estándar en acidez de 0%; humedad 1%; cenizas 1%; grasa 2%; fibra 2% y proteína 1%. El coeficiente de variación en la investigación con respecto a los análisis de pasta alimenticia es menor al 5%, lo que nos indica que los datos tomados tuvieron diferencia significativa.

**Tabla 13. Análisis físico – químico en el producto terminado D<sub>3</sub>**

	Acidez	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
r1	0,15	6,70	7,34	7,44	4,37	9,46
r2	0,15	6,71	7,34	7,46	4,36	9,45
r3	0,16	6,70	7,33	7,44	4,36	9,43
$\bar{x}$	0,15	6,70	7,34	7,45	4,36	9,45
$\sigma$	0	1	1	1	1	2
C.V.	2	0	0	0	0	0

$\bar{x}$  Promedio  $\sigma$  Desviación estándar C.V. Coeficiente de variación  $r$ = Réplicas  
(Delgado, 2020)

En la tabla 13 de Análisis físico – químico en el producto terminado D<sub>3</sub> se encuentran los valores promedio referidos en porcentaje como son: acidez 0,15%; humedad 6,70%; cenizas 7,34%; grasa 7,45%; fibra 4,36% y proteína 9,45%.

Una desviación estándar en acidez de 0%; humedad 1%; cenizas 1%; grasa 1%; fibra 1% y proteína 2%. El coeficiente de variación en la investigación con respecto a los análisis de pasta alimenticia es menor al 5%, lo que nos indica que los datos tomados tuvieron diferencia significativa.

**Tabla 14. Análisis físico – químico en el producto terminado E4**

	Acidez	Humedad	Cenizas	Grasa	Fibra	Proteína
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
r1	0,29	6,70	7,72	7,27	5,60	7,92
r2	0,29	6,70	7,73	7,24	5,61	7,92
r3	0,29	6,70	7,73	7,26	5,60	7,91
$\bar{x}$	0,29	6,70	7,73	7,26	5,60	7,92
$\sigma$	0	0	1	2	1	1
C.V.	1	0	0	0	0	0

$\bar{x}$  Promedio  $\sigma$  Desviación estándar C.V. Coeficiente de variación  $r$ = Réplicas  
(Delgado, 2020)

En la tabla 14 de Análisis físico – químico en el producto terminado E4 se encuentran los valores promedio referidos en porcentaje como son: acidez 0,29%; humedad 6,70%; cenizas 7,73%; grasa 7,26%; fibra 5,60% y proteína 7,92%.

Una desviación estándar en acidez de 0%; humedad 0%; cenizas 1%; grasa 2%; fibra 1% y proteína 1%. El coeficiente de variación en la investigación con respecto a los análisis de pasta alimenticia es menor al 5%, lo que nos indica que los datos tomados tuvieron diferencia significativa.

### 4.3. Análisis del producto terminado

#### 4.3.1. Análisis de varianza

##### 4.3.1.1. Acidez

**Tabla 15. Análisis de Varianza para acidez**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,12	4	0,03	3335,65	<0,0001
Tratamiento	0,12	4	0,03	3335,65	<0,0001
Error	8,90E-05	10	8,90E-06		
Total	0,12	14			

**SC:** Suma de cuadrados; **gl:** Grados de libertad; **CM:** Cuadrados medios

(Delgado, 2020).

En la tabla 15 del análisis de varianza para acidez, se puede observar que existe una diferencia estadística significativa ( $p < 0,01$ ), en el modelo y el tratamiento, lo que da a evidenciar que la acidez varía en las diferentes concentraciones de harina de brócoli.

**Tabla 16. Test de Tukey para acidez**

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
A <sub>0</sub>	0,04	3	1,70E-03	A	
B <sub>1</sub>	0,06	3	1,70E-03		B
C <sub>2</sub>	0,13	3	1,70E-03		C
D <sub>3</sub>	0,15	3	1,70E-03		D
E <sub>4</sub>	0,29	3	1,70E-03		E

Test: Tukey  $\alpha$  Alfa =0,05 DMS (Diferencia mínima significativa) =0,5238

(Delgado, 2020).

En la tabla 16 se observa cinco grupos diferentes con respecto al análisis de acidez, por lo que se puede decir que los valores obtenidos en la investigación son significativamente diferentes y se argumenta que a medida que se añade harina de brócoli la acidez incrementa, el tratamiento con mayor acidez es **E<sub>4</sub>** con 0,29 % y menor **A<sub>0</sub>** con 0,04%.

#### 4.3.1.2. Humedad

**Tabla 17. Análisis de Varianza para humedad**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,70E-04	4	2,40E-04	6,08	0,0095
Tratamiento	9,70E-04	4	2,40E-04	6,08	0,0095
Error	4,00E-04	10	4,00E-05		
Total	1,40E-03	14			

**SC:** Suma de cuadrados; **gl:** Grados de libertad; **CM:** Cuadrados medios

(Delgado, 2020).

En la tabla 17 del análisis de varianza para humedad, se observa que existe una diferencia estadística significativa ( $p < 0,01$ ), en el modelo y el tratamiento, lo que da a evidenciar que la humedad varía de acuerdo a las diferentes concentraciones de harina de brócoli.

**Tabla 18. Test de Tukey para humedad**

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
A <sub>0</sub>	6,72	3	3,70E-03	A	
B <sub>1</sub>	6,72	3	3,70E-03	A	B
C <sub>2</sub>	6,70	3	3,70E-03	A	B
D <sub>3</sub>	6,70	3	3,70E-03	A	B
E <sub>4</sub>	6,70	3	3,70E-03		B

Test: Tukey  $\alpha$  Alfa =0,05 DMS (Diferencia mínima significativa) = 0,01700

(Delgado, 2020).

