

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y  
ALIMENTOS**

**TESIS PROFESIONAL**

**“SALCHICHA VEGETARIANA  
ADICIONADA DE COMPUESTOS  
BIOACTIVOS ENCAPSULADOS”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA**

**VELASCO ALTUNAR PATRICIA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. GILBER VELA GUTIERREZ**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS**

**20 DE OCTUBRE DE 2023**



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi madre por su apoyo infinito, comprensión y motivación que me brindo durante toda mi carrera, ayudándome en los momentos más difíciles.

Le doy gracias a Dios por permitirme terminar esta etapa de mi vida que sin su fortaleza y las ganas de seguir adelante no hubiera logrado terminar este proyecto que fue lo más tedioso y a la vez una maravillosa experiencia llena satisfacción.

Agradezco a mi papá por ayudarme y brindarme su apoyo y preguntarme todos los días como me fue en la universidad.

Agradezco a mis hermanos por acompañarme en las noches de desvelo y hacerme reír cuando mas lo necesitaba.

Agradezco a mis profesores por enseñarme todo lo que se y formarme como profesionista, por tenerme paciencia y mucha calma.

Agradezco al Dr. Gilber y a la Mtra. Anahí por darme la oportunidad y brindarme su confianza durante el desarrollo de la tesis.

Agradezco infinitamente a la Dra. Dolores Vidal y al Médico. Irving del instituto de biología por brindarme su apoyo durante el desarrollo del modelo murrino.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 02 de octubre de 2023

C. Patricia Velasco Altunar

Pasante del Programa Educativo de: Ciencia y Tecnología de Alimentos

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:  
"Salchicha Vegetariana adicionada de compuestos bioactivos encapsulados"

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

Mtra. Erika Judith López Zúñiga

Mtro. Alejandro de Jesús Toledo Nanguel

Dr. Gilber Vela Gutiérrez



COORDINACIÓN  
DE TITULACIÓN

Ccp.Expediente

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción  | 2  |
| Justificación   | 4  |
| Planteamiento del problema  | 5  |
| Objetivos   | 6  |
| General   | 6  |
| Específicos   | 6  |
| Marco teórico   | 7  |
| Vegetarianismo  | 7  |
| Historia  | 7  |
| Tipos de vegetarianos   | 8  |
| Beneficio a la salud  | 8  |
| Residuos agroindustriales   | 9  |
| Porcentaje de residuos generados anualmente de los alimentos ( <i>Carica papaya</i> L.) | 9  |
| Cáscara y semilla de papaya como agro residuo   | 10 |
| Papaya  | 12 |
| Porcentaje de Producción de la papaya en México   | 12 |
| Composición de la papaya  | 13 |
| Propiedades de la papaya y semillas   | 13 |
| Compuestos bioactivos de la papaya  | 15 |
| Malanga ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> )   | 15 |
| Clasificación taxonómica variedad <i>Xanthosoma</i>                                     | 15 |
| Composición nutrimental   | 16 |
| Compuestos bioactivos   | 18 |
| Tipos de compuesto bioactivos   | 18 |
| Extracción de compuestos bioactivos   | 18 |
| Adición de compuestos bioactivos en alimentos   | 19 |
| Almidón   | 20 |
| Propiedades físicas del almidón   | 20 |
| Propiedades funcionales del almidón   | 21 |
| Gelatinización  | 21 |
| Poder de hinchamiento y solubilidad   | 21 |
| Viscosidad  | 21 |
| Encapsulación   | 22 |

|   |    |
|---|----|
| Tipos de encapsulación  | 23 |
| Técnicas de micro encapsulados  | 23 |
| Encapsulación en emulsión   | 23 |
| Encapsulación mediante secado por atomización   | 24 |
| Secado por aspersión  | 24 |
| Embutidos   | 25 |
| Composición de embutidos  | 25 |
| Tipos de tripas   | 26 |
| Tripa de cerdo  | 26 |
| Tripa de ovino  | 26 |
| Tripa de bovino   | 27 |
| Tripa de colágeno comestible  | 27 |
| Tripa de celulosa   | 27 |
| Tripa plástica  | 27 |
| Fundas fibrosas   | 27 |
| Tripa vegetal   | 28 |
| Tripa gruesa  | 28 |
| Grasa vegetal   | 28 |
| Clasificación de Embutidos  | 28 |
| Embutidos vegetarianos  | 31 |
| Comparativo de Embutidos Cárnicos y Vegetarianos                                      | 31 |
| Análisis sensorial  | 32 |
| Textura   | 32 |
| La textura se ha clasificado de acuerdo a tres fases elaboradas por Brandt, M.A. 1963 | 34 |
| Materias primas   | 34 |
| Leguminosas   | 34 |
| Soya  | 35 |
| Características nutricionales   | 36 |
| Soya texturizada  | 37 |
| Beneficios de la soya   | 37 |
| Principales beneficios de la soya   | 37 |
| Lenteja   | 39 |
| Valoración nutricional  | 40 |
| Garbanzo  | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Taxonomía del garbanzo  | 41 |
| Composición nutricional   | 41 |
| Propiedades y beneficios.   | 41 |
| Hipótesis   | 42 |
| Metodología   | 43 |
| Tipo de investigación   | 43 |
| Variables   | 43 |
| Pruebas analíticas  | 44 |
| Población   | 44 |
| Descripción de las materias primas                                  | 45 |
| Material biológico  | 45 |
| Materias primas   | 45 |
| Reactivos   | 46 |
| Materiales (laboratorio o de cocina)                                | 46 |
| Equipos (análisis y elaboración del producto)                       | 46 |
| Diagrama de proceso   | 47 |
| Diagrama de flujo general   | 47 |
| Descripción de cada etapa del diagrama                              | 48 |
| Ensayo en un modelo de murino                                       | 48 |
| Descripción de técnicas analíticas                                  | 49 |
| Extracción de almidón   | 50 |
| Método de ácido cítrico al 0.1%                                     | 50 |
| Técnica de extracción de compuestos bioactivos                      | 50 |
| Determinación de polifenoles totales                                | 51 |
| Análisis químico proximal   | 51 |
| Microbiológico  | 52 |
| Análisis de datos   | 53 |
| Resultados y discusión  | 54 |
| Obtención de almidón de malanga ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> ) | 54 |
| Análisis sensorial de la salchicha vegetariana                      | 54 |
| Olor, color y apariencia  | 54 |
| Sabor   | 56 |
| Textura   | 57 |
| Análisis microbiológico de la salchicha vegetariana                 | 58 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Vida de anaquel                       | 58 |
| Análisis químico proximal             | 59 |
| Determinación de compuestos fenólicos | 60 |
| Análisis experimental modelo murino   | 61 |
| Conclusión                            | 65 |
| Recomendaciones                       | 67 |
| Glosario                              | 68 |
| Referencias documentales              | 69 |
| Anexos                                | 77 |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Dietas vegetarianas.  | 8  |
| Tabla 2. Composición de la fruta de papaya   | 14 |
| Tabla 3. Comparación de la composición nutrimental de la malanga en crudo y cocido               | 17 |
| Tabla 4. Tipos de embutidos  | 29 |
| Tabla 5. Ventajas y desventajas  | 31 |
| Tabla 6. Clasificación de los atributos de textura   | 32 |
| Tabla 7. Características mecánicas primarias de textura  | 33 |
| Tabla 8: Características mecánicas secundarias de textura  | 33 |
| Tabla 9. Categorización de variables   | 43 |
| Tabla 10. Diseño experimental  | 43 |
| Tabla 11. Formulación para la salchicha.   | 44 |
| Tabla 12. Análisis sensorial en cuanto al atributo del olor de la salchicha vegetariana.         | 54 |
| Tabla 13. Análisis sensorial en cuanto al atributo de color de la salchicha vegetariana.         | 55 |
| Tabla 14: Análisis sensorial en cuanto al atributo de la apariencia de la salchicha vegetariana. | 55 |
| Tabla 15. Resultados del análisis sensorial del sabor de la salchicha vegetariana                | 56 |
| Tabla 16. Análisis sensorial de la textura de la salchicha vegetariana.                          | 57 |
| Tabla 17. Resultados del análisis microbiológico de la salchicha vegetariana.                    | 58 |
| Tabla 18. Resultados del análisis químico proximal de la salchicha vegetariana.                  | 59 |
| Tabla 19. Absorbencias del estándar de ácido gálico a 750 nm.                                    | 60 |
| Tabla 20. resultados de fenoles totales en el extracto de la cascara de papaya                   | 61 |
| Tabla 21. Resultados del ego de la rata experimental caja 1 (R1)                                 | 62 |
| Tabla 22. ganancia de peso de las ratas experimentales Vs control                                | 64 |



## Índice de figuras

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Principales estados productores de papaya (González <i>et al.</i> , 2015). | 13  |
| Figura 2. Papaya y semillas (Santana <i>et al.</i> , 2019)                           | 14  |
| Figura 3. Cultivo de malanga ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> )                     | 16  |
| Figura 4. Curva de calibración de ácido gálico.                                      | 60  |
| Figura 5: comportamiento de la pérdida de peso en comparación de la rata control.    | 62  |
| Figura 6: comportamiento del peso con cambio de alimento                             | 64  |
| Figura 7: Alumnos de la lic. CyTA realizando el análisis sensorial                   | 90  |
| Figura 8: Alumnos de la Lic. nutrición realizando el análisis sensorial              | 90  |
| Figura 9: Alumnos de 1er semestre de la Lic. CyTA realizando el análisis sensorial   | 91  |
| Figura 10: Alumnos de la Lic. odontología realizando el análisis sensorial           | 91  |
| Figura 11: alumnos de la Lic. odontología realizando el análisis sensorial           | 91  |
| Figura 12: análisis microbiológico de las 2 formula.                                 | 92  |
| Figura 13: muestra limpia de s.s   | 93  |
| Figura 14: preparación de las muestras   | 93  |
| Figura 15: muestra limpia m.l  | 93  |
| Figura 16: muestra limpia b.r.v  | 94  |
| Figura 17: muestra de salchicha después de 30 días en refrigeración.                 | 94  |
| Figura 18: análisis microbiológico de las 2 formulas vida de anaquel.                | 95  |
| Figura 19: cajas limpia (testigo).   | 95  |
| Figura 20: cajas limpia vida de anaquel b.r.v.                                       | 95  |
| Figura 21: muestra limpia de s.s vida de anaquel.                                    | 96  |
| Figura 22: muestra limpia de m.l vida de anaquel.                                    | 96  |
| Figura 23: muestra limpia de m.l vida de anaquel.                                    | 96  |
| Figura 24: tamizado del almidón.   | 97  |
| Figura 25: charola con almidón.  | 97  |
| Figura 26: charola con almidón para secar en el horno.                               | 97  |
| Figura 27: almidón seco y listo para moler y tamizar.                                | 98  |
| Figura 28: almidón.  | 98  |
| Figura 29: muestras para lectura en el espectrofotómetro.                            | 99  |
| Figura 30: muestras en reposo.   | 100 |
| Figura 31: lecturas de las muestras.   | 100 |
| Figura 32: lecturas de las muestras.   | 101 |
| Figura 33: muestras en el espectrofotómetro.   | 101 |
| Figura 34: extracción de los compuestos fenólicos.                                   | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 35: filtración del extractó.                           | 102 |
| Figura 36: determinación de ceniza.                           | 102 |
| Figura 37: determinación de grasa.                            | 102 |
| Figura 38: determinación de fibra.                            | 103 |
| Figura 39: determinación de ceniza en la mufla.               | 103 |
| Figura 40: determinación de proteína.                         | 103 |
| Figura 41: determinación de proteína.                         | 104 |
| Figura 42: determinación de proteína destilado de la muestra. | 104 |
| Figura 43: papel filtro con la muestra seca de fibra.         | 104 |
| Figura 44: titulación de la muestra de proteína.              | 105 |
| Figura 45: muestras tituladas de proteína.                    | 105 |
| Figura 46: rata control.                                      | 105 |
| Figura 47: rata experimental con el producto.                 | 106 |
| Figura 48: rata experimental con el producto.                 | 106 |
| Figura 49: rata experimental realizando la biopsia.           | 107 |
| Figura 50: ratas experimentales y control.                    | 107 |
| Figura 51: ratas experimentales con intestino inflamado.      | 107 |
| Figura 52: preparación de la formula.                         | 108 |
| Figura 53: amasado de la formula.                             | 108 |
| Figura 54: salchicha cruda.                                   | 108 |
| Figura 55: salchicha cocida.                                  | 108 |
| Figura 56: embutido.  | 109 |
| Figura 57: embutido manual.                                   | 109 |

# INTRODUCCIÓN

El vegetarianismo es una práctica basada en una dieta alimenticia de productos de origen vegetal, aunque esta también acepta ingerir productos de origen animal como lo son la leche y huevos (Real Academia Española, 2020).

La dieta vegetariana o vegana se ha convertido en una de las opciones de alimentación para un gran número de familias que consideran este régimen dietario como, ideal para sus hijos, y es importante considerar que la omisión de ciertos alimentos implica un riesgo nutricional importante en el crecimiento y el desarrollo del niño debido a la posible deficiencia de micronutrientes (Gutiérrez, 2022).

Según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición el estilo de vida vegetariano se le atribuye mayores beneficios en relación al estilo de vida no vegetariana, ya que reduce el riesgo de sufrir enfermedades tales como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, salud ósea, obesidad. Sin embargo, los embutidos vegetarianos son una forma de comer, pero de una manera totalmente diferente ya que estos están libres de materia cárnica y son elaborados a base de ingredientes vegetales reemplazando la textura de la carne. Los embutidos son de los productos con más venta y consumo alrededor del mundo. Estos generalmente son introducidos en las tripas naturales de algunos animales. Las tripas para embutidos, por lo común, son clasificadas por tamaño, calidad y principalmente por el animal de donde provienen.

En los últimos años se ha generado una gran competencia en distintas áreas de comercio, entre ellos destaca la industria alimentaria debido al auge, se ha vuelto necesario el estudio y diseño de nuevos productos alimenticios así como el mejoramiento de los productos existentes, debido a que solamente hay antecedentes de compuestos antioxidantes, agentes antimicrobianos en recubrimientos y películas en alimentos que permite prolongar la vida de anaquel de los productos empaquetados, dentro de este tipos de compuestos, tenemos agentes químicos aislados de vegetales y aceites esenciales, que le confieren estas propiedades al recubrimiento; sin embargo no hay ningún estudio de un alimento vegetariano con la adición de compuestos bioactivos (De La Cruz *et al.*, 2021).

Los frutos de las papayas en México representan el 17.72% de la disponibilidad total de papaya en el país. Ésta fruta es una fuente importante de componentes bioactivos (carotenoides y flavonoides, entre otros), los cuales ejercen un efecto positivo en la salud ya que tienen actividad antioxidante y ayudan con la prevención de enfermedades cardiovasculares, respectivamente (Lara, 2019).

El almidón es extraído de diversas fuentes convencionales, debido a que son obtenidos de cultivos producidos en las zonas; entre los de mayor relevancia encontramos el trigo, papa, malanga, maíz, yuca y arroz; pero tienen la desventaja para el sector industrial, porque al ser utilizadas directamente como alimentos, el precio de venta crece y su disponibilidad corre riesgo. En la actualidad ya se comercializa internacionalmente almidones extraídos de tubérculos y raíces.

Las dietas vegetarianas son el tema más hablado hoy en día y el más cuestionado en el mundo, la comida vegetariana existe desde tiempo atrás antes de cristo. Sin embargo, se ha visto un auge e incremento de la demanda de dichos productos, de unos pocos años hacia acá en nuestro país.

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un producto alimenticio funcional que brinde proteínas y minerales esenciales para el ser humano, utilizando técnicas de transformación con el fin de brindar un producto nuevo e innovador para las personas que no consumen ningún tipo de alimento de origen animal, sustituyendo la clara de huevo por el almidón de malanga, para poder obtener la textura que caracteriza a las salchichas obteniendo un alimento vegetariano en su totalidad; mediante el análisis químico proximal se obtuvieron resultados favorables debido a los tipos de materias primas empleadas por ello se tuvo como resultado de proteína 10.428 y 12.302 %, mientras que fibra se obtuvo 13.575 y 10.241% en las 2 formulas analizadas.

## JUSTIFICACIÓN

La sociedad de hoy en día, en su mayoría, está presentando una dieta alta de calórica, ricas en grasas saturadas principalmente de origen animal y carbohidratos simples (azúcar de mesa) condición que se ha convertido en un factor determinante en la aparición de numerosas enfermedades crónicas no transmisibles tales como: obesidad, diabetes, hipertensión, etc., e incrementando el índice de mortalidad de la población adulta mientras que una dieta vegetariana estricta proporciona beneficios para la salud y la nutrición así como en la prevención y el tratamiento de las enfermedades. Los vegetarianos comparados con los omnívoros, tienen mayores beneficios de salud, ya que consumen normalmente más frutas y verduras, por ende, más fibras dietéticas, vitaminas, minerales, y fitoquímicos (carotenoide, flavonoides, entre otros) los cuales son de origen vegetal y presentan gran potencial como promotores de la salud humana, evitando complicaciones crónicas (Borge *et al.*, 2016).

Una alimentación vegetariana saludable se resume en comer fruta, y verdura en abundancia, elige fuentes proteicas y grasas de calidad, tomar la B12 y beber agua.

De esta manera la investigación tiene el propósito de desarrollar un producto vegetariano el cual brindara los nutrientes de cada uno de los ingredientes como las matrices empleadas como fuente de proteínas la soya y lenteja, haciendo la extracción del almidón de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott), por el método de maceración en ácido cítrico al 3% y agua destilada, e incorporando los compuestos bioactivos ya sean los compuestos fenólicos, como isotiocianato de bencilo, glucosinolatos, tocofenoles ( $\alpha$  y  $\delta$ ),  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno y carotenoides, extraídos por método de maceración de los residuos agroindustriales de la papaya y así mismo haciendo la encapsulación por método desecado por aspersion de los compuestos bioactivos y adicionándoselos a la salchicha.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La dieta típica occidental suele ser rica en carne, huevos y lácteos, y es baja en frutas, verduras y granos integrales. Como resultado, hay una crisis de enfermedades crónicas en aumento.

La alimentación vegetariana se ha vinculado con la reducción de enfermedades crónicas, ya que es un tipo de dieta que solo permite alimentos de origen vegetal excluyendo cualquier tipo de carne y derivados de origen animal. Sin embargo, todos los tipos de dietas presentan algún tipo de riesgo potencial para la salud y las dietas vegetarianas no son una excepción a esta regla, ya que se pueden presentar deficiencias nutricionales (vitamina B12, vitamina D, ácido graso omega 3, calcio, proteína y hierro) si no hay una adecuada planificación (Borge *et al.*, 2016).

De tal manera que el auge de las dietas vegetarianas se ha visto influenciada por consideraciones éticas, por el medio ambiente, factores religiosos y problemas de salud. Existen evidencias de que la eliminación de la carne roja se ha asociado a una disminución del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares mejorando conjuntamente el estilo de vida, este efecto ha sido vinculado al mayor consumo de verduras, frutas, granos enteros, legumbres y frutos secos; y a un menor consumo de alimentos procesados a refinados.

Por lo cual la problemática principal es tener al alcance alimentos más sanos que ayuden a la salud del ser humano, por ello se hace referencia al desarrollo de una salchicha vegetariana adicionándole compuestos bioactivos.

# OBJETIVOS

## **General**

Desarrollar una salchicha vegetariana a base de lenteja, soja y garbanzo que contenga “compuestos bioactivos” extraídos de los residuos agroindustriales de la papaya (fenoles y polifenoles) encapsulados con almidón de malanga y secado por aspersión.

## **Específicos**

- Extraer compuestos bioactivos a partir de residuos agroindustriales.
- Evaluar las propiedades de encapsulación del almidón de malanga a través de secado por aspersión sobre los compuestos bioactivos extraídos de las cascaras y semillas de papaya.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de las salchichas elaboradas a base de lenteja, soja y garbanzo que permitan obtener un producto de calidad.
- Evaluar la incorporación del encapsulado en las salchichas a través de pruebas de resistencia térmica y compuestos bioactivos residuales.
- Evaluar la funcionalidad del producto a través de un modelo murino (ratas wistar).

## **MARCO TEÓRICO**

### **VEGETARIANISMO**

El vegetarianismo es una práctica basada en una dieta alimenticia de productos de origen vegetal, aunque esta también acepta ingerir productos de origen animal como lo son la leche y huevos (Real Academia Española, 2020). El origen del vegetarianismo se puede observar en movimientos ético-religioso y medicinas moralistas, los cuales optaban por una mejor salud, purificación corporal y conducta sana hacia los otros seres vivos, sin embargo, el vegetarianismo fue un tipo de alimentación consumida por personajes de épocas antiguas ya que en el siglo VI a.C., Pitágoras induce a una dieta libre de carnes y en la antigua Roma, Ovidio, Empédocles, Platón y Plutarco lamentaban la matanza de animales inocentes y fueron vegetarianos del mundo griego y romano. El 30 de septiembre de 1847 se fundó la primera Asociación Vegetariana en Gran Bretaña que posteriormente lanzó una revista, en 1851 fue difundido el lema vive y deja vivir (Arévalo y Armijos, 2021).

### **HISTORIA**

La palabra dieta proviene del griego diaita, y fue usado por Pitágoras, posteriormente fue utilizado por Hipócrates en el siglo V a. C., como parte de la técnica médica que mantiene el equilibrio del hombre sano y mejora al enfermo (Falgueras, 1995). No fue sino hasta el siglo XVIII y comienzo del XIX que surgieron los primeros defensores del vegetarianismo, con pensamientos filosóficos e ideas religiosas procedentes del hinduismo, se hacía mención sobre la protección a los animales y el mejoramiento del estilo de vida, como por ejemplo el Dr. Williams Lambe, publicó informes acerca del paciente John Frank Newton que fue tratado por el mismo mediante la dieta vegetariana y fue curado, fue entonces que gracias a estos esfuerzos esta 14 alcanzó su auge entre la mitad del siglo XIX y comienzos del siglo XX, luego de ello se empezó a abrir distintos sanatorios y restaurantes vegetarianos a lo largo del mundo, uno de los restaurantes más populares fue el Physical Culture and Strenght Food el cual está ubicado en New York (Falgueras, 1995). Según la empresa de medición de datos Nielsen en Estados Unidos, el



62% de la población considera reducir un porcentaje de consumo de carne si considera que ayuda al medioambiente, y el 42% sustituiría la alimentación animal por una alternativa a base de vegetales (Arévalo y Armijos, 2021).

### **Tipos de vegetarianos**

Los tipos de vegetarianismo se clasifican según el grado de aceptación de productos de procedencia animal, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Dietas vegetarianas.**

| Tipo de dietas vegetarianas    | Res y puerco | Pescado y pollo | Leche y Productos Lácteos | Huevos | Verduras, frutas, cereales y frutos secos |
|--------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------|--------|---|
| Semi vegetariana               |              | X               | X                         | X      | X   |
| Lacto-ovo-vegetariana          |              |                 | X                         | X      | X   |
| Ovo-vegetariana                |              |                 |                           | X      | X   |
| Lacto-vegetariana              |              |                 | X                         |        | X   |
| Puramente vegetariana o Vegano |              |                 |                           |        | X   |
| Pesco-vegetariano              |              | X               |                           |        | X   |
| Crudívoro                      |              |                 |                           |        | X   |
| Frugívoro o frutariano         |              |                 |                           |        | Solamente frutas                          |
| Flexitariano                   |              |                 |                           |        | X   |

Fuente: Arévalo y Armijos, 2021; Del prado y Barranco, 2018.

### **Beneficio a la salud**

Las dietas vegetarianas son variadas y positivas para la salud del ser humano a largo plazo, acompañados de actividad física, prácticas de ejercicio físico y teniendo menos consumo de alcohol y tabaco. Según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición el estilo de vida vegetariano se le atribuye mayores beneficios en relación al estilo de vida no vegetariana, ya que reduce el riesgo de sufrir enfermedades tales como:

- Cáncer
- Enfermedades cardiovasculares
- Salud ósea
- Obesidad

La dieta que efectúan las personas vegetarianas es considerada por su bajo consumo de grasas y alto contenido de fibra, permitiendo ser saludable, pero puede tener un elevado consumo de grasas, si se exagera el consumo de productos lácteos y huevos. Es importante que la dieta vegetariana sea planificada acorde al aporte nutricional del individuo ya sea para mantener una dieta equilibrada, prevenir o tratar enfermedades. Las proteínas son un macronutriente fundamental debido a que aportan aminoácidos, los mismos que son necesarios para la formación de estructuras en el cuerpo para que este funcione correctamente y no presente problema de salud a largo plazo (Arévalo y Armijos, 2021).

## **RESIDUOS AGROINDUSTRIALES**

Los residuos se definen formalmente como los materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, estos necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003). Se clasifican de acuerdo con sus características y orígenes en tres grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

En México, según la cifra más reciente publicada en 2015, la generación de RSU alcanzó 53.1 millones de toneladas, lo que representó un aumento del 61.2% con respecto a 2003 (10.24 millones de toneladas más generadas en ese período), si se expresa por habitante, alcanzó 1.2 kilogramos en promedio diariamente en el mismo año (Castro *et al.*, 2022).

### **Porcentaje de residuos generados anualmente de los alimentos (*Carica papaya* L.)**

El caso de los frutos, vegetales y hortalizas, el mayor número de mermas se localiza en los supermercados, pues estos sitios mantienen ciertos estándares de calidad para la comercialización de los productos, cuando éstos presentan características físicas distintas a las exigidas, suelen terminar en el basurero.

En términos cuantitativos, el mercado interno de papaya fresca se encuentra sobre abastecido y los volúmenes crecientes no responden a incrementos de la demanda, lo

que lleva a una caída de los precios nacionales. Cualitativamente, la producción de papaya todavía experimenta un alto porcentaje de desecho y rechazo. Los productores y expertos consultados durante las visitas de campo indican que este puede ser de entre el 20 y 30% de la producción, alcanzando en algunos casos el 60% (Reyes, 2015).

La razón principal para desecharlos es su estética. Papayas un poco golpeadas, papas sucias, limones u otros productos se pueden hallar en los basureros, a pesar de que, en sí, mantengan el sabor y las propiedades físicas adecuadas para consumo humano.

Debido a lo anterior, en el país han surgido diversas asociaciones, como la Asociación Mexicana de Bancos de Alimentos, A.C. (AMBA), que busca formas de hacer llegar comida a los habitantes de zonas marginadas en el país (Reyes, 2015).

### **Cáscara y semilla de papaya como agro residuo**

Un problema ambiental importante se da con la generación de residuos agroindustriales, es decir materiales bien sea sólidos o líquidos generados a partir del consumo de una materia prima y que contienen cierto potencial para ser usados en otros procesos, dar un mejor aprovechamiento o transformación en un producto comercial, así, pues, este tipo de residuos pueden conllevarles a las industrias un ingreso adicional y la disminución de los gastos de disposición de los mismos (Robles *et al.*, 2019).

Es posible encontrar zonas en donde se generan este tipo de residuos a partir de diferentes fuentes, por ejemplo, la papaya, debido a su alto valor nutritivo y propiedades medicinales es un fruto que ha logrado incrementar su cultivo, haciendo que se comercialice no solo en las regiones de América (de donde es nativa), sino también en África, Asia, Australia, Filipinas y Estados Unidos de América, es una fruta con forma ovalada y un peso promedio, el árbol puede crecer en casi cualquier tipo de suelo que sea ligero, profundo, fértil y permeable, aunque se da mejor en climas cálidos o templados (Robles *et al.*, 2019).

La cáscara de papaya es un residuo agroindustrial potencial debido a los diferentes componentes presentes en ella tales como fibra insoluble 26%, proteínas 18%, carbohidratos 9.69%, lípidos 2.4% y ceniza 11.85% entre otros (Robles *et al.*, 2015).

Se sabe que el exocarpio (cáscara de la fruta) comprende entre un 17 - 20% de la fruta aproximadamente lo que equivaldría a 6000 toneladas al año.

La papaya (*Carica papaya* L.), es originaria de la India. Después de la conquista los árboles dentro del género *Carica* se encuentran unas 21 especies, la de papaya se distribuyeron en Centro América y Sudamérica, ya a finales del siglo XV se identificaron frutos de papaya (*Carica papaya* L.) en Malasia y al Sur de China.

Hoy en día el fruto, ya es conocido en regiones de clima tropical y subtropical. Actualmente los países que más producen el fruto son Brasil, México y la India. El fruto está formado por tres partes: exocarpio, mesocarpio y endocarpio donde encontramos las semillas. Las semillas son de color negro y están constituidas por una capa externa gelatinosa y una cubierta muy espinosa, para aprovechar las semillas en cultivos se debe retirar la parte gelatinosa, porque esta dificulta la germinación (Manrique y Llanto, 2020). Para realizar el cultivo de las semillas lo primero que se hace es el lavado, posterior a ello se realiza un secado para luego realizar un pre-germinado, al culminar el procedimiento se sugiere primero sembrar las semillas en bandejas hasta que tengan un tamaño considerable y poder trasplantarlas en un suelo previamente tratado para obtener excelentes resultados. Los beneficios de este fruto se encuentran en la planta, raíces, corteza, las semillas también son una fuente de vitaminas, proteínas.

Las vitaminas que se asocian al fruto son las vitaminas A, B y C, proteínas y aceites. Las semillas representan entre un 12 y 22% de lo que se termina por descartar del fruto. Los aceites representan un 33%, las proteínas un 29%, y un 48% las vitaminas. Hoy en día las semillas de papaya son investigadas para encontrarle más utilidades debido sus características beneficiosas, pero hasta ahora han sido utilizadas como pimienta, ablandador de carne, como antihelmíntico, utilizada como agente limpiador, Es sabido también que las semillas contienen bencil- isotiocianato. conocido por ser un potente antibiótico que se encuentra en las semillas de papaya, su accionar se produce al impedir la proliferación de bacterias, combate el cáncer, ya que provoca la muerte de células cancerígenas y sin perjudicar a las células en estado óptimo (Manrique y Llanto, 2020).

## PAPAYA

La papaya (*Carica papaya* L.) es uno de los cinco cultivos de frutas tropicales más comúnmente cultivados en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, incluso en Australia, Hawái y el sudeste asiático. La fruta de papaya es jugosa con un sabor dulce y la fruta madura es rica en vitaminas A y C, folato y calcio.

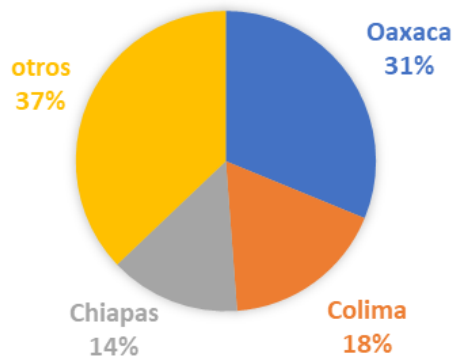
La fruta es valorada por su estado nutricional y generalmente se come cruda, mientras que la fruta verde inmadura se puede comer tanto cruda como cocida, por ejemplo, en ensalada de papaya verde. Además, la papaya verde es una fuente de papaína, una cisteína proteasa vegetal en dolítica que juega un papel crucial en muchos procesos biológicos vitales en todos los organismos vivos y que se ha utilizado en el ablandamiento de la carne durante miles de años. Debido a su alta productividad, valor nutricional y funcionalidad, la papaya se ha convertido en un importante cultivo comercial de frutas en todo el mundo (Zhou *et al.*, 2021).

La producción mundial de papaya durante los últimos veinte años ha aumentado constantemente, principalmente debido al aumento de la producción en la India y la demanda de los Estados Unidos, alcanzando un pico en el 2016 de aproximadamente 13.09 millones de toneladas. En 2018, el 60.9% de la producción mundial total de papaya estuvo en tres países: India (138 mil hectáreas y 5.99 millones de toneladas), Brasil (27.2 mil hectáreas y 1.06 millones de toneladas) y México (18 mil hectáreas y 1.04 millones de toneladas) (Zhou *et al.*, 2021).

### **PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE LA PAPAYA EN MÉXICO**

La producción de papaya en México creció 3.2% en 2020, con un millón 118 mil toneladas, registrando una creciente demanda en mercados internacionales, lo que, favorecido el ascenso de exportaciones, durante el 2020 (SENASICA, 2021).

La papaya (*Carica papaya* L.), es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo, y una de las más importantes económicamente. Los principales productores en México son Oaxaca, con una participación de 31.2%; Colima fue el segundo productor mexicano con una participación de 17.6%, seguido de Chiapas, con 14.1%, señaló Agricultura, seguido de Guatemala y Brasil (González *et al.*, 2015).



**Figura 1. Principales estados productores de papaya (González *et al.*, 2015).**

### **Composición de la papaya**

La fruta madura contiene alrededor de 85% de agua, 10 a 13% de azúcares, 0.6% de proteínas, es rico en vitamina A y contiene cantidades adecuadas de vitaminas B1, B2 y C (tabla 2). La papaya es una fruta climatérica lo que quiere decir que la maduración continúa después de cosechado, produciendo cantidades significativas de etileno, conjuntamente con la presencia de un alto ritmo respiratorio. La fruta no madura cuando se cosecha muy inmadura. Después de la cosecha, la fruta es muy susceptible a los daños físicos y al deterioro en general por lo que su manejo tiene que ser muy cuidadoso (FAO, 2000).