En la tabla 18 se observan dos grupos diferentes con respecto a humedad, por lo que se puede decir que los valores obtenidos en la investigación son significativamente

diferentes, el tratamiento con mayor humedad es **A<sub>0</sub>** con 6,72% y menor **E<sub>4</sub>** con 6,70%.

#### 4.3.1.3. Cenizas

**Tabla 19. Análisis de Varianza para cenizas**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,85	4	4,46	95637,5	<0,0001
Tratamiento	17,85	4	4,46	95637,5	<0,0001
Error	4,70E-04	10	4,70E-05		
Total	17,85	14			

**SC:** Suma de cuadrados; **gl:** Grados de libertad; **CM:** Cuadrados medios

(Delgado, 2020).

En la tabla 19 del análisis de varianza para cenizas, se observa que existe una diferencia estadística significativa ( $p < 0,01$ ), en el modelo y el tratamiento, lo que da a evidenciar que las cenizas varían de acuerdo a las diferentes concentraciones de harina de brócoli.

**Tabla 20. Test de Tukey para cenizas**

Tratamiento	Medias	N	E.E.			
A <sub>0</sub>	4,86	3	3,90E-03	A		
B <sub>1</sub>	5,43	3	3,90E-03		B	
C <sub>2</sub>	6,14	3	3,90E-03			C
D <sub>3</sub>	7,34	3	3,90E-03			D
E <sub>4</sub>	7,73	3	3,90E-03			E

Test: Tukey  $\alpha$  Alfa = 0,05 DMS (Diferencia mínima significativa) = 0,01836

(Delgado, 2020).

En la tabla 20 se puede observar cinco grupos diferentes con respecto a cenizas, por lo que se puede decir que los valores obtenidos en la investigación son significativamente diferentes, y se argumenta que a medida que se añade harina de brócoli las cenizas aumentan, el tratamiento con menor cantidad de cenizas es el **A<sub>0</sub>** con 4,86% y mayor **E<sub>4</sub>** con 7,73%.

#### 4.3.1.4. Grasa

**Tabla 21. Análisis de Varianza para grasa**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,64	4	0,41	1861,55	<0,0001
Tratamiento	1,64	4	0,41	1861,55	<0,0001
Error	2,2E-03	10	2,20E-04		
Total	1,64	14			

**SC:** Suma de cuadrados; **gl:** Grados de libertad; **CM:** Cuadrados medios

(Delgado, 2020).

En la tabla 21 del análisis de varianza para grasa, se observa que existe una diferencia estadística significativa ( $p < 0,01$ ), en el modelo y el tratamiento, lo que da a evidenciar que la grasa varía de acuerdo a las diferentes concentraciones de harina de brócoli.

**Tabla 22. Test de Tukey para grasa**

Tratamiento	Medias	N	E.E.				
A <sub>0</sub>	8,17	3	0,01	A			
B <sub>1</sub>	7,95	3	0,01		B		
C <sub>2</sub>	7,76	3	0,01			C	
D <sub>3</sub>	7,45	3	0,01				D
E <sub>4</sub>	7,26	3	0,01				E

Test: Tukey  $\alpha$  Alfa = 0,05 DMS (Diferencia mínima significativa) = 0,03986

(Delgado, 2020).

En la tabla 22 se puede observar cinco grupos diferentes con respecto a grasa, por lo que se puede decir que los valores obtenidos en la investigación son significativamente diferentes, y se argumenta que a medida que se añade harina de brócoli la grasa baja, el tratamiento con mayor grasa es el A<sub>0</sub> con 8,17% y menor valor es el E<sub>4</sub> 7,26%.

#### 4.3.1.5. Fibra

**Tabla 23. Análisis de Varianza para fibra**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,38	4	12,85	101414,74	<0,0001
Tratamiento	51,38	4	12,85	101414,74	<0,0001
Error	1,30E-03	10	1,30E-04		
Total	51,38	14			

**SC:** Suma de cuadrados; **gl:** Grados de libertad; **CM:** Cuadrados medios

(Delgado, 2020).

En la tabla 23 del análisis de varianza para fibra, se observa que existe una diferencia estadística significativa ( $p < 0,01$ ), en el modelo y el tratamiento, lo que da a evidenciar que la grasa varía de acuerdo a las diferentes concentraciones de harina de brócoli.

**Tabla 24. Test de Tukey para fibra**

Tratamiento	Medias	N	E.E.	
A <sub>0</sub>	0,56	3	0,01	A
B <sub>1</sub>	1,47	3	0,01	B
C <sub>2</sub>	3,52	3	0,01	C
D <sub>3</sub>	4,36	3	0,01	D
E <sub>4</sub>	5,60	3	0,01	E

Test: Tukey  $\alpha$  Alfa = 0,05 DMS (Diferencia mínima significativa) = 0,03024

(Delgado, 2020).

En la tabla 24 se puede observar cinco grupos diferentes con respecto a la fibra, por lo que se puede decir que los valores obtenidos en la investigación son significativamente diferentes, y se argumenta que a medida que se añade harina de brócoli la cantidad de fibra aumenta, el tratamiento con mayor fibra es el E<sub>4</sub> con 5,60% y menor valor es el A<sub>0</sub> con 0,56%.

#### 4.3.1.6. Proteína

**Tabla 25. Análisis de Varianza para proteína**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42,77	4	10,69	89113,25	<0,0001
Tratamiento	42,77	4	10,69	89113,25	<0,0001
Error	1,20E-03	10	1,20E-04		
Total	42,78	14			

**SC:** Suma de cuadrados; **gl:** Grados de libertad; **CM:** Cuadrados medios

(Delgado, 2020).