### **Propiedades de la papaya y semillas**

La pulpa contiene vitaminas A, C y E, vitaminas del complejo B, como ácido pantoténico y folato, y minerales, como magnesio y potasio, así como fibras alimenticias. En las semillas se encuentran compuestos fenólicos, como isotiocianato de bencilo, glucosinolatos, tocoferoles ( $\alpha$  y  $\delta$ ),  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno y carotenoides. El aceite extraído de la semilla presenta principalmente ácido graso oleico seguido de palmítico, linoleico y esteárico, mientras que las hojas tienen altos contenidos de fibras alimenticias y compuestos polifenólicos, flavonoides, saponinas, proantocianinas, tocoferol e isotiocianato de bencilo. Los estudios demostraron que los nutrientes presentes en su composición tienen efectos beneficiosos sobre el sistema cardiovascular, protegiéndolo

contra enfermedades cardiovasculares y previniendo el daño causado por los radicales libres (Santana *et al.*, 2019).

**Tabla 2. Composición de la fruta de papaya**

| Composición    | Porcentaje |
|----------------|------------|
| Humedad        | 88.80      |
| Proteínas      | 0.60       |
| Grasa          | 0.10       |
| Cenizas        | 0.60       |
| Fibra dietaria |            |
| Carbohidratos  | 9.90       |
| Potasio (K) mg | 257.00     |
| Calcio (Ca) mg | 24.00      |
| Fósforo (P) mg | 5.00       |
| Hierro (Fe) mg | 0.10       |
| Vitamina A mg  | 21.00      |
| b Caroteno mg  |            |
| Tiamina mg     | 0.03       |
| Riboflavina mg | 0.03       |
| Niacina mg     | 0.30       |
| Vitamina C mg  | 62.00      |

Fuente: FAO/INFOODS



**Figura 2. Papaya y semillas (Santana *et al.*, 2019)**

## **Compuestos bioactivos de la papaya**

Las exportaciones de papaya en México representan el 17.72% de la disponibilidad total de papaya en el país. Ésta fruta es una fuente importante de componentes bioactivos (carotenoides y flavonoides, entre otros), los cuales ejercen un efecto positivo en la salud ya que tienen actividad antioxidante y ayudan con la prevención de enfermedades cardiovasculares, respectivamente (Lara, 2019).

Según mejilla (2022), en su estudio hace mención que los extractos (antioxidantes, polifenoles y flavonoides) obtenidos a partir de la papaya no se observa una actividad antimicrobiana frente a las cepas de la Salmonella enteritis y Escherichia coli.

## **MALANGA (*XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM*)**

Es una planta herbácea de las familias de las aráceas que alcanza una altura de 2 a 3 m sin tallo aéreo en las diferentes variedades es de cultivo anual con hojas de peciolos largos, laminas verdes, oblongo ovalada y cordada, tienen un cormo que es el tallo principal subterráneo que es corto, del que brotan ramificaciones secundarias, laterales, horizontales, engrosadas, comestibles y que se les conoce como cormos que tienen forma alargada, terminando en punta o ápice. En relación a los cormos que son la parte comestible de la malanga tiene una corteza marrón oscuro, la pulpa de esta es color blanca o amarilla dependiendo de la variedad. La malanga requiere de un clima cálido húmedo con temperaturas que van desde los 20 y 30 grados centígrados, requiere de buena luz y un pH 4.5 a 7.5 y el pH óptimo se encuentra entre 5.5 y 6.5, siendo esta una planta tropical se debe cultivar en altitudes de 1,000 msnm y con una humedad relativa del ambiente de 70 a 80%, el requerimiento de precipitación oscila alrededor de 1,500 a 2,500 mm” (Oyarzabal, 2019).

### **Clasificación taxonómica variedad *Xanthosoma***

El taro blanco tiene hojas verdes y su tallo falso, las manchas moradas están hacia la base. Sus bulbos son cortos y tienen cogollos coloridos. Ligeramente cremoso y una especie de violeta; asimismo, su pulpa es blanquecina (Velásquez *et al.*, 2021).

- División: Angiospermae



- Clase: Liliatas (Liliópsidas), (monocotiledóneas).
- Orden: Alismatales.
- Familia: Araceae.
- Género: *Xanthosoma*
- Especie: *sagittifolium*



**Figura 3. Cultivo de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*)**

### **COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL**

Malanga blanca (*Xanthosoma sagittifolium*), es la variedad de malanga más popular en América Central y América del Sur y como su nombre lo dice la carne de este tubérculo es de color blanco, dependiendo del lugar de cultivo es conocida como: malanga, bore, Camacho, chonque, macabo, mafafa, mangareto, o mangarito, mangará-mirimo o mangarás, ocumo, oreja de elefante, rascadera, taioba, yaro, tisque y yautía (Oyarzabal, 2019).

En el cilindro central el tejido básico es perénquima, pero de células irregulares y con paredes delgadas, constituidas principalmente por almidón, estas características del almidón y el contenido de minerales y vitaminas hacen de los cormos de malanga una gran fuente alimenticia y de fácil digestión.

La composición química de los cormos tiene una alta disposición en nutrientes, carbohidratos y proteínas, además que la función digestible es alta, lo que hace que sea considerado como un excelente alimento y su consumo es conocido por producto cocido, harina y frituras (Oyarzabal, 2019).

Los valores nutricionales y su fácil cocción unida a su cualidad digestiva, hacen que sea un excelente producto, agregando que el costo en el mercado es relativamente bajo, pero el uso de este tubérculo no va más allá que de su consumo local como lo es en comidas caseras que se elaboran en las propias regiones donde este es cultivado y cosechado como lo es en sopas, caldos y bebidas (Huamaní, 2018). Entre las propiedades del tubérculo es presentado como una opción para el consumo humano, la malanga contiene vitaminas y minerales como: tiamina, riboflavina, hierro, fosforo, vitamina B6 y C, niacina, potasio, cobre y magnesio, (como se muestra a continuación en la tabla 3) con un alto grado de fibra dietética y almidón, lo que hace un producto aceptado en Estados Unidos, Europa y Centro América.

la Fibra Dietética la malanga en una ración tiene siete gramos de fibra lo que es el 27% de la cantidad de fibra recomendada diaria, la importancia del consumo de fibra dietética es importante por dos razones principales, la primera es porque ayuda a acelerar el proceso y regula el sistema digestivo y la segunda ayuda a disminuir el colesterol.

La relación con las vitaminas, la malanga su contenido alto en vitaminas que son importantes para el cuerpo, una de ellas es la vitamina C que actúa como un antioxidante que es necesario para los sistemas y funciones corporales del organismo ayudando a mantener activo y en un estado adecuado al sistema inmune, una taza de malanga contiene 19% de la cantidad diaria necesaria de vitamina E y un 22% de vitamina B6, 8% de Vitamina C y resaltando la importancia de la Vitamina el con lo antes mencionado es que ayuda a reducir el riesgo de sufrir ataques cardiacos (Oyarzabal, 2019).

**Tabla 3. Comparación de la composición nutrimental de la malanga en crudo y cocido**

| Composición   | Unidad  | Crudo | Cocido | Valor    |
|---------------|---------|-------|--------|----------|
| Humedad       | Gr      | 71.9  | 71     |          |
| Grasas        | Gr      | 1.7   | 1.0    | 0.4-0.7  |
| Proteínas     | Gr      | 0.8   | 0.2    | 6.6-8.9  |
| Carbohidratos | Gr      | 23.8  | 25.7   | 70.4     |
| Fibra         | Gr      | 0.6   | 0.4    | 1.5%-2.4 |
| Cenizas       | Mg      | 1.2   | 0.7    | 4.7-5.9  |
| Calcio        | Mg      | 22    | 26     | 0.3-0.9% |
| Fosforo       | Mg      | 72    | 32     | 0.2-0.6% |
| Hierro        | mcg-meq | 0.9   | 0.6    |          |

|                 |    |      |      |  |
|-----------------|----|------|------|--|
| Vitamina A      | Mg | 3    |      |  |
| Tiamina         | Mg | 0.12 | 0.08 |  |
| Riboflavina     | Mg | 0.02 | 0.01 |  |
| Niacina         | Mg | 0.6  | 0.4  |  |
| Ácido Ascórbico | Mg | 6    |      |  |

FUENTE: Oyarzabal, 2019

## COMPUESTOS BIOACTIVOS

Los compuestos bioactivos están presentes en diferentes cantidades en los vegetales, los cuales son de importancia en la salud humana, por sus reconocidos efectos antioxidantes. La papaya (*Carica papaya* L), posee diversidad de estos compuestos, los cuales están distribuidos en las diferentes partes del fruto. Sin embargo, la obtención de esos compuestos a partir de las diferentes partes de la planta presenta varios desafíos, relacionados inicialmente con la extracción, la cual debe ser económica, rápida y con altos rendimientos, extractos que a continuación es necesario purificar y enriquecerlos o concentrarlos para que tengan una actividad antioxidante eficaz (Rodríguez y Vallejo 2019).

Los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que promueven la salud; como, por ejemplo, la prevención del cáncer, enfermedades del corazón y entre otras (Romero *et al.*, 2019).

### Tipos de compuesto bioactivos

En el fruto de la papaya se encuentran importantes componentes bioactivos (carotenoides y flavonoides, entre otros), los cuales ejercen un efecto positivo en la salud ya que tienen actividad antioxidante y ayudan con la prevención de enfermedades cardiovasculares, respectivamente.

### Extracción de compuestos bioactivos

La obtención de compuestos bioactivos a partir de productos naturales como la baya (*Vaccinium meridionale*) con métodos de extracción adecuados es un tema de frontera en las industrias alimentaria y farmacéutica). Los factores más comunes que afectan a los procesos de extracción de compuestos fenólicos son las propiedades de la matriz de la

futa, el disolvente, la temperatura, la presión y el tiempo. Estos compuestos son recuperados a través de distintas técnicas de extracción como la percolación que es una técnica convencional y tecnologías emergentes como la extracción asistida por ultrasonido, asistida por microondas, la extracción acuosa de dos fases y la extracción con fluidos supercríticos, etc (Arana, 2021).

### **Adición de compuestos bioactivos en alimentos**

Los vegetales son fundamentales puesto que contienen una gran cantidad de nutrientes como vitaminas, minerales, agua, que son muy importantes para un buen funcionamiento del cuerpo humano y que se vuelve imprescindible incorporar a la dieta humana, por lo que adicionar estos compuestos bioactivos en vegetales impactaría de manera positiva en la adquisición de estos productos a escala global, y más en aquellos países en desarrollo, según reportes de la OMS y la FAO, esto además generaría mayores beneficios para la industria agraria puesto que disminuiría la pérdida de productos durante y después de la cosecha de los alimentos. En los últimos años hubo una gran competencia en distintas áreas de comercio entre ellos, la industria alimentaria y por se ha vuelto necesario el estudiar y diseñar nuevos productos alimenticios así como mejorar los ya existentes, dado que solamente hay antecedente de compuestos antioxidantes y agentes antimicrobianos en recubrimientos y películas en alimentos que permite prolongar la vida en anaquel de los productos empacados y dentro de este tipos de compuestos, tenemos agentes químicos aislados de vegetales y aceites esenciales, que le confieren estas propiedades al recubrimiento sin embargo no hay ningún estudio de un alimento vegetariano con la adición de compuestos bioactivos (De La Cruz *et al.*, 2021).

## ALMIDÓN

El almidón es una materia prima con un amplio campo de aplicaciones que van desde la impartición de textura y consistencia en alimentos hasta la manufactura de papel, adhesivos y empaques biodegradables. Debido a que el almidón es el polisacárido más utilizado como ingrediente funcional (espesante, estabilizante y gelificante) en la industria alimentaria, es necesario buscar nuevas fuentes de extracción, ya que, con una producción mundial de 48.5 millones de ton/año existe una demanda insatisfecha del mismo (Knowles *et al.*, 2012).

En la industria el almidón tiene una gran demanda creciente, en la actualidad de la producción total, para el sector alimentario se destina un aproximado del 25%, mientras que en sector industrial el otro 75 del cual el 80% se destina para la elaboración de textiles, papel y cartón, adhesivos y otras industrias (Zúñiga, 2019).

El almidón es extraído de diversas fuentes convencionales, denominadas así porque se obtiene de cultivos producidos en las zonas; entre los de mayor relevancia encontramos el trigo, papa, malanga, maíz, yuca, arroz y malanga; pero tienen la desventaja para el sector de la industria porque al ser utilizadas directamente como alimentos, ya que el precio de venta crece y su disponibilidad corre riesgo. En la actualidad ya se comercializa internacionalmente almidones extraídos de tubérculos y raíces (Zúñiga, 2019).

### **Propiedades físicas del almidón**

Los gránulos de almidón de la mayoría de las plantas consisten de aproximadamente una cuarta parte de moléculas de amilosa y tres cuartas partes de moléculas de amilopectina. La primera es fácilmente soluble en agua y forma una solución ligeramente viscosa difícil de gelatinizar, tiende a formar estructuras helicoidales, capaces de incluir otras moléculas como ácidos grasos o hidrocarburos.

La amilopectina es más estable que la amilosa debido a su estructura ramificada y, por lo tanto, su tendencia a la retrogradación después del cocinado es mucho menor. Las pastas de amilopectina se mantienen fluidas durante largos períodos de tiempo y aunque se produzca una cierta retrogradación, es reversible con el calentamiento (Delgado, 2018).

## **Propiedades funcionales del almidón**

### **Gelatinización**

Cuando los gránulos de almidón se exponen al mismo tiempo de calor y a la humedad, hay una “gelatinización”: por encima de 55-70°C, los gránulos hinchan, debido a una adsorción de agua por los grupos polares hidroxilo, adsorción que en el caso del almidón de maíz puede alcanzar un 2 500 por ciento, en relación al peso inicial del almidón. En ese momento la viscosidad de la suspensión del almidón aumenta considerablemente, porque los gránulos hinchados se adhieren los unos a los otros. Si se prolonga el tratamiento hidrotérmico, puede surgir una ruptura más o menos completa de las moléculas constituyentes, lo que origina un descenso de la viscosidad (Delgado, 2018).

### **Poder de hinchamiento y solubilidad**

Cuando los granos de almidón no cocidos ni dañados se colocan en agua fría, absorben agua y se hinchan. Sin embargo, la cantidad de agua absorbida y el hinchamiento son limitados. El pequeño aumento de volumen que tiene lugar en el agua a temperatura ambiente es una verdadera hinchazón y es reversible. La cristalinidad y birrefringencia de los gránulos no cambian. El hinchamiento del gránulo de almidón y la desintegración durante el cocimiento están acompañados por cambios significativos en la viscosidad y otras propiedades reológicas de las pastas. Estos son importantes porque indican la utilidad del almidón en aplicaciones específicas y las características que pudieran tener durante la elaboración de alimentos (Delgado, 2018).

### **Viscosidad**

La viscosidad aumenta marcadamente después de que los gránulos han hinchado lo suficiente de manera que chocan con frecuencia, también quedan involucrados en los cambios de viscosidad el tamaño de los gránulos, las fuerzas internas que mantienen las moléculas juntas dentro del gránulo el efecto de los demás constituyentes del gránulo. La viscosidad máxima de una pasta cocida, coincide con la liberación del exudado y el plegamiento (deformación) de los gránulos de almidón hinchados. El aumento en la

viscosidad al calentarse una suspensión de granos de almidón en agua es una forma conveniente de evaluar el progreso del emplastamiento. La viscosidad de la pasta resulta de la resistencia al flujo de los gigantescos gránulos los cuales ocupan todo el volumen de la pasta (Delgado, 2018).

### **Retrogradación**

La retrogradación del almidón es un fenómeno importante corresponde a la formación de ligaduras entre las cadenas entre las moléculas alineadas. De ello resulta el fenómeno de “sinéresis” con eventual exudado de líquido y caída de viscosidad. La retrogradación es más rápida cuando más elevada sea la proporción de amilosa lineal; y el almidón que retrograda intensamente, se digiere lentamente. Se define el fenómeno de retrogradación como la insolubilización y precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa, debido a que sus cadenas lineales se orientan de forma paralela y reaccionan entre sí por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos; esto se lleva a cabo por diversas rutas, según la concentración y la temperatura del sistema. Si una solución concentrada de amilosa se calienta y se enfría rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente, se forma un gel rígido y reversible, pero si las soluciones son diluidas, se vuelven opacas y precipitan cuando se dejan reposar y enfriar lentamente (Delgado, 2018).

### **ENCAPSULACIÓN**

La encapsulación es una técnica empleada para proteger partículas, sustancias o compuestos; que se degradan fácilmente, se oxidan o pierden su actividad ante condiciones ambientales. La finalidad de la encapsulación es proteger, estabilizar y retrasar la degradación de compuestos de interés, por ejemplo, compuestos bioactivos; que naturalmente tienen una fácil modificación estructural debido a la luz, temperatura y calor. La encapsulación se puede llevar a cabo con diversos encapsulantes (llamados materiales pared), equipos y metodologías, para generar cápsulas en tamaño nano (10 a 1000 nm) o micro (3 a 5000  $\mu\text{m}$ ) (Díaz *et al.*, 2023).

## **TIPOS DE ENCAPSULACIÓN**

### **Técnicas de micro encapsulados**

La técnica consiste en la formación de gotas de la solución de alginato que contiene el componente a encapsular al hacer pasar dicha solución por un dispositivo extrusor de tamaño y velocidad de goteo controlado. Estas gotas caen sobre un baño que contiene la fuente del ion divalente, quien induce la gelificación mediante el mecanismo de gelificación externa. La principal limitación presentada por esta técnica ha sido el gran tamaño de las microcápsulas, lo cual depende del diámetro de la boquilla del dispositivo extrusor. Entre otras desventajas, la dificultad de producción a gran escala debido a que la formación de las microcápsulas se logra una a una lo cual trae como consecuencia largos tiempos de gelificación (Pasin *et al.*, 2012).

### **Encapsulación en emulsión**

La técnica de encapsulación en emulsión se ha definido como el proceso de dispersión de un líquido en otro líquido inmisible donde la fase dispersa consta de la matriz que incluye el componente a encapsular. La adición de una tensioactiva mejora la formación y estabilidad de la emulsión, así como la distribución de tamaño de las gotas. En este sentido, la preparación de microcápsulas por emulsificación puede llevarse a cabo empleando el mecanismo de gelificación externa o interna. Para el primer caso, la gelificación externa en emulsión consta en la dispersión de una mezcla solución de alginato-componente en una fase continua no acuosa, seguido de la adición de una fuente de calcio que al difundirse a la fase dispersa inicie la gelificación permitiendo la encapsulación, y a su vez, la desestabilización de la emulsión para la separación de las cápsulas formadas. Mientras que, la técnica en emulsión por gelificación interna se fundamenta en la liberación del ión calcio desde un complejo insoluble o parcialmente soluble en cuyo caso se adiciona un agente secuestrante, contenido en una solución de alginato-componente el cual es dispersado en una fase continua no acuosa generando una emulsión agua en aceite (Pasin *et al.*, 2012).



## **Encapsulación mediante secado por atomización**

El secado por atomización ha sido una tecnología ampliamente usada por la industria debido a su reproducibilidad y economía. Su aplicación principal se ha usado para enmascarar sabores, aromas y la encapsulación de vitaminas. El procedimiento consiste en la preparación de una emulsión o suspensión que contenga al compuesto a encapsular y el material polimérico, el cual es pulverizado sobre un gas caliente que generalmente es aire promoviendo así la evaporación instantánea del agua, permitiendo que el principio activo presente quede atrapado dentro de una película de material encapsulante. Las micropartículas en polvo obtenidas son separadas del gas a bajas temperaturas. Una de las grandes ventajas de este proceso es, además de su simplicidad, que es apropiado para materiales sensibles a altas temperaturas debido a que los tiempos de exposición son muy cortos (5 a 30 s) (Villena *et al.*, 2009; De Vos *et al.*, 2010; López, 2010).

A pesar, que la suspensión o emulsión a pulverizar con la técnica de secado por atomización se ha limitado a formulaciones acuosas, trabajos recientes han demostrado que la combinación de distintos biopolímeros de fuentes naturales como las gomas (carregenato, goma arábica y alginato), proteínas (suero, caseinatos y gelatina), maltodextrinas, dextrosas, ceras y sus mezclas, crean nuevas matrices poliméricas altamente versátiles y que por tanto facilitan ser empleadas con otras formulaciones. La preparación de microcápsulas con esta técnica requiere primeramente, la selección del tipo de atomizador considerando la viscosidad de la solución, así como el tamaño de gota deseado a fin de generar la mayor superficie de contacto entre el aire caliente y el líquido, la forma de contacto entre las gotas y el aire caliente dependiendo de la sensibilidad al calor del producto, el tiempo de contacto gota-aire, la temperatura del aire y por último el tipo de método de separación de los sólidos secos. Básicamente su aplicación con alginato se resume en tres etapas: dispersión del principio activo en el alginato, atomización de la mezcla y deshidratación (Pasin *et al.*, 2012).

## **Secado por aspersion**

El secado por aspersion es uno de los procesos más empleados en la microencapsulación, en el cual el centro activo es “atrapado” dentro de una matriz protectora formada por el

material pared. Es un proceso económico y flexible, además utiliza equipo fácilmente disponible y produce partículas de buena calidad. El secado por aspersión es un proceso continuo que involucra varias etapas, la primera es la dispersión del centro activo en el material pared, seguida de la atomización de la dispersión dentro de la cámara de secado, la evaporación y finalmente la separación del producto seco (microcápsulas). Generalmente, las microcápsulas obtenidas mediante secado por aspersión son del tipo matriz. En éstas, el centro activo se encuentra en forma de micropartículas o microgotas distribuidas dentro de una matriz sólida y seca. El tamaño promedio de las microcápsulas que se pueden obtener puede ser pequeño, desde 10 a 50  $\mu\text{m}$ , hasta partículas más grandes de 2 a 3 mm (Leyva; 2018).

## **EMBUTIDOS**

Según la Real Academia Española (2020), embutido es la acción y efecto de embutir, dentro de esta guía también se menciona otro concepto que dice: tripa rellena con carne picada, principalmente de cerdo o su vez es una tripa rellena de diversos ingredientes, también se puede entender por embutidos, aquellos cocinados que se elaboren con carne, grasa y despojos comestibles de animal de abasto y estos hayan sido introducidos a presión de manera artesanal o industrial en un fondo de saco que a su vez este puede ser de origen orgánico e inorgánico. Sin embargo, los embutidos vegetarianos son una forma de comer, pero de una manera totalmente diferente ya que estos están libres de materia cárnica y son elaborados a base de ingredientes vegetales reemplazando la textura de la carne (Arévalo y Armijos, 2021).

### **COMPOSICIÓN DE EMBUTIDOS**

Desde el punto de vista nutricional los embutidos están compuestos de: agua, proteínas y grasa, y si se es más específico se puede encontrar lo siguiente dentro de su composición: cárnicos, grasa, agua, nitritos y nitratos, fosfatos, condimentos, sustancias de relleno y sustancias ligantes (Arévalo y Armijos, 2021); El embutido es la acción y efecto de embutir, dentro de esta guía también se menciona otro concepto que dice: tripa rellena con carne picada, principalmente de cerdo o su vez es una tripa rellena de diversos ingredientes, también se puede entender por embutidos, aquellos cocinados que se

elaboren con carne, grasa y despojos comestibles de animal de abasto y estos hayan sido introducidos a presión de manera artesanal o industrial en un fondo de saco que a su vez este puede ser de origen orgánico e inorgánico. Sin embargo, los embutidos vegetarianos son una forma de comer, pero de una manera totalmente diferente ya que estos están libres de materia cárnica y son elaborados a base de ingredientes vegetales reemplazando la textura de la carne (Rojas *et al.*, 2017).

## **TIPOS DE TRIPAS**

Los embutidos son de los productos con más venta y consumo alrededor del mundo. Estos generalmente son introducidos en las tripas naturales de algunos animales. Las tripas para embutidos, por lo común, son clasificadas por tamaño, calidad y principalmente por el animal de donde provienen. Como existen diferentes tipos de tripas para embutidos, la clasificación dependerá del embutido para el cual están destinadas, por lo que es importante que conozcas su clasificación:

### **Tripa de cerdo**

Las primeras tripas para embutidos de este listado son las tripas de cerdo. Éstas generalmente son usadas para embutidos que son más frescos y que, principalmente, se condimentan con sal.

También hay diferentes tipos de tripas para embutidos de cerdo. Entre éstas encontramos las tripas de cerdo raspado que se presentan en muchos tipos de calibres y en longitudes de hasta 80 metros. Las encontramos en forma de entubado y se usan para la elaboración de butifarra o chorizo.

Otro tipo de tripas para embutidos de cerdo son el cular de cerdo. Éstas las encontramos en menor cantidad de calibres y en longitudes de 60 centímetros. Esta tripa sirve para elaborar salchichones y chorizo cular.

### **Tripa de ovino**

Las tripas para embutidos de ovino sirven para elaborar embutido curado y embutido fresco; igualmente son ideales para elaborar salchichas frescas o cocidas. Hay tres tipos de tripas para embutidos de ovino: las de calidad AB y B, en salmuera y entubada.

De estos tipos las que más se comercializan y consumen son las tripas para embutidos de ovina calidad AB y B. Estas son las tripas naturales de cordero, se presentan en

muchos calibres y en longitudes de 80 centímetros. Este tipo de tripa hay que mantenerla en temperaturas adecuadas, aunque en menor tiempo que la tripa de cerdo.

### **Tripa de bovino**

Por otra parte, tenemos las tripas para embutidos de bovino. Este tipo de tripa se utiliza generalmente para hacer butifarra, mortadela, lomo y morcillas. Esta tripa debe conservarse a una temperatura ambiente para garantizar su calidad.

### **Tripa de colágeno comestible**

Este tipo de tripas para embutidos pueden clasificarse en pequeño calibre y de gran calibre, de colágeno muy flexible y apto para el consumo. Las tripas de colágeno son ideales para la producción de salchichas frescas, cocidas, crudas, curadas, entre otras.

### **Tripa de celulosa**

La tripa celulósica para embutidos es mucho más resistente y económica que la hecha de colágeno. Además, es la más utilizada para envolver salchichas y preparar salchichas cocidas. Esta capa es útil para poner indicaciones en ella, así como los ingredientes que contiene.

### **Tripa plástica**

Las tripas para embutidos de plástico se utilizan en productos como chorizo y salchichas. Éstas se caracterizan principalmente por sus propiedades de barrera, resistencia mecánica, termo encogimiento y termorresistencia. Además, éstas permiten una personalización del producto, funcionando también como etiqueta informativa con código de barras y características del producto.

### **Fundas fibrosas**

La tripa de fibrosa se usa principalmente en embutidos de gran calibre, como mortadela, pepperoni, jamón, entre otros. Este tipo de tripas para embutidos se caracteriza por su resistencia y por su permeabilidad, lo cual ayuda a conservar en buen estado el producto. Además, ofrece una apariencia natural que atrae la atención del consumidor.

### **Tripa vegetal**

Este tipo de tripa es 100% natural. Está elaborada de celulosa vegetal con un recubrimiento vegetal. Su uso más frecuente es en la elaboración de embutidos de gran calibre, como salchichón, chorizo ancho o salami.

### **Tripa gruesa**

Las tripas gruesas para embutidos son de una mejor calidad, ya que resisten más la manipulación y la contención del producto. Éstas permiten un mejor desfunde del contenido y son más resistentes.

### **Grasa vegetal**

Consideradas grasas buenas o saludables al pertenecer al grupo monoinsaturadas, poliinsaturadas y ácidos grasos omega 3 y 6, debido a que regulan el colesterol y triglicéridos en el cuerpo humano, algunos ejemplos que se pueden mencionar son los siguientes: poroto de soja, semilla de algodón, girasol, cártamo, canola, maní, aguacate, oliva, semillas de lino, es por eso que según un estudio realizado por sobre la sustitución de grasa animal por la vegetal dio como resultado la experimentación del 10 y 20% en embutidos los cuales al dejarlos en secado se observó mediante la fermentación que hubo una leve pérdida de peso en el producto final mas no hubo cambios en las características físicas, químicas, sensoriales o en su vida útil. En otra sustitución se realizó un 60% de aceite de oliva pre emulsionada con aislado de proteína de soja en este caso se observó que el colesterol disminuyo conforme al porcentaje de aceite de oliva también se vio un aumento de ácido oleico y linoleico, aunque se reemplazó la grasa no se vio afectada la textura o el color del producto final y las características organolépticas no se vieron afectadas (Arévalo y Armijos, 2021).

### **Clasificación de Embutidos**

En la actualidad dentro del mercado se pueden encontrar una gran variedad de embutidos, los mismos que a su vez se clasifican por el tratamiento tecnológico que puedan recibir o también por su manera de elaborarse, esta misma clasificación la podemos encontrar en la tabla 4.

**Tabla 4. Tipos de embutidos**

| <b>Tipo de Embutido</b>              | <b>Definición</b>   | <b>Ejemplos</b>  | <b>Almacenamiento</b> |
|--------------------------------------|---|--|-----------------------|
| Productos cárnicos procesados crudos | Estos productos consisten en carne cruda y tejido adiposo a los que se añaden especias, sal común y, a veces, aglutinantes. En los productos a bajo costo se añaden diluyentes o relleno para aumentar el volumen. Los productos se comercializan como productos cárnicos crudos, si bien para resultar apetitosos han de someterse a fritura o cocción antes de su consumo. Si las mezclas de carne fresca se embuten en tripas, el producto se conoce como salchicha”.  | los productos se conocen como “hamburguesa” o como “kebab”. Algunos productos crudos típicos son: merguez, longaniza, bratwurst, embutido para el desayuno, hamburguesa o suflaki. |                       |
| Productos cárnicos curados           | En estos productos se usan las partes del músculo. Pueden subdividirse en carnes curadas crudas y carnes curadas cocidas. El proceso de curado es similar para ambos tipos. La carne se trata aplicando pequeñas cantidades de sal bien por vía seca, bien inyectando la carne y/o sumergiéndola en una solución salina. Las carnes curadas crudas son productos sometidos a curación, secado, fermentación y maduración sin tratamiento térmico posterior. Generalmente se consumen crudos. Productos típicos de este grupo son el jamón serrano o el jamón de Parma. Las carnes curadas cocidas se someten siempre a tratamiento térmico después de un breve proceso de curación a fin de obtener la palatabilidad deseada. | Productos típicos de este grupo es el jamón de York o el jamón tipo Virginia.  |                       |
| Productos cárnicos crudos-cocidos    | En este grupo de productos, la carne del músculo, la grasa y otros ingredientes no cárnicos se elaboran primero mediante triturado, picado y mezclado. Se obtiene así una masa viscosa, que se distribuye en salchichas o   | Productos típicos de este grupo son la mortadela, los perritos calientes, las salchichas de Frankfut, las salchichas de Viena y  |                       |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  | <p>en forma de barras y se somete después a tratamiento térmico, lo que da como resultado la coagulación de las proteínas, una textura firme y elástica, palatabilidad y un cierto grado de estabilidad bacteriana. Las salchichas suelen someterse a un proceso de cocción o a un baño de vapor y, cuando están embutidas en tripas permeables, también a un proceso de ahumado en caliente. Las barras generalmente se hornean.</p>  | <p>las albóndigas o pasteles de carne.</p>  |  |
| <p>Productos cárnicos precocinados-cocinados</p> | <p>Estos productos pueden contener mezclas de recortes de músculo de calidad inferior, tejidos adiposos, carne de la cabeza y piel del animal, hígado y otras partes comestibles. En general, el proceso de fabricación comprende dos fases de tratamiento térmico. La primera fase consiste en el precocinado de los materiales cárnicos crudos y la segunda en la cocción de la mezcla resultante final. Los productos cárnicos precocinados-cocinados son los que hacen uso de la mayor variedad de carnes, subproductos animales e ingredientes no cárnicos.</p> | <p>Productos típicos de este grupo son los patés de hígado, las morcillas y carne tipo “corned beef”.</p>   |  |
| <p>Embutidos crudos-fermentados</p>              | <p>Los embutidos crudos-fermentados consisten en una masa de carnes magras y tejidos adiposos mezclada con sal de curado, azúcares, especias y otros ingredientes no cárnicos, que suele embutirse en tripas. Su sabor, textura y color característicos se deben a la fermentación unida a la reducción de la humedad.</p>   | <p>Los productos finales no se someten a tratamiento térmico y se distribuyen y consumen crudos. Productos típicos de este grupo son el chorizo y las salchichas de verano tipo salami.</p> |  |
| <p>Productos cárnicos secos</p>                  | <p>Estos productos son el resultado de la simple deshidratación de carne magra. Su elaboración se basa en la experiencia de que la carne no se deteriora fácilmente cuando una parte sustancial del fluido tisular evapora. Las piezas</p>   | <p>Productos típicos de este grupo son las tiras de carne como el jerky o el “biltong”, el charqui o la pastirma.</p>   |  |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | de carne magra se cortan en su mayor parte dándoles una forma uniforme determinada, lo que permite una deshidratación gradual e idéntica de todas las partidas. La carne seca tiene una vida útil significativamente más larga que la carne fresca. El valor nutricional del contenido en proteínas permanece inalterado. |  |  |
|--|---|--|--|

Fuente: Arévalo y Armijos 2021

### **Embutidos vegetarianos**

Según el vegetarianismo se especializa en comida vegetariana dado que son una alterativa del embutido clásico cárnico, pero embutidos en tripa vegetal y por lo general están compuestos de soja, clara de huevo, especias como la pimienta, pimentón, ajo y hierbas estas son ingredientes muy importantes, entre otros ingredientes para alcanzar la textura adecuada, un ejemplo es el chorizo de calabaza, además si dentro de la composición encontramos legumbres este puede estar a la par de los embutidos tradicionales, no obstante las grasas presentes en el embutido vegetariano no contienen niveles alto de colesterol (Arévalo y Armijos, 2021).