En la tabla 25 del análisis de varianza para proteína se observa que existe una diferencia estadística significativa ( $p < 0,01$ ), en el modelo y en el tratamiento, lo que da a evidenciar que la proteína varía de acuerdo a las diferentes concentraciones de harina de brócoli.

**Tabla 26. Test de Tukey para proteína**

Tratamiento	Medias	N	E.E.	
A <sub>0</sub>	12,62	3	0,01	A
B <sub>1</sub>	11,88	3	0,01	B
C <sub>2</sub>	10,81	3	0,01	C
D <sub>3</sub>	9,45	3	0,01	D
E <sub>4</sub>	7,92	3	0,01	E

Test: Tukey  $\alpha$  Alfa =0,05 DMS (Diferencia mínima significativa) = 0,02944

(Delgado, 2020).

En la tabla 26 se puede observar cinco grupos diferentes con respecto a la proteína, por lo que se puede decir que los valores obtenidos en la investigación son significativamente diferentes y se argumenta que a medida que se añade harina de brócoli la cantidad de proteína disminuye, el tratamiento con mayor proteína es el **A<sub>0</sub>** con 12,62% y menor es el **E<sub>4</sub>** con 7,92%.

#### 4.3.2. Análisis de resultados

De acuerdo a análisis físico-químicos realizados en la investigación y mediante programas estadísticos, se determinó el mejor tratamiento en base a los resultados obtenidos, tales como; fibra, ceniza y grasa que corresponde al tratamiento E<sub>4</sub>(40% de harina de brócoli y 60% de harina de trigo).

#### 4.3.3. Análisis microbiológicos

**Tabla 27. Análisis microbiológicos (E<sub>4</sub>)**

Análisis	Unidad	Mínimo	Máximo	Resultados
Mohos y levaduras	UFC/g	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$	$8 \times 10^2$
Salmonella	en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Staphylococcus aureus	UFC/g	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	Ausencia

(Delgado, 2020).

En la tabla 27 de los resultados de los análisis microbiológicos realizados al tratamiento **E<sub>4</sub>**, se observa que los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permitidos para Mohos y levaduras  $8 \times 10^2$  UFC/g, en Salmonella y Staphylococcus aureus se registra ausencia, y de esta manera se cumple con los parámetros establecidos en la norma (INEN 1375, 2014).

#### **4.4. Comprobación de la hipótesis**

Al haber concluido los análisis de varianza previamente descritos, ya que ( $p < 0,05$ ) se evidencia una diferencia significativa en los análisis físico-químicos obtenidos de los diferentes tratamientos; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, y de esta forma se afirma que la sustitución parcial de harina de brócoli en una pasta alimenticia influye significativamente en las propiedades y genera un mayor aporte en minerales como: fibra, cenizas, y en menor cantidad grasa.

#### **4.5. Discusión de resultados**

En la presente investigación se obtuvo los siguientes resultados referentes a los análisis físico-químicos (macro y microcomponentes) y microbiológicos.

Debido a la escasez de investigaciones en cuanto a pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli, se compararon los datos obtenidos en la presente investigación con estudios similares.

En la determinación de humedad en harina de brócoli según el método (AOAC, 1977), en la presente investigación se obtuvo un porcentaje de humedad promedio de 4,72%; (González Toro, 2012) “Desarrollo de un producto de panificación a partir de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli”, expresó un resultado promedio de 7,40%; (Ramírez Tixe, 2012) en su estudio “Obtención y caracterización de la fibra dietética a partir del bagazo de brócoli”, se observó un resultado promedio de 10,4%. Por lo que se evidencia que el porcentaje de humedad está dentro de los rangos permitidos para harina de todo uso según (NTE INEN 616, 2015) que anuncia que el valor máximo es de 14,5%; según (Hurtado Andrade, 2016) en su investigación denominada “Efecto de la sustitución parcial de sémola por harina de haba y arveja en pasta”, expresa que es importante conocer la humedad de las harinas ya que es un parámetro relacionado con la estabilidad del producto, mientras menos agua tenga una harina mayor va a ser su duración, ya que existe menor probabilidad de contaminación .

Para cenizas en harina de brócoli según el método (AOAC, 1977), en la presente investigación se obtuvo un resultado de 7,47%, lo cual indica que hay un incremento significativo de macronutrientes y minerales en la pasta de brócoli; en estudios similares de Harina de subproductos del brócoli (Perez Soto, 2013) se evidencia un resultado de 15,44%; (Ramírez Tixe, 2012) en su estudio denominado “Obtención y Caracterización de la fibra dietética a partir del bagazo de brócoli”, presenta un resultado de 3,56% y

según la (NTE INEN 616, 2015) expresa que el valor máximo para harina de todo uso es de 0,8%, estos resultados se deben a que la harina fue obtenida de la inflorescencia del brócoli y el tallo, es por ello que nuestra harina aporta con un alto contenido de cenizas.