### **Comparativo de Embutidos Cárnicos y Vegetarianos**

En la tabla 5, se presentan los comparativos en relación a las ventajas y desventajas de los embutidos cárnicos frente a los vegetarianos:

**Tabla 5. Ventajas y desventajas**

|                 | <b>Ventajas</b>   | <b>Desventajas</b>  |
|-----------------|---|---|
| <b>Cárnicos</b> | -Aportan gran contenido de energía, proteína, fibra, vitaminas, sal, potasio, fosforo, calorías y grasas saturadas. | ETAS, presencia de parásitos y virus al no cumplir con las bpm, por ejemplo: listeria, e coli.<br>-Aditivos que según la OMS hacen daño a la salud produciendo sustancias cancerígenas, por ejemplo: el nitrito, los benzopirenos y aminos.<br>-Aumento de masa corporal u obesidad.<br>-Altos costos de producción, por ejemplo, quienes realizaron un sistema de costos para la empresa Discarporsa |



|                     |  |  |
|---------------------|--|--|
|                     |  | C.A. que dio como resultado que los costos de producción sumado a los gastos de ventas y gastos administrativos generaban un 95.96% teniendo como resultado un 4.04% de utilidad dándole desventaja a la empresa |
| <b>Vegetarianos</b> | -Fabricado con alimentos de origen vegetal lo que da un balance en masa corporal.<br>-Ricos en fibras, sodio, proteínas, vitaminas y nutrientes.<br>-Contiene grasas mono y poliinsaturadas.<br>-Bajo costo de producción. | -No se registran desventajas hasta la fecha.   |

Fuente: Arévalo y Armijos 2021

## **ANÁLISIS SENSORIAL**

### **Textura**

La sensibilidad sensorial del tacto se percibe en la piel y en la lengua. A través de este sentido se detecta en un alimento: la textura, el tamaño, la forma, la viscosidad, la adhesividad, la untuosidad, la dureza, etc (Hernández, 2005).

Las características de textura se clasifican en: mecánicas, geométricas y de composición. La tabla 6, indica algunas de las propiedades de textura teniendo en cuenta esta clasificación.

Los atributos mecánicos, tienen que ver con el comportamiento mecánico del alimento frente a la deformación y se clasifican en primarios y secundarios. En la tabla 7 y 8, se nombran algunas de las características primarias y secundarias y su definición (Hernández, 2005).

Los atributos geométricos, son aquellos que están relacionados con la forma, y/o, orientación de las partículas del alimento, como la fibrosidad, la granulosidad, la cristalinidad, la porosidad, la esponjosita, etc.

Los atributos de composición tienen que ver con la presencia aparente de un componente en el alimento como la humedad, la granulosidad, la harinosidad, entre otras.

**Tabla 6. Clasificación de los atributos de textura**

|                             |
|-----------------------------|
| <b>Atributos de textura</b> |
|-----------------------------|

| Mecánicos          | Geométricos   | De composición |
|--------------------|---------------|----------------|
| <b>PRIMARIOS</b>   | Fibrosidad    | Humedad        |
| Dureza             | Granulosidad  | Grasosidad     |
| Cohesividad        | Cristalinidad | Sebosidad      |
| Elasticidad        | Esponjosidad  | Aceitosidad    |
| Adhesividad        | Flexibilidad  | Resequedad     |
| Viscosidad         | Friabilidad   | Harinosidad    |
| <b>SECUNDARIOS</b> | Hilosidad     | Suculencia     |
| Fragilidad         | Tersura       | Terrosidad     |
| Masticabilidad     | Aspereza      |                |
| Gomosidad          |               |                |
| Pegosteosidad      |               |                |
| Crujido            |               |                |

Fuente: Hernández, 2005.

**Tabla 7. Características mecánicas primarias de textura**

| Propiedades | Definiciones  |
|-------------|---|
| Dureza      | Física: fuerza necesaria para una deformación dada Sensorial: fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos).  |
| Cohesividad | Física: que tanto puede deformarse un material antes de romperse. Sensorial: grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse   |
| Viscosidad  | Física: tasa de flujo por unidad de fuerza Sensorial: fuerza requerida para pasar un líquido de una cuchara hacia la lengua   |
| Elasticidad | Física: tasa a la cual un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante Sensorial: grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido entre los dientes.  |
| Adhesividad | Física: trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de los otros materiales con los que el alimento entra en contacto Sensorial: fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente el paladar) durante su consumo. |

Fuente: Hernández, 2005

**Tabla 8: Características mecánicas secundarias de textura**

| Propiedades    | Definiciones  |
|----------------|---|
| Fragilidad     | Física: fuerza con la cual se fractura un material (alto grado de dureza y bajo de cohesividad) Sensorial: fuerza con la que un material se desmorona cruje o se estrella.          |
| Masticabilidad | Física: energía requerida para masticar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido (una combinación de dureza, cohesividad y elasticidad) Sensorial: tiempo requerido para |

|           |   |
|-----------|---|
|           | masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducir a una consistencia adecuada para tragarla.  |
| Gomosidad | Física: energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado liso para deglutirlo (combinación de baja dureza y alta cohesividad) Sensorial: densidad que persiste a lo largo de la masticación; energía requerida para desintegrar un alimento semisólido a un estado adecuado para tragarlo. |

Fuente: Hernández, 2005

### **La textura se ha clasificado de acuerdo a tres fases elaboradas por Brandt, M.A. 1963**

- Fase inicial: las calidades texturales se perciben con el primer bocado, antes de que la saliva disuelva o modifique la forma o disposición de las partículas.
- Fase de masticación: se percibe durante la masticación
- Fase residual: cambios texturales que se llevan a cabo durante la masticación y efectos que producen recubrimiento del paladar por lo general, después de haberse deglutido la muestra del alimento.

La fase de masticación es la más importante para cuando se está catando un producto alimenticio, ya que cuando se está realizando este proceso se envía información al cerebro a través de impulsos nerviosos, el cual la relaciona con la información almacenada, emitiendo una respuesta sobre la textura del alimento que se está masticando (Hernández, 2005).

## **MATERIAS PRIMAS**

### **LEGUMINOSAS**

Las Leguminosas o Fabáceas son una familia que incluye árboles, arbustos o hierbas, trepadoras leñosas o herbáceas o plantas en cojín extendida por todo el planeta (*Cantero 2019*). Abarca todos los biomas (menos regiones árticas y antárticas) y forma un importante componente ecológico de climas templados, mediterráneos, tropicales, áridos, ecosistemas de sabana, selvas tropicales y estacionalmente secos, excluyendo regiones polares y desiertos de temperaturas extremas. La familia presenta espectaculares características morfológicas y alta diversidad en cuanto a la forma de vida, desde árboles

gigantes de la selva tropical y lianas leñosas, a arbustos del desierto, hierbas efímeras, herbáceas escaladoras, acuáticas y especies de sabanas adaptadas al fuego.

Esta familia posee una gran variedad de caracteres diagnósticos vegetativos y reproductivos y, entre los más destacables, se encuentran el hábito, y sus flores y frutos. Aunque la principal característica de toda la familia radica en la posesión de un tipo de fruto seco, y generalmente dehiscente, pluriseminado conocido como legumbre. De hecho, es la característica que le da el nombre a la familia Leguminosas y también por eso se denomina comúnmente “legumbres” a las especies con frutos comestibles.

Las legumbres se han domesticado junto con las gramíneas en diferentes áreas del mundo desde los inicios de la agricultura y han desempeñado un papel clave en su desarrollo inicial). Las leguminosas de grano forman parte del 27% de la producción agrícola mundial, siendo proveedoras del 33% de la proteína necesaria en la dieta de los seres humanos además las leguminosas forrajeras proporcionan una parte vital de la alimentación animal, debido al alto valor nutricional de frutos, semillas y el resto de la planta. Esto ha implicado la domesticación de un conjunto de cultivos alimentarios de importancia mundial como la soja (*Glycine max* L.) Merr.), porotos y chauchas (varias especies de *Phaseolus* L. y *Vicia faba* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.), lentejas (*Lens culinaris* Medik.), garbanzos (*Cicer arietinum* L.) y arvejas (*Pisum sativum* L.), así como también importantes cultivos de forrajes templados y tropicales como la alfalfa (*Medicago sativa* L.) y los tréboles (*Trifolium* L.) (Foresto, Emiliano; 2020).

## **SOYA**

La soja es una leguminosa, no un cereal, que tiene su origen en Oriente y que ya era utilizada en China 2,800 años antes de Cristo y en el siglo VI en Japón. Su llegada a Europa se produjo en el siglo XVII gracias a marineros, mercaderes y misioneros que la trajeron de Asia. Entonces comenzó su cultivo y la planta creció en el viejo continente, pero el consumo humano en Europa no llega hasta bien avanzado el siglo XX.

la soja en algunos países de América Latina se debió en parte a una lucha en contra de la desnutrición de niños de familias que no podían adquirir fuentes de proteína, como la leche y el huevo.

La soya posee características muy ventajosas, entre ellas su alto contenido de proteína y lípidos, así como elevadas concentraciones de lisina, aminoácido que es limitado en la mayor parte de las proteínas de origen vegetal, por ejemplo, el maíz, trigo y arroz que se consumen en áreas donde la desnutrición es frecuente; en consecuencia, al combinar la soya con un cereal se obtiene un alimento con mejor valor nutricional. Buena parte del interés en el consumo de la soya y la coordinación de diferentes actividades para dar a conocer la preparación y los usos de la soya en México, y otros países de Latinoamérica, se ha debido a la Asociación Americana de la Soya (ASA, por sus siglas en inglés). México fue seleccionado en 1971 como sede de ella, ya que ha sido el principal importador de aceite de soya y productos de soya en Latinoamérica provenientes de Estados Unidos de América. En el decenio de 1970, México fue uno de los primeros países latinoamericanos que desarrolló diferentes productos con soya y donde se ha utilizado la proteína de soya (PS) en un porcentaje de 20 a 30% para enriquecer o sustituir a las proteínas de origen animal de varios productos y hacerlos de esta manera más económicos (Torres y Tovar, 2009).

La especie humana viene consumiendo soya desde hace más de 5000 años. Su elevado contenido proteico y un porcentaje considerable de fibras y lípidos hacen que sea un alimento muy nutritivo. Pero la humanidad no solo ha utilizado la soya en su forma nativa, tal y como la ofrece la naturaleza, sino que ha explorado una amplia variedad de productos derivados.

Empecemos por los que se obtienen a partir del fruto fresco. Tenemos los germinados (brotes de soya), con los cuales se elaboran ensaladas, tempuras, salteados y woks. Y la vaina de soya fresca cocida (edamame), muy empleada en Japón, que suele consumirse como aperitivo en frío (Castells, 2017).

### **Características nutricionales**

El grano de soya en promedio, contiene 36.5% de proteínas, 20% de lípidos, 30% de hidratos de carbono, 9% de fibra, 8.5% de agua y 5% de ceniza.

Contiene amplia gama de minerales como calcio, hierro, cobre, fósforo y zinc, reflejando un 5.6% de cenizas. Además, contiene vitaminas como: tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6), ácidos fólicos, ácidos ascórbicos (vitamina C) y otros (Ponce y Chuco, 2019).

## **Soya texturizada**

Es un subproducto de la soya, conserva 60% de proteínas, tras su rehidratación es fácil de manipular en la cocina, siendo un sustituto de la carne no solo por su textura, sino por los carbohidratos, fibra y minerales (Ponce y Chuco, 2019).

Se obtiene a partir de la harina desgrasada, por medio de temperaturas elevadas en una extrusora, obteniendo proteínas de soya texturizada destinadas a la alimentación humana. Una vez hidratado el producto presenta una textura elástica muy similar a la de la carne, varían en tamaños, formas, colores y sabor, depende de los ingredientes adicionados (Ponce y Chuco, 2019).

## **Beneficios de la soya**

El Consejo Exportador de Soya de Estados Unidos (USSEC) dio a conocer los beneficios únicos de este grano que permiten tener una vida saludable.

Todas aquellas personas que busquen tener una vida más saludable deben saber que la soya ofrece grandes beneficios a su salud.

La soya es una fuente importante de los nutrimentos básicos como son proteínas de buena calidad con los aminoácidos indispensables, aceite balanceado con ácidos grasos omega 3, 6, 9 y vitamina E, así como fibra soluble e insoluble.

También los alimentos de soya tienen una gran aceptación debido a su excelente sabor y versatilidad (Juarez, 2023).

## **Principales beneficios de la soya**

**Ayuda a disminuir los riesgos cardiovasculares:** De acuerdo con la Food and Drug Administration (FDA), el consumo de 30 gramos (una onza) de proteína de soya al día como parte de una dieta baja en grasas saturadas y colesterol ayuda a disminuir los riesgos cardiovasculares. Asimismo, la soya mejora la función de los vasos sanguíneos en general y previene la generación de coágulos (Juarez, 2023).

**Ayuda a reducir los síntomas de menopausia:** Una combinación de una alimentación con soya y ejercicio puede ayudar a las mujeres a sobrellevar la menopausia con menos molestias. La soya tiene componentes bioactivos que favorecen la salud de la mujer como las isoflavonas reduciendo los principales síntomas como: bochorno, fatiga, sudor

nocturno, cambios en el estado de ánimo, oscilaciones del humor, sequedad vaginal y dolores de cabeza (Juarez, 2023).

**Auxiliar en la prevención y control de la diabetes:** El consumo de soya es benéfico para los pacientes diabéticos, ya que es uno de los alimentos con menor índice glucémico. La proteína de soya se recomienda en pacientes con diabetes tipo 2 debido a su efecto antihiper glucémico, evitando que suba el nivel de glucosa en la sangre, y el efecto antihiperinsulinémico, el cual evita que aumente el nivel de insulina en la sangre (Juarez, 2023).

**Los antioxidantes de la soya ayudan a prevenir algunas enfermedades:** Más allá de la gripe común, algunos estudios científicos demuestran que los antioxidantes, como aquellos presentes en la soya, pueden ayudar a prevenir enfermedades crónicas degenerativas como cáncer, enfermedades del corazón y diabetes (Juarez, 2023).

**Puede ayudar en el control de peso:** ya que aporta fibra dietética que por sus propiedades facilita la digestión. El consumo continuo de proteína de soya ayuda a disminuir la concentración de triglicéridos (Juarez, 2023).

**La soya es un alimento que contribuye a disminuir el nivel del colesterol en la sangre:** El consumo de soya aumenta la excreción de la bilis favoreciendo que el colesterol se elimine del organismo (Juarez, 2023).

**El consumo continuo de soya ayuda a reducir el grado de desnutrición:** Debido a su alto contenido de nutrimentos como la proteína. El contenido de proteína de la soya es superior al de otras leguminosas (38-40%) y es la única proteína vegetal que contiene todos los aminoácidos indispensables similares a las proteínas de origen animal (Juarez, 2023).

**Reduce la pérdida de masa ósea:** Los minerales y las isoflavonas presentes en la soya contribuyen a reducir la pérdida de masa ósea lo que significa que su consumo frecuente ayuda en la prevención y tratamiento de osteoporosis (Juarez, 2023).

## LENTEJA

La lenteja (*Lens culinaris* Medik. ssp. *culinaris*) es una especie herbácea anual de porte erecto o semierecto, adaptada a climas secos, que presenta una altura media de entre 30 y 35 cm, es fundamentalmente autógama, diploide con  $2n = 14$  cromosomas y con un tamaño de genoma de, aproximadamente, 4.063 Mpb (Rey 2015).

Según los datos arqueológicos dados por Cubero (1981), los restos más antiguos de lentejas silvestres (10.500 años a.C.) se encontraron en Mureybit (Siria) mientras que los más antiguos de lenteja cultivada (aproximadamente 9000 años a.C) aparecieron en Hacilar (Turquía), Ramad (Siria), Jarmo (Iraq), Jericó (Palestina), Beidha (Jordania) y Ali Kosh (Iran). Las lentejas más antiguas que aparecieron en Grecia se han datado hacia el año 8000 a.C., mientras que en Europa Central no aparecen hasta el 5.000- 7.000 a.C. Más tarde llegaron a la India (3.000-4.000 a.C.) y Europa occidental (3.000- 3.500 a.C.). La lenteja debió llegar a Egipto antes de lo que indican los restos arqueológicos por su proximidad geográfica y cultural con el creciente fértil, sin embargo, los problemas de preservación que sufren los materiales orgánicos presentes en el delta del Nilo, dificultan la datación real. Los restos más antiguos en la Península Ibérica datan de aproximadamente el año 5.500 a.C. (Rey 2015).