En la determinación de grasa en harina de brócoli según el método (AOAC, 1977), en los datos obtenidos en la presente investigación se obtuvo un porcentaje de 0,08%, el cual se encuentra dentro de los límites para harina de todo uso; (Campas Baypoli, y otros, 2009) en su estudio denominado “Composición bioquímica y propiedades físico-químicas de la harina de brócoli”, expresa un resultado de 4,59%; (Ramírez Tixe, 2012) en su estudio “Obtención y Caracterización de la fibra dietética a partir del bagazo de brócoli” demuestra un resultado de 2,65%; al comparar estos datos con los requisitos de la (NTE INEN 616, 2015) de harina para todo uso es de 2%, los datos obtenidos en la presente investigación se encuentran por debajo de los límites permitidos, (FUNIBER, 2005) en la “Base de datos internacional de composición de alimentos”, indica que por una porción de 100 gramos de brócoli existe 0,40 g de grasa total, esto se debe a que el brócoli al ser una hortaliza aporta con bajo contenido de lípidos, ya que alrededor del 80% de su peso es agua (FEN, 2014)

En la determinación de fibra en harina de brócoli según el método (AOAC, 1977), en los datos obtenidos en la presente investigación se registra un porcentaje de 12,16%; (Campas Baypoli, y otros, 2009) en su estudio “Composición bioquímica y propiedades físico-químicas de la harina de brócoli” obtuvo un resultado de 11,55%; (Ramírez Tixe, 2012) en su estudio “Obtención y Caracterización de la fibra dietética a partir del bagazo de brócoli” arrojó resultados de 5,65%; al comparar estos datos con una investigación realizada por (Perez Soto, 2013) en su estudio “Proceso y fabricación de subproductos del brócoli y su implementación parcial en un producto de panificación” presentó un 19,92%; por lo que la harina de brócoli posee una alta cantidad de fibra, lo cual es benéfico ya que ayuda a prevenir el estreñimiento, mejora la glucosa en la sangre (Rodas Chungata, 2013).

En la determinación de proteína en harina de brócoli según el método (AOAC, 1977), según los datos obtenidos en la presente investigación se obtuvo un 4,83%; (Campas Baypoli, y otros, 2009) en su estudio “Composición bioquímica y propiedades físico-químicas de la harina de brócoli”, demuestra un resultado de 22,41%; (Perez Soto, 2013) en su investigación “Proceso y fabricación de subproductos del brócoli y su implementación parcial en un producto de panificación” en su estudio presentó un

resultado de 10,52%; en su investigación; (Ramírez Tixe, 2012) en su estudio “Obtención y Caracterización de la fibra dietética a partir del bagazo de brócoli” se evidenció un resultado de 3,88%; al comparar estos datos con los requisitos de la (NTE INEN 616, 2015) de harina para todo uso es de 9%, en la presente investigación se presenta un menor porcentaje de proteína en relación a otras investigaciones, esto se debe a los subproductos utilizados en la elaboración de harina de brócoli, además que el brócoli al ser una hortaliza aporta con muy poca cantidad de proteína (FEN, 2014).

En el examen químico que se realizó en el laboratorio Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos y dio como resultados para minerales Hierro 840 mg/100g; Fósforo 396 mg/100g; Calcio 58,61 mg/100g; Zinc 25,25, al comparar con los valores obtenidos en el estudio Cultivo del brócoli por (Zamora, 2016), en 100 gramos de una porción fresca comestible de brócoli: Fósforo 66 mg, Calcio 48 mg, Hierro 0,9 mg, según (Olga Moreiras, 2013) en su investigación: Tablas de composición de los alimentos, obtuvo para Fósforo 87 mg/100g; Calcio 56 mg/100g; Zinc 0,6; Hierro 1,7 mg/100g, lo cual indica que los valores emitidos por dicho laboratorio para la harina de brócoli tienen un alto contenido de minerales, de los cuales; el hierro es esencial para la sangre en nuestro organismo, el calcio y el fósforo ayuda a proteger y fijar los dientes y huesos, y zinc lo cual nos ayuda al correcto funcionamiento del sistema nervioso.

Para el producto final; se reportó un contenido de humedad en los datos obtenidos en la presente investigación, se demostró un resultado promedio de 6,70% en los tratamientos realizados en la presente investigación, en el estudio “Elaboración de fideos fortificados” por (Yanqui, 2013) reporta que el contenido de humedad para fideos es de 13,5%; también menciona (Morales Muñoz, 2008) en su estudio “Elaboración de fideos fritos con harina de quinua y espinaca”, presentó resultados que se encuentran en un rango de 2,10% a 1,13%; es decir en nuestra investigación el contenido promedio de humedad es de 6,70%, ha sido esto favorable, ya que en un bajo contenido de humedad existe menor posibilidad de contaminación en el producto y según (INEN 1375, 2014) menciona que el producto es aceptable si tiene un contenido de humedad máximo del 14%, por lo tanto; el producto final realizado en la presente investigación es aceptable, un factor importante es un correcto empacado, ya que si la pasta absorbe humedad del ambiente existe mayor riesgo de contaminación en el producto.

Para el contenido de cenizas en el estudio realizado, el mejor tratamiento es el E<sub>4</sub> con 7,73%, estudios similares de “Elaboración de fideos fritos enriquecidos con harina de

quinua y espinaca”, por (Morales Muñoz, 2008) mismo que menciona un valor promedio de 4,90%, (Arroba, 2011) en su estudio “Aprovechamiento de las propiedades nutritivas del brócoli para generar un aporte nutricional en pastas alimenticias de tipo pre-cocido a partir de extracto vegetal”, presentó el siguiente resultado 1,05% y según (INEN 1375, 2014) expresa que el producto debe tener un 1,50% para pastas alimenticias con vegetales, de esta manera se observa que nuestro producto se encuentra fuera del límite máximo permitido por la normativa vigente para pasta alimenticia, esto debido a que la harina de brócoli posee un incremento significativo de macronutrientes y minerales según (Casanova Yandún & Suárez Cruceira, 2011)

Para el contenido de grasa, según los datos obtenidos en la presente investigación el mejor tratamiento es el E<sub>4</sub> con 7,26%, según (Vedia Quispe, Espinoza, Deyse Gurak, & Ruano Ortiz, 2016) en su estudio “Calidad físico-química, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto”, mencionan que el contenido de grasa presente en dicha pasta alimenticia es de 2,06%, la diferencia de resultados dependen de la harina utilizada y al ser el brócoli una hortaliza, posee una baja cantidad de grasa (FEN, 2014), además una dieta baja en grasa puede contribuir a prevenir el aumento de peso y reducir el riesgo de obesidad, un factor importante e independiente de las enfermedades no transmisibles (OMS, 2019).