Actualmente es una planta muy cultivada en todas las regiones templadas, ya que resulta fácil de cosechar, favorece la regeneración de los terrenos al alternar su cultivo con el de los cereales y es rica en energía, barata, de fácil conservación y capaz de combinar con todo tipo de alimentos. Los principales países productores mundiales son Turquía y la India. Es una planta desordenada, con hojas pinnadas terminadas en zarcillos. Forma flores pequeñas con pétalos de color blanco, azul claro o lila dispuestas en pequeños racimos y es anual. Para el consumo se cultivan dos variedades: una produce semillas pequeñas de color castaño y la otra amarillas y de mayor tamaño, aunque existen numerosos tipos de lentejas que se clasifican según el color de la semilla: las lentejas verdes o verdina, de pequeño tamaño y color verde o verde amarillento con manchas negruzcas; las llamadas lentejones, lentejas rubias o de la reina, entre las que se encuentran la rubia castellana y la rubia de La Armuña; las lentejas amarillas, de origen asiático; las lentejas naranjas, que constituyen un alimento básico en Oriente Próximo; lentejas pardas o pardinas, originarias de la India, lentejas rojas, de sabor muy fino y muy



apropiadas para la elaboración de purés y lentejas verdes azules, que crecen en zonas volcánicas. Se consumen las semillas secas y son las únicas legumbres que no deben remojarse en agua para que se hidraten. Simplemente, a la hora de cocinarlas, se les cubre de agua fría para evitar que la piel se seque y se desprenda (Rey 2015).

### **Valoración nutricional**

Las lentejas poseen un bajo contenido en grasa y alto contenido en proteínas de origen vegetal (deficitaria en metionina). El contenido de vitaminas destaca por la tiamina, niacina, folatos y vitamina B6. Una ración de lentejas cubre el 29% de la ingesta recomendada de tiamina para un hombre de 20 o 39 años con actividad física moderada. También es importante su contenido en fibra -soluble e insoluble- (aunque en menor concentración que en otras leguminosas) lo que favorece el tránsito intestinal y ayuda a combatir el estreñimiento. Las lentejas son fuente de hierro no hemo, magnesio, zinc, potasio, fósforo y selenio. Tienen concentraciones bajas de componentes antinutritivos como saponinas, taninos y fitatos (Rivareneyra, 2015)).

### **GARBANZO**

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa anual, con una distribución del área sembrada en regiones tropicales y mediterráneas del mundo, y se ubica en el tercer lugar de las leguminosas comestibles cultivadas en el mundo. En Argentina particularmente tiene mejor adaptación en las zonas semiáridas, donde el ciclo del cultivo dura aproximadamente entre 5 a 6 meses. En las últimas campañas agrícolas el garbanzo ha adquirido relevancia en Córdoba, principalmente en los departamentos Totoral, Colón, Tulumba y Río Primero, que concentran el 95% de la producción cordobesa. Volviendo al panorama mundial, el consumo se divide en:

Como poroto: En los países de tradición cristiana -demanda estacional-. Se consume generalmente en invierno y durante las celebraciones de Pascua.

Como harina: En la tradición musulmana, judía e hindú, la demanda es más estable en el año, ya que forma parte de la dieta diaria de la población. (Toledo, 2018.)

El garbanzo pertenece a la familia de las leguminosas, es conocida por su nombre científico (*Cicer arietinum* L.) Muchos estudios indican que se originó al suroeste de

Turquía 5.450 A.C., que luego se expandió hacia Europa, África, América y Australia, existiendo en la actualidad cuarenta especies de garbanzo. En el periodo de expansión del garbanzo se originaron dos tipos, en los cuales se distinguen por uno poseer un tamaño grande y de un color claro; mientras que el segundo se distingue por ser más pequeñas y tener un color más oscuro. (Nicole, 2022)

### **Taxonomía del garbanzo**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Cicereae

Género: Cicer

Especie: C. arietinum

Nombre científico: Cicer arietinum

### **Composición nutricional**

Según la organización FEN (2018), en un estudio realizado indica que el garbanzo contiene un alto contenido de proteínas. También, se destacan los minerales como el Ca (calcio), Mg (magnesio), Fe (hierro), P (fósforo) y K (potasio) (Nicole, 2022).

### **Propiedades y beneficios.**

El garbanzo es rico en proteínas, minerales (hierros, calcio, magnesio, potasio y fósforo), vitaminas (vitamina B1, vitamina K, riboflavin, niacina y ácido fólico) que mejoran el funcionamiento del sistema nervioso. El garbanzo es recomendado como alimento para las mujeres en estado de gestación, ya que posee nutrientes necesarios para los tres trimestres. Por otro lado, aporta carbohidratos de lenta absorción, por lo que da una sensación de saciedad completa por un largo tiempo, evita los niveles altos de glucosa en la sangre. También, ayuda a controlar la presión arterial, debido a que es bajo en sodio. El garbanzo, posee fibra e isoflavonas que disminuyen el colesterol (Nicole, 2022).

## **HIPÓTESIS**

La materia prima empleada para la elaboración de un embutido vegetariano tendrá la capacidad de proporcionar, los nutrientes esenciales, tal y como sería en la elaboración de un producto convencional con ingredientes de origen animal; además de presentar un alto nivel de agrado.

## METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales (LIDPF) de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos y en el laboratorio de multidisciplinario experimental y bioterio Del Instituto de Ciencias Biológicas, ambos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, con dirección en el Libramiento norte poniente 1150, colonia Caleras Maciel, 29000 Tuxtla Gutiérrez, Chis.

### Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, con análisis cuantitativo; experimental porque se analizaron algunas variables, como la formulación del alimento, y los tratamientos considerados en el modelo murino, con enfoque cuantitativo, porque se determinó el nivel de aceptabilidad del producto mediante análisis sensorial.

### Variables

**Tabla 9. Categorización de variables**

| Variable independiente  | Variable dependiente   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo y cantidad de materia prima (ingredientes).</li> <li>• Temperatura de cocción.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición nutrimental del embutido.</li> <li>• Parámetros sensoriales (dureza, textura, viscosidad, firmeza, color, grado de aceptabilidad, otros).</li> <li>• Tiempo y grado de recuperación nutricia de las ratas.</li> </ul> |

**Tabla 10. Diseño experimental**

| Tratamientos | Soja (%) | Lenteja (%) | Garbanzo (%) | Compuestos bioactivos (%) |
|--------------|----------|-------------|--------------|---------------------------|
| S1           | 30       | 70          | -            | 1                         |
|              |          |             |              | 2*                        |
| S2           | 70       | 30          | -            | 1                         |
|              |          |             |              | 2*                        |
| Z1           | -        | 30          | 70           | 1                         |
|              |          |             |              | 2*                        |
| Z2           | 30       | -           | 70           | 1                         |
|              |          |             |              | 2*                        |

VARIABLES PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA: CUATRO VARIABLES QUE SE EJECUTARÁN CON CADA COMBINACIÓN DE PROTEÍNA, INCORPORANDO UNA MEZCLA DE LAS FUENTES MENCIONADAS ANTERIORMENTE (TABLA 10), LA ADICIÓN DE LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS SERÍA AL 1 Y 2% DE FENOLES, CAROTENOIDES (TENTATIVO), Y PODER HACER UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS FUENTES DE PROTEÍNA (TABLA 11).

**Tabla 11. Formulación para la salchicha.**

| Tratamientos | Ingredientes mayoritarios (%) |    |    | Ingredientes secundarios (%) |          |    |    |    |     |     |   |
|--------------|-------------------------------|----|----|------------------------------|----------|----|----|----|-----|-----|---|
|              | S                             | L  | G  | Z                            | E        | A  | PT | CT | VG  | R   | P |
| T1           | 30                            | 70 | -  | 5                            | 2<br>(h) | 16 | 5  | 5  | 7.5 | 2.5 | 4 |
| T2           | 70                            | 30 | -  | 5                            | 2<br>(h) | 16 | 5  | 5  | 7.5 | 2.5 | 4 |
| T3           | -                             | 30 | 70 | 5                            | 2<br>(h) | 16 | 5  | 5  | 7.5 | 2.5 | 4 |
| T4           | 30                            | -  | 70 | 5                            | 2<br>(h) | 16 | 5  | 5  | 7.5 | 2.5 | 4 |

Nota: Las siglas de los ingredientes mayoritarios significan S: soya, L: lenteja, G: garbanzo; Los ingredientes secundarios significan: Z: zanahoria, E: espinaca, (h) hojas, A: almidón de malanga, PT: pulpa de tomate, CT: cascara de tomate, VG: grasa vegetal, R: remolacha o betabel, P: pimienta;

### Pruebas analíticas

#### Químicas

Análisis químico proximal (humedad, ceniza, grasa, fibra, proteína), determinación de fenoles, determinación de la capacidad antioxidante (ABTS), microbiológico.

#### Físicas

Viscosidad, textura, dureza y firmeza.

#### Población

Para el análisis sensorial, se utilizarán estudiantes de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos.

#### Muestra

De 40 a 80 personas, con el fin de tener mayor cantidad de datos para tener excelentes datos estadísticos, de manera que solamente podrán realizar el análisis sensorial aquellas personas que consuman vegetales en su dieta, vegetarianos y veganos, quedan excluidos de la prueba aquellas personas que sean alérgicas a los ingredientes con el que está elaborado el producto.

## **Descripción de las materias primas**

### **Material biológico**

Se usarán grupos de ratas recién destetadas de la cepa Wistar con una restricción de proteína de aproximadamente 12 semanas, posterior a ello se comienza la alimentación de los animales para evaluar el efecto del producto elaborado a través de dietas. Las ratas seleccionadas serán del sexo masculino, útiles para las pruebas que se quieren realizar, cada uno de los grupos tendrá una formula diferente con lo que se estarán alimentando como se muestra en la tabla 11, con el producto elaborado, cada grupo tendría su rata control el cual consumiría su alimento convencional y otro con una salchicha comercial. El periodo de alimentación constó de cinco a seis meses realizado en el laboratorio multidisciplinario experimental y bioterio Del Instituto de Ciencias Biológicas, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

### **Materias primas**

La lenteja, la soja y el garbanzo, se usarán como fuente de proteínas, mientras que la zanahoria y la espinaca se emplearán para la obtención de nitritos; por otro lado, la pulpa y cáscara de tomate, se usaron como un agente de disminución de color dentro de los ingredientes, la remolacha y el pimiento serían una excelente fuente del característico color rojizo o rosado que se le atribuyen a las salchichas; la malanga tendrá una participación muy importante porque de ello depende obtener una textura firme, solida por la incorporación del Almidón de la malanga, por otra parte la grasa vegetal solo tendría participación por ayudar en la consistencia y tripa de cerdo para realizar el embutido.

## **Reactivos**

Los reactivos usados durante el desarrollo de los análisis fueron ácido cítrico al 0.1%, agua destilada, hexano, etanol, ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, catalizador micro-kjeldahl, reactivo de scharrer-kurschener (S-K), acetona, solución sosa-tiosulfato, ácido bórico al 5%, indicador kjeldahl.

## **Materiales (laboratorio o de cocina)**

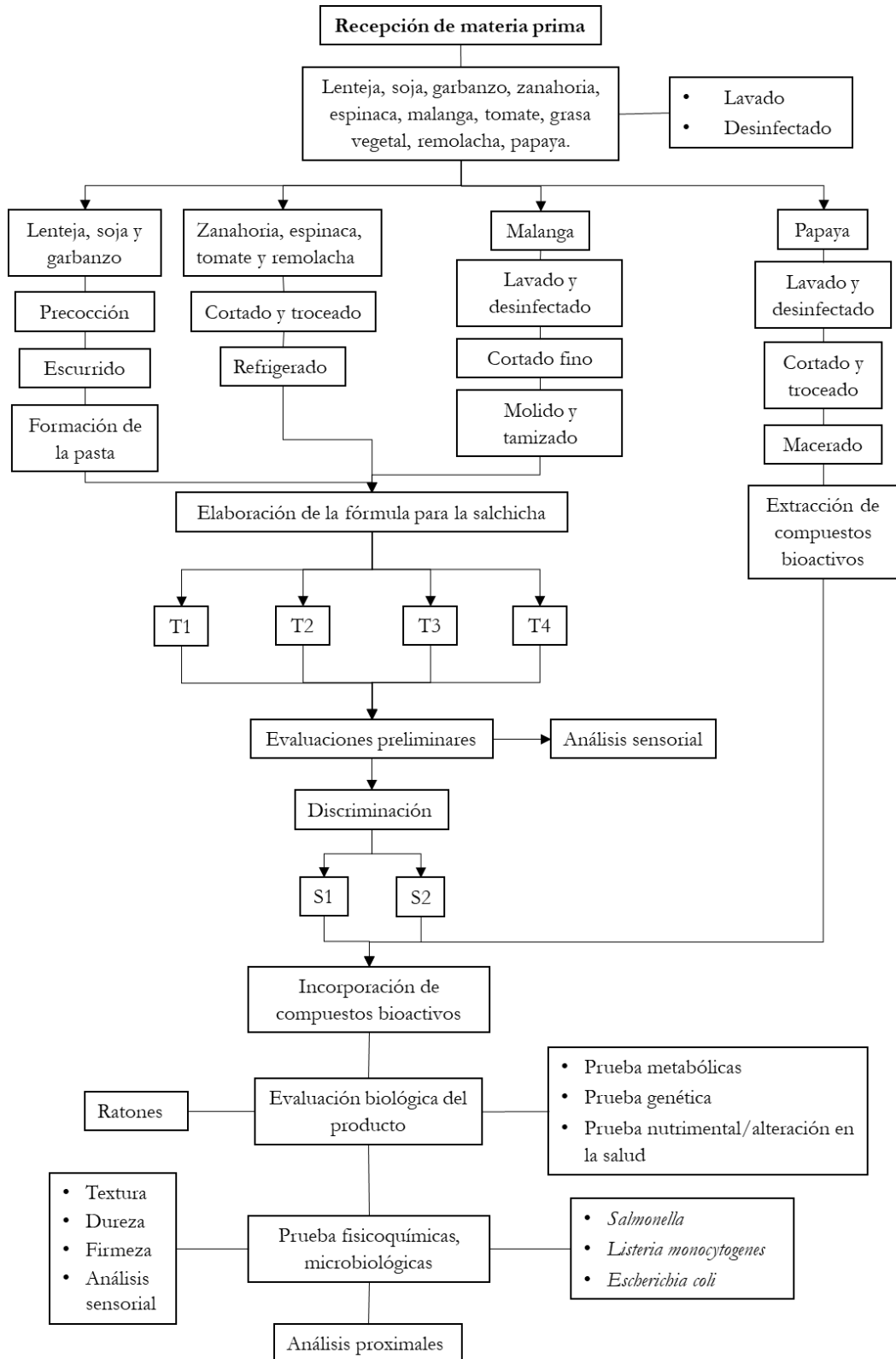
Los materiales que se usaron durante la elaboración del producto y el análisis químico proximal fueron: charola, cuchillo, olla, bowls, licuadora, cuchara, vaso de precipitado de 250 y 1000 ml, agua destilada, crisol, caja petri, balanza analítica, balanza industrial, desecador, pinzas para crisol, matraz bola con fondo plano y cuello esmerilado de 250 ml, trampa y refrigerante, papel filtro, cartuchos de celulosa, desecador, perlas de vidrio, algodón, embudo de cuello corto o largo, matraz micro-kjeldahl de 30 mL.

## **Equipos (análisis y elaboración del producto)**

Condensador de fibra cruda, balanza analítica, molino para embutir, refrigerador, Equipo de extracción soxhlet, campana de extracción, digestor micro-kjeldahl, mufla eléctrica con indicador de temperatura, estufa de secado con control de temperatura.

# DIAGRAMA DE PROCESO

## Diagrama de flujo general





## **Descripción de cada etapa del diagrama**

### **Etapa 1**

Se llevará a cabo el acondicionamiento de las materias primas desde el lavado, desinfectado, corte y troceado, refrigeración, escaldado y formación de las pastas, macerado de cáscaras y semillas de la papaya para la extracción de compuesto bioactivos y secado de la malanga para la obtención del almidón.

### **Etapa 2**

Formulación de las salchichas, para la realización de las pruebas preliminares, seleccionando las fórmulas que tengan mayor aceptación por los estudiantes que realizan el análisis sensorial cumpliendo con las especificaciones solicitadas, las salchichas que pasen el examen discriminatorio se le añadirán los compuestos bioactivos que se extraerán de la maceración.

### **Etapa 3**

Las fórmulas aceptadas que contengan los compuestos bioactivos serán las que se le realizaran las pruebas con los ratones, para determinar que efecto tiene el producto en su fisiología, determinado si tiene un cambio positivo o negativo en su peso, talla, metabolismo o alguna patología genética como ensanchamiento de los órganos internos.

### **Etapa 4**

A el producto terminado tendrían sus análisis correspondientes tanto químico y como físico, así como la determinación de microorganismos patógenos y nuevamente el análisis sensorial, para evaluar cambios en el sabor del producto a partir de la incorporación de los compuestos bioactivos en su estructura.

### **Ensayo en un modelo de murino**

Durante la experimentación se usaron ratas wistar con un peso de aproximadamente de (100 – 150 g), obtenidas del laboratorio multidisciplinario experimental y bioterio Del Instituto de Ciencias Biológicas, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; que se encuentran en jaulas con suficiente ventilación.

La aplicación experimental se realizó con un piloto de 14 semanas aproximadamente, en la cual se tuvo una restricción de proteínas durante su alimentación, monitoreando las variables en cuanto al peso y alimento que consumen.