Para el contenido de fibra, según los datos que se evidencian en la presente investigación el mejor tratamiento es el E<sub>4</sub> con 5,6%, según (Astaíza, Ruiz, & Elizalde, 2010) en su estudio “Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua y zanahoria”, obtuvieron resultados promedios de 1,96% a 3,38%; según la investigación de (Chiquito González & Andrade Dicao, 2007) “Elaboración de fideo a base de espinaca y zanahoria como alimento nutricional para niños y personas de la tercera edad”, menciona un resultado 3,4%, los datos obtenidos en la investigación se deben a la cantidad elevada de fibra que posee, además de los beneficios que brinda la harina de brócoli, (FEN, 2014) ya que tener una dieta rica en fibra nos protege contra la ECC (Enfermedades Cardiovasculares y Diabetes), también da un efecto de saciedad, lo cual nos ayuda a controlar el peso) (Rodas Chungata, 2013).

Para el contenido de proteína según los datos obtenidos en la presente investigación se escogió el tratamiento E<sub>4</sub> con 7,92%; según (Casanova Yandún & Suárez Cruceira, 2011) en su estudio “Elaboración de fideo enriquecido con harina de haba y brócoli”, mencionan que sus resultados fueron 27,98%, según (Astaíza, Ruiz, & Elizalde, 2010) en

su estudio “Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua y zanahoria”, los resultados promedios que presentaron son de 13,32% a 14,90%, según (INEN 1375, 2014) para pasta alimenticia con vegetales es de 10%; al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que el alimento desarrollado tiene un déficit en contenido proteico y debido a que el brócoli por ser una hortaliza posee un alto contenido de macronutrientes y minerales.

El análisis microbiológico que se realizó al mejor tratamiento (E4), los resultados obtenidos en la presente investigación para Mohos y levaduras  $8 \times 10^2$  (ufc/g), en Salmonella y Sthaphylococcus Aureus se registra ausencia, según los parámetros requeridos en la normativa vigente (INEN 1375, 2014) para Mohos y Levaduras el máximo es  $1 \times 10^3$ , para Salmonella es Ausencia, Sthaphylococcus Aureus  $1 \times 10^2$ , por lo tanto los resultados de los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los límites permitidos en la norma.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Se realizó harina de brócoli mediante un proceso de deshidratación, se caracterizó la harina mediante diferentes análisis físico-químicos, la misma que sirvió para la elaboración de la pasta alimenticia con diferentes sustituciones, también se presentaron resultados en minerales como son: Fósforo 396 mg/100 g, Calcio 58,61 mg/ 100 g, Hierro 840 mg/100 g y Zinc 25,25 mg/100 g.
- Para la elaboración de la pasta alimenticia se han diseñado cinco formulaciones en tres lotes diferentes, se realizó un análisis por triplicado de cada una, en dónde: A<sub>0</sub> muestra control, B<sub>1</sub> (10%); C<sub>2</sub> (20%); D<sub>3</sub> (30%) y E<sub>4</sub> (40%).
- Se concluye que el mejor tratamiento es el E<sub>4</sub>, debido a los resultados presentados en el análisis físico-químico, en cenizas, 7,73%; grasa 7,26%; fibra 5,6%; de esta forma se logra incrementar el valor nutricional del producto.

## **RECOMENDACIONES**

- Desarrollar nuevos productos a base de brócoli, para aprovechar los beneficios que brinda esta hortaliza.
- Elaborar un estudio de mercado para la comercialización de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli para determinar la factibilidad de la industrialización de este producto.
- Investigar el uso de harina de brócoli en productos de panificación y pastelería, debido a los beneficios nutricionales que el producto aporta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADCA. (10 de diciembre de 2013). *Agencia de Defensa de la Competencia de Andalucía*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=18&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUrOXr85\\_mAhXKwVkKHb7JAqwQFjARegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.juntadeandalucia.es%2Fdefensacompetencia%2Fsites%2Fall%2Fthemes%2Fcompetencia%2Ffiles%2Ffichas%2Fpdf%2F1](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=18&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUrOXr85_mAhXKwVkKHb7JAqwQFjARegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.juntadeandalucia.es%2Fdefensacompetencia%2Fsites%2Fall%2Fthemes%2Fcompetencia%2Ffiles%2Ffichas%2Fpdf%2F1)
- Alimentos Argentinos. (octubre de 2014). *Nutrición y educación alimentaria*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUrOXr85\\_mAhXKwVkKHb7JAqwQFjAOegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agroindustria.gob.ar%2Fsitio%2FAreas%2Fescuelagro%2F\\_archivos%2F%2F000010\\_Alimentos%2F000000\\_Educacion%2F](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUrOXr85_mAhXKwVkKHb7JAqwQFjAOegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agroindustria.gob.ar%2Fsitio%2FAreas%2Fescuelagro%2F_archivos%2F%2F000010_Alimentos%2F000000_Educacion%2F)
- AOAC. (1977). *MÉTODOS DE ANÁLISIS (B.O.E. 19-7-1977 y 20-7-1977)*. Obtenido de <http://www.usc.es/caa/MetAnalisisStgo1/derivados%20de%20cereales.pdf>.
- Arland Darley Rodriguez Málaga, S. E. (2017). Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/5335>
- Arroba, C. (mayo de 2011). *Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi0kIPZ\\_p7mAhVKj1kKHWXVDQEjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.uta.edu.ec%2Fhandle%2F123456789%2F841%3Flocale%3Dde&usg=AOvVaw1LM6CjlySdY9g7TDOaJUT0](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi0kIPZ_p7mAhVKj1kKHWXVDQEjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.uta.edu.ec%2Fhandle%2F123456789%2F841%3Flocale%3Dde&usg=AOvVaw1LM6CjlySdY9g7TDOaJUT0)
- Arturo, Y. T. (octubre de 2013). Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2658>
- Astaíza, M., Ruiz, L., & Elizalde, A. (19 de febrero de 2010). *Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612010000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100006)
- Astaiza, R. E. (09 de Febrero de 2010). *pdf*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a06.pdf>
- British Broadcasting Corporation. (10 de junio de 2011). Aseguran que el brócoli previene y "mata" el cáncer. *Científicos en Estados Unidos aseguran que el sulforafano, un compuesto que se encuentra en el brócoli y otras plantas crucíferas, no sólo posee propiedades anticancerosas sino también puede matar selectivamente a células cancerosas*, pág. [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/06/110610\\_brocoli\\_compuesto\\_cancer\\_men](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/06/110610_brocoli_compuesto_cancer_men).
- Burgi Lorena, C. M. (2008). *pdf*. Obtenido de <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/08/Tesina-Quinoa-y-Amaranto-gastronomia.pdf>

- CAB International. (2007). Crop Protection Compendium Base de datos.
- Campas Baypoli, O., Sánchez Machado, D., Bueno Solano, C., Nuñez Castéllum , J., Reyes Moreno, C., & López Cervantes, J. (1 de noviembre de 2009). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. Obtenido de Academia Edu: [http://www.academia.edu/20796854/Campas-Baypoli\\_ON\\_S%C3%A1nchez-Machado\\_DI\\_Bueno-Solano\\_C\\_Nu%C3%B1ez-Gast%C3%A9lum\\_JA\\_Reyes-Moreno\\_C\\_L%C3%B3pez-Cervantes\\_J.\\_2009.\\_Biochemical\\_composition\\_and\\_physicochemical\\_properties\\_of\\_broccoli\\_flour.\\_International\\_Jour](http://www.academia.edu/20796854/Campas-Baypoli_ON_S%C3%A1nchez-Machado_DI_Bueno-Solano_C_Nu%C3%B1ez-Gast%C3%A9lum_JA_Reyes-Moreno_C_L%C3%B3pez-Cervantes_J._2009._Biochemical_composition_and_physicochemical_properties_of_broccoli_flour._International_Jour)
- Casanova Yandún, G. M., & Suárez Cruceira, N. V. (2011). *Repositorio Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2130>
- CESDE. (13 de octubre de 2011). *Webnode*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj5sSX-Z\\_mAhXwuFkKHYkiC\\_IQFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Ffiles.cocinacaliente.webnode.es%2F200000017-5e1405f124%2FLA%2520PASTA.pdf&usg=AOvVaw2ejsQcl2W-BBej4Apb4LC7](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj5sSX-Z_mAhXwuFkKHYkiC_IQFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Ffiles.cocinacaliente.webnode.es%2F200000017-5e1405f124%2FLA%2520PASTA.pdf&usg=AOvVaw2ejsQcl2W-BBej4Apb4LC7)
- Chiquito González, K., & Andrade Dicao, G. (2007). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/875/1/985.pdf>
- Corporación Financiera Nacional . (octubre de 2017). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj5s6X6Z7mAhWHjFkKHQRPCaEQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.cfn.fin.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F10%2FFS-Fideos-y-Pastas-Final-octubre-2017.pdf&usg=AOvVaw3rLZ>
- El Productor. (22 de 06 de 2013). El Productor el periódico del campo. *El brócoli sostiene a las familias de Gatazo Zambrano*.
- Eroski. (2009). *pdf*. Obtenido de <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/cereales-y-derivados/2003/08/01/63875.php>
- FAO. (2003). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-y4705s.pdf>
- FAO. (2018). Obtenido de <http://www.fao.org/3/i9553es/i9553es.pdf>
- FEN. (15 de octubre de 2014). *Verduras, Hortalizas y Frutas*. Obtenido de <http://www.fen.org.es/blog/verduras-hortalizas-y-frutas/>
- FUNDACIÓN Carlos Jlim . (s.f.). *INFO Tipos de harina* . Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiq7d6KiaDmAhUOm1kKHUcKC9wQFjAMegQI>

- ARAC&url=https%3A%2F%2Fcapacitateparaelemplo.org%2Fassets%2F3ktsiko.pdf&usg=AOvVaw0sMm55WWYCwz-jUMAQ8z\_6
- FUNIBER. (2005). *FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMÉRICANA*. Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/BROCOLI-1>
- Gall, J. L. (2006). *Red redial*. Obtenido de [http://www.red-redial.net/doc\\_adj/anuario/88-brocoli-ecuador.pdf](http://www.red-redial.net/doc_adj/anuario/88-brocoli-ecuador.pdf)
- García Román, M. (2011). *Universidad de Granada*. Obtenido de <https://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>
- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2013). Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/cambio-de-la-matriz-productiva-es-un-desafio-para-el-gobierno-nacional/>
- Gómez, E., Guerra, M., Arias, J., Mujica, D., & Guerrero, F. (11 de mayo de 2011). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Obtenido de <http://oaji.net/pdf.html?n=2017/4924-1495327328.pdf>
- González Toro, A. (2012). *Biblioteca digital de la Universidad de San Buenaventura, Cali*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1107/1/Panificaci%C3%B3n\\_Trigo\\_Br%C3%B3coli\\_Gonz%C3%A1lez\\_2012.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1107/1/Panificaci%C3%B3n_Trigo_Br%C3%B3coli_Gonz%C3%A1lez_2012.pdf)
- Granito , M., Torres , A., & Guerra , M. (2003 de julio de 2003). *SCIELO*. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442003000700004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004)
- Huayanay, N. (16 de julio de 2016). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/318441918/El-Proceso-de-Elaboracion-de-Pastas-Alimenticias>
- Hurtado Andrade, M. I. (Diciembre de 19 de 2016). *Repositorio Universidad San Francisco de Quito*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6071>
- INEN 1375. (diciembre de 2014). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_1375-2.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_1375-2.pdf)
- INEN. (2000). Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.1375.2000/page/n5>
- INEN. (Diciembre de 2014). *INEN SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjB2u6g8Y3mAhhXtltkKHWewCcQQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Farchive.org%2Fdetails%2Fec.nte.1375.2000&usg=AOvVaw1SISVJKdC8cNPjy9PMest6>
- Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. (2019). *Incorporación de Hojas Externas de Brócoli y Coliflor en Pasta Fresca Verde: Parámetros*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/1/4.pdf>