Durante el periodo de restricción de proteína se le suministró el alimento cuya formulación está compuesta de almidón de malanga, clara de huevo y harina de trigo; alimentándolos con 100 g aproximadamente por rata cada tercer día, de manera que las ratas lleguen a un estado de desnutrición por la baja ingesta de proteína.

Una vez concluida la fase de restricción a los grupos se les suministró el alimento con el cual se tiene esperado que recuperen todos sus nutrientes durante el periodo de restricción, haciendo una comparación con un alimento similar que se encuentre en el mercado.

### **Descripción de los grupos de estudio**

Grupo 1 (control): conformado por tres ratas, alimentadas con pellets normales.

Grupo 2 (control): conformado por tres ratas, alimentadas con salchichas comerciales vegetarianas.

Grupo 3: conformado por cinco ratas, alimentadas con la fórmula 1 (salchicha con 1% de compuestos bioactivos).

Grupo 4: conformado por cinco ratas, alimentadas con la fórmula 2 (salchicha con 1% de compuestos bioactivos).

Grupo 5: conformado por cinco ratas, alimentadas con la fórmula 1 (salchicha con 2% de compuestos bioactivos).

Grupo 6: conformado por cinco ratas, alimentadas con la fórmula 2 (salchicha con 2% de compuestos bioactivos).

### **Descripción de técnicas analíticas**

Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra.

## **Extracción de almidón**

### **Método de ácido cítrico al 0.1%**

Se pela y corta en láminas (0.2 cm), introducirlas en una solución de ácido cítrico al 0.1% por 15 minutos, eliminar el agua, moler totalmente hasta la desintegración de la pulpa, dejar sedimentar por 24 horas, decantar, la masa obtenida secar a 60 - 80°C, una vez concluido pulverizar, tamizar en una malla de 250 µm, y almacenar al vacío para su uso (González *et al.*, 2020).

### **Técnica de extracción de compuestos bioactivos**

La cáscara se puso a secar en un horno por 24 horas a una temperatura de 45°C, la que fue elegida con el fin de evitar la degradación de los compuestos bioactivos. Una vez realizado este paso, se trituró en una licuadora hasta obtener un polvo fino (De Lourdes *et al.*, 2019).

### **Extracción por maceración**

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido, donde la materia prima posee una serie de compuestos solubles en el líquido de extracción, que son los que se pretende extraer. La maceración genera dos productos, el sólido ausente de esencias y el propio extracto. La naturaleza de los compuestos extraídos depende de la materia empleada, así como del líquido de extracción. Existen dos métodos de maceración de acuerdo con la temperatura: caliente o fría. Esta operación requiere de un tiempo largo y mayor gasto energético, aunque es recomendable por su uso convencional (Sánchez *et al.*, 2021).

### **Extracción acuosa y etanólica por maceración**

La obtención del extracto acuoso se realizó por maceración en un matraz Erlenmeyer de 250 ml a temperatura ambiente, utilizando una relación 1:10 (masa seca de las hojas /volumen disolvente). Para ello, el matraz conteniendo la mezcla arriba mencionada, se puso en un termo baño (Julabo SW22) con una agitación de 100 rpm a temperaturas de 25, 45 y 65°C. Después de las 24 h el extracto se filtró a través de papel filtro comercial (Bunn) de poro mediano y se refrigeró a 4°C para su uso.

La obtención del extracto etanólico al 80% se realizó por maceración a temperatura ambiente durante 24 h utilizando una relación de 1:10 (masa de las hojas/volumen

disolvente), siguiendo el mismo procedimiento que para el acuoso. Para ello, se colocó la mezcla contenida en el matraz Erlenmeyer en un termo baño (Julabo SW22) con una agitación de 100 rpm a temperaturas de 25, 45 y 65°C. Después de las 24 h el extracto se filtró varias veces a través de papel filtro comercial (Bunn)) y se refrigeró a 4°C para su uso posterior (Sánchez *et al.*, 2021).

### **Determinación de polifenoles totales**

La determinación de fenoles se realizó mediante la técnica de Folin-Ciocalteu, la cual se basa en la propiedad de los fenoles de reaccionar frente a agentes oxidantes. Este reactivo contiene molibdato y tungstato sódico que, al reaccionar con los compuestos fenólicos presentes, forman complejos fosfomolibdico - fosfotúngstico. En medio básico la transferencia de electrones reduce estos complejos a óxidos de tungsteno ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ), cromógenos de color azul intenso que son proporcionales a la cantidad de grupos fenólicos presentes en la molécula de interés.

La lectura de la absorbancia del complejo se realizó a 760 nm en un espectrómetro ultravioleta - visible. Se realizó una curva de calibración con ácido gálico (patrón). Los resultados fueron expresados en mg de ácido gálico equivalentes por gramo de extracto de alcachofa (Cruzado, *et al.*, 2013) (Anexo 5).

### **Análisis químico proximal**

**Humedad:** meter la muestra a secado por 24 h en cajas petri por triplicado a una temperatura entre 50 a 65°C, eliminando el agua de la muestra, colocándolo en el desecador, se enfría la muestra y pesa para calcular el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso.

**Cenizas:** se colocan 5 g de muestra molida (Pm) en cada crisol, carbonizarlo sobre la parrilla de calentamiento hasta que deje de liberar humo, cuidando que no se incendie, pues puede haber pérdida de peso por “proyecciones de la muestra”, tomar la muestra carbonizada utilizando la pinza para crisol e incinerar en la mufla a una temperatura entre 550 a 600°C, mantenga la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquieran un color blanco a gris blanco (Anexo 1).

**Grasa cruda:** cuantificar el porcentaje de extracto etéreo de un alimento. Extraer por 12 a 16 horas la grasa de la muestra. Retirar el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa del extractor y colocar en la estufa de secado hasta evaporar el hexano. Guardar para ocupar la muestra desengrasada en las posteriores pruebas. Destilar el hexano sucio. Colocar en la estufa de secado los matraces balón con muestra de grasa hasta obtener el peso constante, evaporado el solvente (Anexo 2).

**Proteína cruda:** consiste en la digestión de la muestra seca y libre de grasa. Destilación de la muestra, titulación y valoración del HCl. Disolver aproximadamente 50 mg (0.05 g) de Bórax (Tetraborato de sodio) deshidratado en 50 ml de agua destilada, agregar de 2 a 3 gotas del indicador micro Kjeldahl, titular con el HCl cuya concentración exacta se desconoce (Anexo 3).

**Fibra cruda:** consiste en cuantificar la fibra cruda de un alimento, y así mismo poder obtener la cuantificación de carbohidratos de una muestra de alimento.

**Carbohidratos:** abarcan un gran número de compuestos que van desde los azúcares simples mono y disacáridos como la glucosa y la sacarosa, hasta los más complejos como el almidón y la celulosa. No es posible determinar el gran grupo de carbohidratos por medio de un procedimiento analítico sencillo puesto que está integrado por numerosas entidades químicas que carecen de una característica analítica común, por lo cual se ha dividido toda esta fracción en dos grandes grupos: una parte insoluble en ácidos y bases a la que se llamó “fibra bruta” y una fracción soluble a la que se denominó “extracto no nitrogenado” (Anexo 4).

### **Microbiológico**

#### ***Cuantificación de microorganismos coliformes totales en placa.***

El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares (Anexo 6).

#### ***Cuantificación de mohos y levaduras.***

Es de gran importancia cuantificar los mohos y levaduras en los alimentos, puesto que, al establecer la cuenta de estos microorganismos, permite su utilización como un indicador de prácticas sanitarias inadecuadas durante la producción y el almacenamiento de los productos, así como el uso de materia prima inadecuada. El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3.5 e incubado a una temperatura de  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos (Anexo 7).

***Método de referencia para el aislamiento de Salmonella spp.***

Este método es aplicable para la detección de *Salmonella* spp. en productos para consumo humano, así como de áreas de producción y manejo de alimentos especialmente en productos donde las condiciones ambientales permiten la contaminación de estos productos por microorganismos de la familia Enterobacteriaceae. La determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella* spp., en cierta cantidad de masa o volumen específico de producto, se lleva a cabo acorde a lo descrito en el presente método, requiriendo 4 etapas sucesivas. Las cuales son:

- Etapa de pre-enriquecimiento;
- Enriquecimiento selectivo;
- Aislamiento en medios de cultivos selectivos y diferenciales, e
- Identificación bioquímica y confirmación serológica de los microorganismos (Anexo 8).

## **ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis de datos se realizó con ayuda del programa Minitab con el análisis ANOVA de una vía con el método tukey para el análisis químico proximal expresado en tablas, mientras que para el modelo murino se realizó el análisis ANOVA de dos vías expresada en tablas con letras minúsculas y mayúsculas mostrando la diferencia significativa que tiene entre sí y una gráfica para visualizar el consumo del producto otorgado, seguido del análisis sensorial se realizó el análisis ANOVA con el método de ji-cuadrada expresadas en tablas con letras mayúsculas y minúsculas mostrando la diferencia significativa, posterior a eso los siguientes datos obtenidos se expresaron en tablas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Obtención de almidón de malanga (*Xanthosoma sagitifolium*)

En la obtención del almidón no se ha presentado afectaciones ya que se ha tenido un rendimiento al redor del 32% por cada kilogramo de pulpa, así mismo se genera un residuo del 1.7%; dado a las condiciones que es sometido, a una temperatura de 80°C. El rendimiento obtenido haciéndole cambios y optimizando el procedimiento, es mayor a lo reportado por González *et al.* (2020).

### Análisis sensorial de la salchicha vegetariana

#### Olor, color y apariencia

Los resultados de la evaluación sensorial mostrados en las tablas 12,13 y 14, no presentan diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre los cuatro tipos de salchichas vegetarianas, se observa que la muestra de mayor agrado es la 573, en cuanto al olor, color y apariencia, seguido de la muestra 555.

**Tabla 12. Análisis sensorial en cuanto al atributo del olor de la salchicha vegetariana.**

| Nivel de agrado | Olor             |                  |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 | 501              | 521              | 555              | 573              |
| Agradable       | 43 <sup>aA</sup> | 46 <sup>aA</sup> | 53 <sup>bA</sup> | 54 <sup>bA</sup> |
| Neutro          | 23 <sup>aB</sup> | 14 <sup>bB</sup> | 11 <sup>bB</sup> | 11 <sup>bB</sup> |
| Desagradable    | 11 <sup>aC</sup> | 17 <sup>bC</sup> | 13 <sup>aB</sup> | 12 <sup>aB</sup> |

\*Letras diferentes minúsculas entre columnas muestra una diferencia significativa de ( $p<0.05$ , ji-cuadrado).

\*\*Letras diferentes mayúsculas entre filas muestra una diferencia significativa dentro de las muestras ( $p<0.05$ , ji-cuadrado).

**Tabla 13. Análisis sensorial en cuanto al atributo de color de la salchicha vegetariana.**

| Nivel de agrado | Color            |                  |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 | 501              | 521              | 555              | 573              |
| Agradable       | 51 <sup>aA</sup> | 55 <sup>bA</sup> | 51 <sup>aA</sup> | 55 <sup>bA</sup> |
| Neutro          | 15 <sup>aB</sup> | 16 <sup>aB</sup> | 15 <sup>aB</sup> | 12 <sup>bB</sup> |
| Desagradable    | 11 <sup>aB</sup> | 6 <sup>bC</sup>  | 11 <sup>aB</sup> | 10 <sup>aB</sup> |

\*Letras diferentes minúsculas entre columnas muestra una diferencia significativa de ( $P > 0.05$ , ji-cuadrado).

\*\*Letras diferentes mayúsculas entre filas muestra una diferencia significativa dentro de las muestras ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

**Tabla 14: Análisis sensorial en cuanto al atributo de la apariencia de la salchicha vegetariana.**

| Nivel de agrado | Apariencia       |                  |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 | 501              | 521              | 555              | 573              |
| Agradable       | 46 <sup>aA</sup> | 49 <sup>bA</sup> | 51 <sup>cA</sup> | 55 <sup>dA</sup> |
| Neutro          | 14 <sup>aB</sup> | 14 <sup>aB</sup> | 19 <sup>bB</sup> | 11 <sup>cB</sup> |
| Desagradable    | 17 <sup>aC</sup> | 14 <sup>bB</sup> | 7 <sup>cC</sup>  | 17 <sup>aC</sup> |

\*Letras diferentes minúsculas entre columnas muestra una diferencia significativa de ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

\*\*Letras diferentes mayúsculas entre filas muestra una diferencia significativa dentro de las muestras ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).



## Sabor

En la tabla 15, se presentan los resultados de la evaluación sensorial obtenidos de cuatro tipos de salchichas, la muestra 573 es significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) en nivel de agrado que la muestra 555, seguido de las muestras 521 y 501. En la misma tabla se observa que el nivel de desagrado de la muestra 521 es alto, un poco más de un 1/3 de los panelistas indicó que la muestra era poco atractiva al gusto.

El sentido del gusto hace referencia a los sabores en los alimentos; este atributo hace referencia a la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto. Cuando un individuo o catador se encuentra con resfriado no puede percibir olores ni sabores, cuando se realiza una evaluación sensorial de sabor, se debe tener en cuenta la salud bucofaringe (lengua, nariz y garganta). El sabor de un producto que se va a evaluar, debe ser enmascarado, ya que este se ve influenciado por otras propiedades como el color y la textura, evitándose sesgos en las respuestas del evaluador (Hernández, 2005).

**Tabla 15. Resultados del análisis sensorial del sabor de la salchicha vegetariana**

| Nivel de agrado | Sabor            |                  |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 | 501              | 521              | 555              | 573              |
| Agradable       | 24 <sup>aA</sup> | 39 <sup>bA</sup> | 46 <sup>cA</sup> | 49 <sup>dA</sup> |
| Neutro          | 20 <sup>aB</sup> | 9 <sup>bB</sup>  | 13 <sup>cB</sup> | 15 <sup>dB</sup> |
| Desagradable    | 13 <sup>aC</sup> | 29 <sup>bC</sup> | 18 <sup>cC</sup> | 13 <sup>aB</sup> |

Letras diferentes minúsculas entre columnas muestra una diferencia significativa de ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

\*\*Letras diferentes mayúsculas entre filas muestra una diferencia significativa dentro de las muestras ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

## Textura

En la tabla 16, se presentan los resultados de la evaluación sensorial generados en cuatro tipos de salchichas vegetarianas, se observó que la muestra 573 es significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) en nivel de agrado que la muestra 555, pero no es diferente ( $p > 0.05$ ) que las muestras 521 y 501.

La textura se ha clasificado de acuerdo a tres fases elaboradas por Brandt, M.A. 1963

- Fase inicial
- Fase de masticación
- Fase residual

La fase de masticación es la más importante para cuando se está evaluando un producto alimenticio, ya que cuando se está realizando este proceso se envía información al cerebro a través de impulsos nerviosos, el cual la relaciona con la información almacenada, emitiendo una respuesta sobre la textura del alimento. En el proceso de masticación intervienen los dientes, la lengua, el paladar, las encías, los músculos de la mandíbula, las glándulas salivales, los labios, y cada una de las articulaciones (Hernández, 2005).

**Tabla 16. Análisis sensorial de la textura de la salchicha vegetariana.**

| Nivel de agrado | Textura          |                  |                  |                  |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 | 501              | 521              | 555              | 573              |
| Agradable       | 36 <sup>aA</sup> | 38 <sup>aA</sup> | 40 <sup>aA</sup> | 50 <sup>bA</sup> |
| Neutro          | 19 <sup>aB</sup> | 10 <sup>bB</sup> | 19 <sup>aB</sup> | 15 <sup>cB</sup> |
| Desagradable    | 22 <sup>aB</sup> | 29 <sup>bC</sup> | 18 <sup>cB</sup> | 12 <sup>dB</sup> |

\*Letras diferentes minúsculas entre columnas muestra una diferencia significativa de ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

\*\*Letras diferentes mayúsculas entre filas muestra una diferencia significativa dentro de las muestras ( $p < 0.05$ , ji-cuadrado).

### **Análisis microbiológico de la salchicha vegetariana**

El análisis microbiológico realizado a la salchicha vegetariana (tabla 17), indicó que el producto elaborado se encuentra dentro de las especificaciones de las NOM-210-SSA1-2014, NOM-113-SSA1-1994 y NOM-111-SSA1-1999, lo que corrobora el cumplimiento de las buenas prácticas de higiene y manufactura durante la elaboración del producto.

**Tabla 17. Resultados del análisis microbiológico de la salchicha vegetariana.**

| <b>Tipos de análisis</b>                     | <b>Resultados</b> | <b>Parámetro</b>       | <b>Dictamen de la especificación</b>  |
|--|-------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Coliformes totales<br>NOM-210-SSA1-<br>2014  | Ausente           | 25 a 250 UFC/g o<br>ml | Se encuentra dentro<br>del parámetro. |
| Mohos y levaduras<br>NOM-111-SSA1-<br>1994   | Ausente           | 10 a 150 UFC/g o<br>ml | Se encuentra dentro<br>del parámetro  |
| Salmonela, shigella<br>NOM-113-SSA1-<br>1994 | Ausente           | Ausente                | Se encuentra dentro<br>del parámetro. |

### **Vida de anaquel**

Se evaluaron las propiedades organolépticas del producto elaborado, mostrando que la salchicha vegetariana en almacenamiento al vacío y en refrigeración, no presentó crecimiento bacteriano durante 30 días de almacenamiento; en el producto no se utilizó conservador, se considera un producto inocuo, apegado a las buenas prácticas de manufactura (BPF), se conservaron sus características organolépticas como olor, color, sabor y textura. Posteriormente, se realizó el análisis microbiológico para corroborar que el producto no presentara carga microbiana, siguiendo las NOM-210-SSA1-2014, NOM-113-SSA1-1994 y NOM-111-SSA1-1999, para determinar el cumplimiento de la normatividad.