- Loubes, M. A. (27 de 03 de 2015). *Biblioteca Digital FCEN-UBA*. Obtenido de [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n5660\\_Loubes.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5660_Loubes.pdf)
- Martinez, C. (2010). *pdf*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2694/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2694/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Mercola. (8 de enero de 2017). *Alimentos saludables*. Obtenido de <https://alimentosaludables.mercola.com/brocoli.html>
- Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación. (2017). Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiGtfDw6p7mAhWlq1kKHjYjdBGMQFjADegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agroindustria.gob.ar%2Fsitio%2Fareas%2Fss\\_mercados\\_agropecuarios%2Fapertura\\_de\\_mercados%2Fanalisis\\_foda%2F](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiGtfDw6p7mAhWlq1kKHjYjdBGMQFjADegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agroindustria.gob.ar%2Fsitio%2Fareas%2Fss_mercados_agropecuarios%2Fapertura_de_mercados%2Fanalisis_foda%2F)
- Ministerio de comercio exterior e inversiones. (enero de 2018). *Informe sector brocolero del Ecuador*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjN-erFqJ\\_mAhUHvVkKHjYq7CRcQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fissuu.com%2Ftelmoiii%2Fdocs%2Finforme\\_sector\\_brocoli\\_18\\_enero\\_201&usg=AOvVaw1huUEt9uE4f8IqxRLxAYqv](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjN-erFqJ_mAhUHvVkKHjYq7CRcQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fissuu.com%2Ftelmoiii%2Fdocs%2Finforme_sector_brocoli_18_enero_201&usg=AOvVaw1huUEt9uE4f8IqxRLxAYqv)
- MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR E INVERSIONES. (2018). *ÍNFORME SECTOR BROCOLERO DEL ECUADOR*. Quito: Dirección de Estudios Económicos y Comerciales.
- Moderna Alimentos S.A. (septiembre de 24 de 2018). *Harina*. Obtenido de <https://www.moderna.com.ec/industrias/derivados/>
- Morales Muñoz, A. M. (2008). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/505>
- Morales, A. (2008). *pdf*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/505/1/03%20AGI%20234%20TESIS.pdf>
- Navarrete Jaramillo, A. A. (2013). *Repositorio Universidad de Chile*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140570>
- NORMALIZACIÓN, I. S. (diciembre de 2014). *NTE INEN 1375*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjB2u6g8Y3mAhXtltkKHwewCcQQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Farchive.org%2Fdetails%2Fec.nte.1375.2000&usg=AOvVaw1SISVJKdC8cNPjy9PMest6>
- NTC. (2007). *pdf*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/58308166/NTC-1055-Pastas-Alimenticias>
- NTE INEN 1375*. (diciembre de 2014). Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjB2u6g8Y3mAhXtltkKHwewCcQQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Farchive.org%2Fdetails%2Fec.nte.1375.2000&usg=AOvVaw1SISVJKdC8cNPjy9PMest6>

rja&uact=8&ved=2ahUKEwjB2u6g8Y3mAhXttlKHWewCcQQFjAAegQIAR  
AB&url=https%3A%2F%2Farchive.org%2Fdetails%2Fec.nte.1375.2000&usg=  
AOvVaw1SISVJKdC8cNPjy9PMest6

NTE INEN 1529-14. (1998). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.  
Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.1529.14.1998>

NTE INEN 616. (enero de 2015). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de  
<https://181.112.149.204/buzon/normas/nte-inen-616-4.pdf>

NTE INEN-0520. (1981). Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.0520.1981>

NTE INEN-0520. (1981). Obtenido de  
[https://archive.org/stream/ec.nte.0519.1981/ec.nte.0519.1981\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/ec.nte.0519.1981/ec.nte.0519.1981_djvu.txt)

NTE INEN-0521. (1981). Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.0521.1981>

NTE INEN-0522. (1981). Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0522.1981>

NTE INEN-0523. (1981). Obtenido de  
[https://archive.org/stream/ec.nte.0523.1981/ec.nte.0523.1981\\_djvu.txt](https://archive.org/stream/ec.nte.0523.1981/ec.nte.0523.1981_djvu.txt)

NTE INEN-0526. (1981). Obtenido de <https://archive.org/details/ec.nte.0526.1981>

NTE INEN-1529. (1994). Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.15.1996>

NTE INEN-1529. (1998). Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.10.1998>

NTE-INEN 1529-5 . (1998). Quito, Ecuador.

NTE-INEN 1529-8. (1998). Quito, Ecuador.

Nutricienta. (2019). *Propiedades nutricionales: Pasta alimenticia*. Obtenido de  
<https://www.nutricienta.com/alimento/pasta-alimenticia>

Olga Moreiras, A. C. (2013). *Tablas de Composicion de los alimentos*. Obtenido de  
[https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-  
tablas\\_de\\_composicion\\_de\\_alimentos.pdf](https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf)

OMS. (20 de diciembre de 2019). *Biblioteca electrónica de documentación científica  
sobre medidas nutricionales*. Obtenido de  
[https://www.who.int/elena/titles/fruit\\_vegetables\\_ncds/es/](https://www.who.int/elena/titles/fruit_vegetables_ncds/es/)

Perez Soto, V. I. (Enero de 2013). *Biblioteca de la Universidad de San Carlos de  
Guatemala*. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1290\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1290_Q.pdf)

Ponce García, N. (septiembre de 2015). *Repositorio de la Universidad Autónoma de  
México*. Obtenido de  
[http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32457/secme-  
8641.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32457/secme-8641.pdf?sequence=1)

Ponce, M. (22 de diciembre de 2015). *Repositorio Universidad San Francisco de Quito*.  
Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5615?mode=full>

Ramírez Tixe, E. E. (2012). *Repositorio de la Universidad Nacional del Centro de Perú*.  
Obtenido de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1961/Ramirez%20Tixe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reglamento Técnico Salvadoreño. (2013). *INMETRO*. Obtenido de [http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CSLV\\_180.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CSLV_180.pdf)

Requena. (2013). *HARINAS, DERIVADOS, FECULAS Y ALMIDONES*. Obtenido de [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero\\_60/JOSE\\_REQUENA\\_1.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_REQUENA_1.pdf).

Requena Peláez, J. M. (2013). *Central Sindical Independiente y de Funcionarios*. Obtenido de [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero\\_60/JOSE\\_REQUENA\\_1.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_REQUENA_1.pdf)

Requena, J. (junio de 2013). *Innovación y Experiencias Educativas*. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN\\_8\\_ZhaDmAhWktVkKHXRCDDGQQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Farchivos.csif.es%2Farchivos%2Fandalucia%2Fensenanza%2Frevistas%2Fiee%2FNumero\\_60%2FJOSE\\_REQUENA\\_1.pdf&usg=AO](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN_8_ZhaDmAhWktVkKHXRCDDGQQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Farchivos.csif.es%2Farchivos%2Fandalucia%2Fensenanza%2Frevistas%2Fiee%2FNumero_60%2FJOSE_REQUENA_1.pdf&usg=AO)

Rodas Chungata, L. R. (2013). *dspace Universidad del Azuay*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3261/1/10035.pdf>

Rosero Bustos, A. M. (25 de Marzo de 2015). *Repositorio Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/350/1/247%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20adaptabilidad%20de%20cuatro%20variedades%20de%20br%C3%B3coli%20%28Br%C3%A1sica%20oleracea%20var.%20It%C3%A1lica%29%20en%20el%20Centro%20Experimental%20San%20Franci>

Sánchez. (2013). Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjswKCKip\\_mAhXotlkKHUqRA7UQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.uce.edu.ec%2Fhandle%2F25000%2F2042&usg=AOvVaw2FnDcL5v2UGVMzUpfYNKe0](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjswKCKip_mAhXotlkKHUqRA7UQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.uce.edu.ec%2Fhandle%2F25000%2F2042&usg=AOvVaw2FnDcL5v2UGVMzUpfYNKe0)

SAQUIM. (octubre de 2019). *Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos*.

Torres, A. (2009). *artículo científico*. Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522009000100005](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522009000100005)

Vedia Quispe, V. S., Espinoza, S. K., Deyse Gurak, P., & Ruano Ortiz, J. A. (12 de agosto de 2016). *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2174-51452016000300005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000300005)

- Yanqui Toapanta, C. A. (octubre de 2013). *Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Cotopaxi* . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2658>
- Yanqui, C. (Octubre de 2013). *pdf* . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2658/1/T-UTC-00195.pdf>
- Zamora Everardo . (enero de 2016). *Universidad de Sonora*. Obtenido de <http://dagus.uson.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>
- Zamora, E. (Enero de 2016). *Universidad de Sonora*. Obtenido de <http://dagus.uson.mx/Zamora/BROCOLI-DAG-HORT-010.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1. Obtención de la materia prima



Anexo 2. Control de calidad (Materia prima)



Anexo 3. Pesado (Balanza Analítica)



Anexo 4. Tamizado



Anexo 5. Mezclado/Amasado



Anexo 6. Reposo



Anexo 7. Laminado (Laminadora Sainovo- OS0044651)



Anexo 9. Trefilado



Anexo 10. Secado (Secador de bandejas)



Anexo 11. Enfriado (Temperatura ambiente)



Anexo 12. Empacado (Bolsas de polipropileno de alta densidad)



Anexo 13. Almacenado (Temperatura ambiente)



Anexo 14. Cuantificación de minerales en harina de brócoli



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

**EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO: 174-19**

**CLIENTE:** Deysi Delgado

**TIPO DE MUESTRA:** Harina de Brócoli

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 06 de septiembre del 2019

**FECHA DE MUESTREO:** 06 de septiembre del 2019

**EXAMEN FÍSICO**

**COLOR:** Verde

**OLOR:** Característico

**ASPECTO:** Homogéneo libre de material extraño

**EXAMEN QUÍMICO**

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Fósforo	mg/100g	-	396
Calcio	mg/100g	-	58.61
Zinc	mg/100g	-	25.25
Hierro	mg/100g	-	840

**RESPONSABLE:** Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

**Dra. Gina Álvarez R.**



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.