### **Análisis químico proximal**

Se determinó el contenido nutrimental de la salchicha vegetariana mediante análisis químico proximal, tal como se muestra en la tabla 18, indicando que la salchicha vegetariana elaborada en el tratamiento 3, muestra mayor contenido de fibra y grasa ( $p < 0.05$ ); se observa que el contenido de fibra en el tratamiento 3, es mayor que el tratamiento 4 (alrededor del 3%); sin embargo, el tratamiento 4, presenta mayor contenido de proteína, que el tratamiento 3 ( $p < 0.05$ ), esto puede deberse a que dentro de la fórmula contiene mayor parte de garbanzo y en menor cantidad soja, mientras que la fórmula 3 contiene lenteja y soja; pese a que ambos tratamientos contienen la misma cantidad de grasa vegetal. En los resultados de cenizas ambos tratamientos no presentan diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

Esto se debe a las materias primas empleadas por la cantidad de proteína que contiene, sin embargo, las personas omnívoras y en estado de desnutrición lo pueden consumir por sus cualidades nutritivas al ser elaborado con vegetales, mientras que una salchicha convencional en su mayoría contiene más almidones que supera el 10% permitido por la NOM-145-SSA1-1995, mientras que este no sobre pasa los límites, se encuentra dentro de los parámetros establecidos. En comparación con productos vegetarianos que se encuentran en el mercado ofrecen alrededor de 3 a 5% de proteína por cada 100 g de producto, con una sola proteína (soja o lenteja) y usando clara de huevo.

**Tabla 18. Resultados del análisis químico proximal de la salchicha vegetariana.**

| <b>Q. P/TRATAMIENTOS</b> | <b>T3</b>                     | <b>T4</b>                     |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Humedad                  | 52.272 ± 0.317 <sup>a</sup>   | 51.3849 ± 0.1489 <sup>b</sup> |
| Ceniza                   | 4.885 ± 0.203 <sup>a</sup>    | 4.667 ± 0.221 <sup>a</sup>    |
| Grasa                    | 13.0017 ± 0.1090 <sup>a</sup> | 10.965 ± 0.576 <sup>b</sup>   |
| Fibra                    | 13.575 ± 0.702 <sup>a</sup>   | 10.241 ± 0.627 <sup>b</sup>   |
| Proteína                 | 10.428 ± 0.267 <sup>a</sup>   | 12.308 ± 0.665 <sup>b</sup>   |
| Carbohidratos            | 5.763 ± 0.524 <sup>a</sup>    | 10.429 ± 0.287 <sup>b</sup>   |

\*Letras diferentes en la misma fila indica diferencia significativa ( $p < 0.05$ , tukey)

## Determinación de compuestos fenólicos

Se midió la absorbancia de ácido gálico de acuerdo a la tabla 19, con estos datos se elaboró la curva patrón (figura 4).

Tabla 19. Absorbancias del estándar de ácido gálico a 750 nm.

| CONCENTRACIÓN (mg/L) | ABSORBENCIA |
|----------------------|-------------|
| 1                    | 1.593       |
| 2                    | 1.646       |
| 3                    | 1.974       |
| 4                    | 2.287       |
| 5                    | 2.444       |
| 6                    | 2.693       |
| 7                    | 2.885       |

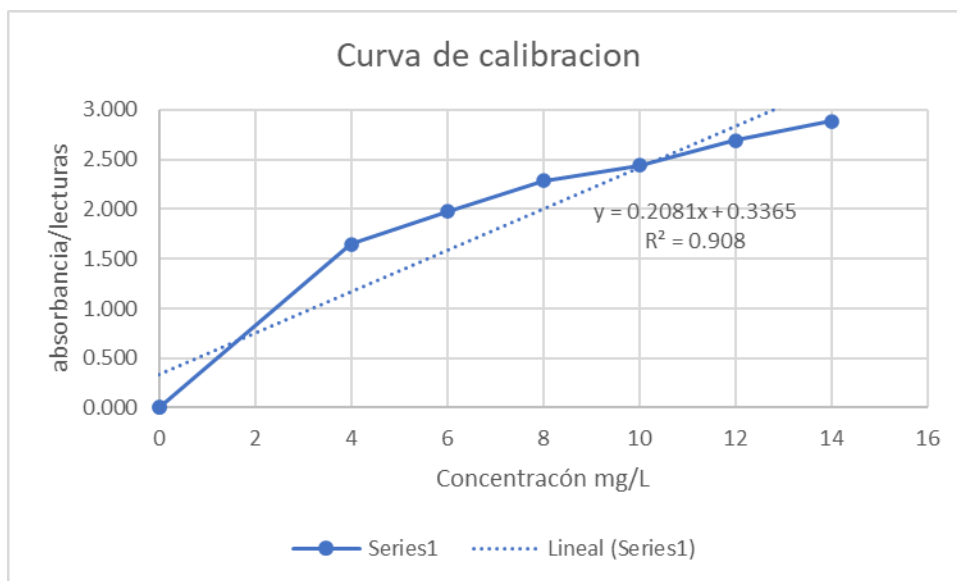


Figura 4. Curva de calibración de ácido gálico.

En la tabla 20 se observa la equivalencia entre la absorbancia promedio de la muestra de cascara de papaya usando 0.002 ml de extracto, con concentración de ácido gálico obtenida de la ecuación proveniente de la curva de calibración, en la última columna se expresa el porcentaje equivalente a ácido gálico presente en el extracto.

**Tabla 20. resultados de fenoles totales en el extracto de la cascara de papaya**

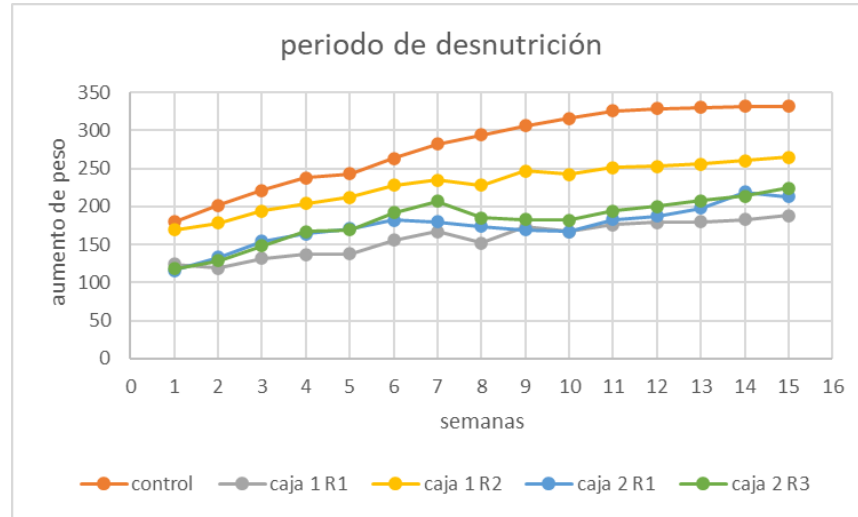
| Muestra           | Absorbancia promedio | Concentración ácido gálico (mg/L) | % equivalente de ácido gálico en el extracto |
|-------------------|----------------------|-----------------------------------|--|
| Cascara de papaya | 0.1997±0.1139        | 1.942±1.003                       | 0.665±0.471                                  |

La muestra analizada presenta una concentración aceptable de polifenoles totales; mientras que Hernández *et al.*, 2014 reporta que el propio fruto contiene 49.96 mg GAE/100 g de muestra de fruto maduro; mientras que Hernández *et al.*, 2020 hace mención que en estado de maduración 3 presenta un alto contenido de polifenoles totales con valor de 1.57±0.007 mg EAG/100g de fruta en materia seca y 0.65±0.033 mg EAG/100g de fruta en materia seca en estado de maduración 5, esto tiene correlación debido a que la papaya se encontraba en estado de maduración 5 por lo que el porcentaje se encuentra dentro de los parámetros reportados por Hernández *et al.*, 2020.

### **Análisis experimental modelo murino**

Las ratas se indujeron a un estado de desnutrición haciendo una restricción de proteína el cual duró 14 semanas aproximadamente; esto ocasionó que a la 4a semana se tuviera la muerte de un animal; posteriormente a la semana 11, se tuvieron 2 muertes más, quedando un control y 3 experimentales al culminar las 14 semanas; se observó que la pérdida de peso de las ratas experimentales, comparado con la rata control es de 100 g aproximadamente; contemplado que su dieta solo estaba compuesta de pellets de almidón de malanga, harina de trigo y clara de huevo, mientras que el control consumía su pellet normal. Durante la alimentación se observó que las ratas experimentales

consumían en promedio alrededor de 30 a 40 g por día, mientras que la rata control consumía 30 g por día, la diferencia es de 10 g aproximadamente entre las experimentales y el control, tomando más agua de lo normal como se muestra en la figura 5.



**Figura 5: comportamiento de la pérdida de peso en comparación de la rata control.**

Culminado las 14 semanas de la restricción de proteínas, se retiraron los pellets y se alimentaron con el producto (salchicha vegetariana), a cada caja experimental se le otorgó diferentes muestras, a caja 1 se le otorgó la F4 y a la caja 2 F3. En la semana 6, se tuvo la 4a pérdida, se realizó la biopsia, teniendo como resultado la sospecha de falta de adición secundaria, debido a la falta de crecimiento dentario, presentando ruptura de incisivos superiores, en la tabla 21 se muestra los resultados del ego de la rata experimental. Durante la necropsia se observó inflamación intestinal, falta de proteína y presencia de gases; vejiga plétora, sospechando posible insuficiencia renal; presento glaucoma en el ojo izquierdo por posible hipoproteinemia.

**Tabla 21. Resultados del ego de la rata experimental caja 1 (R1)**

| ANÁLISIS   | RESULTADOS |
|------------|------------|
| Leucocitos | ++         |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Cetonas         | Neg.  |
| Nitritos        | Neg.  |
| Urobilinógeno   | Neg.  |
| Bilirrubina     | Neg.  |
| Proteínas       | ++    |
| Glucosa         | ↓     |
| Densidad        | 1.030 |
| Sangre          | Neg.  |
| pH              | 6.0   |
| Acido ascórbico | +++   |

De acuerdo a la figura 6, se muestra que las ratas experimentales mantuvieron sus pesos a lo largo de las 10 semanas, no mostrando cambios en su peso, mientras tanto iban ganando masa muscular debido a que, durante el periodo de desnutrición, estaban muy delgadas y pequeños en comparación a la rata control. Durante el cambio de alimento las ratas experimentales mostraron mejoría llegando a tener la misma compleción con la rata control. En la tabla 22 se muestra la ganancia de peso que tuvieron las ratas a lo largo de las semanas, en la que se observa diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

Por otro lado, en la biopsia se encontró que la rata control no presento nada anormal, mientras que el experimental de la caja 1 (R3), presentó ligera inflamación intestinal con presencia de gases y órganos internos bien, respecto a talla y peso; mientras que el experimental de la caja 2 (R1), presentaba menos % de tejido adiposo con ligera inflamación intestinal, con presencia de gases y órganos internos bien con relación a talla y peso.



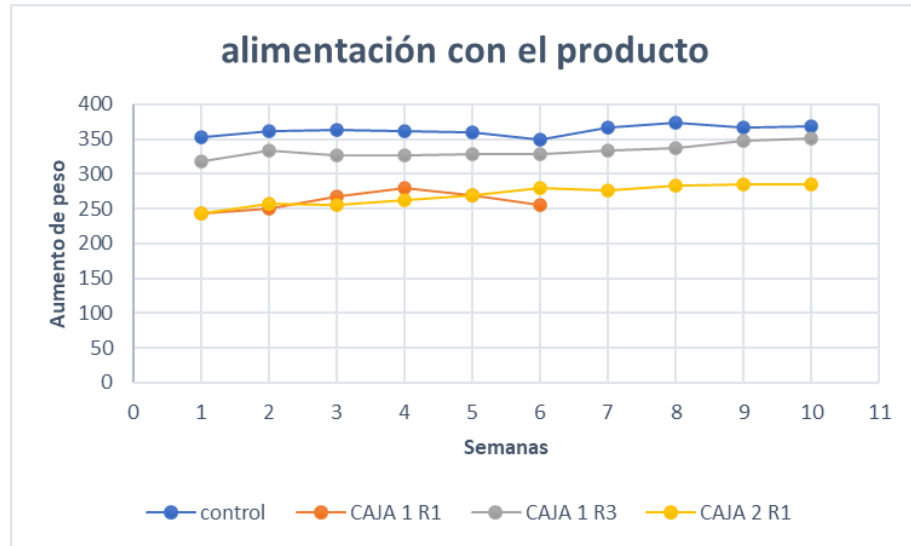


Figura 6: comportamiento del peso con cambio de alimento

Tabla 22. ganancia de peso de las ratas experimentales Vs control

| Semanas | Control          | Caja 1           | Caja 2           |
|---------|------------------|------------------|------------------|
|         |                  | R3               | R1               |
| 1       | 21 <sup>aA</sup> | 53 <sup>bA</sup> | 20 <sup>cA</sup> |
| 2       | 9 <sup>aB</sup>  | 15 <sup>bB</sup> | 13 <sup>cB</sup> |
| 3       | 2 <sup>aC</sup>  | 6 <sup>bC</sup>  | 1 <sup>cC</sup>  |
| 4       | 2 <sup>aC</sup>  | 1 <sup>aD</sup>  | 7 <sup>bD</sup>  |
| 5       | 2 <sup>aC</sup>  | 3 <sup>aD</sup>  | 7 <sup>bD</sup>  |
| 6       | 10 <sup>aB</sup> | 1 <sup>bD</sup>  | 10 <sup>aB</sup> |
| 7       | 17 <sup>aA</sup> | 6 <sup>bC</sup>  | 4 <sup>cC</sup>  |
| 8       | 7 <sup>aB</sup>  | 4 <sup>bD</sup>  | 7 <sup>aB</sup>  |
| 9       | 8 <sup>aB</sup>  | 9 <sup>aC</sup>  | 2 <sup>bC</sup>  |
| 10      | 3 <sup>aC</sup>  | 4 <sup>aD</sup>  | 0 <sup>bC</sup>  |

\*Letras diferentes minúsculas entre columnas muestra una diferencia significativa de ( $p > 0.05$ , ANOVA de 2 vías).

\*\*Letras diferentes mayúsculas entre filas muestra una diferencia significativa dentro de las muestras de ( $p > 0.05$ , ANOVA de 2 vías).

## CONCLUSIÓN

El almidón de malanga tiene mayor rendimiento en comparación con otras investigaciones, debido a las modificaciones que se realizaron en el proceso; considerando que, a menor grosor de las rodajas de malanga, la molienda genera polvos más finos.

El vegetarianismo es una práctica basada en una dieta alimenticia de productos de origen vegetal, aunque se tienen excepciones, aceptando ingerir productos de origen animal, como la leche y huevos. El vegetarianismo, se basa en la ingesta de frutas, verduras, cereales, leguminosas y frutos secos; sin embargo, por este tipo de práctica, llegan a presentarse ciertos tipos de deficiencias por la baja absorción de vitamina B12, vitamina D3, ácidos grasos, omega 3 hierro y zinc, por la ingesta baja de proteínas, por ello se planteó la elaboración de un producto vegetariano. Buscando una alternativa para la salud humana por ello se hace referente a la población vegetariana o vegana debido a que ellos se someten a cambios en su alimentación prohibiéndose la ingesta de derivados de productos de origen animal, con este tipo de alimento se busca sustituir las pérdidas de nutrientes que llegan a presentar.

De acuerdo con los datos obtenidos con el análisis sensorial, de las 4 formulas, la muestra 573 es la que estadísticamente ( $P < 0.05$ ) presentó mayor nivel de agrado por parte de los panelistas, respecto a los atributos de sabor y textura; mientras que, los demás atributos, olor, color y textura para los panelistas no presentan una diferencia significativa, pero la muestra predominante en todos los atributos fue la 573 con ( $P > 0.05$ ).

La adición de compuestos bioactivos, se concibe como una innovación, donde muchos residuos agroindustriales se aprovechan al realizar la extracción de sus compuestos bioactivos e incorporarlos a otros productos, muchos de ellos se pierden al ser sometidos a altas temperaturas, por lo que se encapsulan.

De acuerdo con los resultados microbiológicos se obtuvo un alimento de calidad e inocuidad siguiendo las buenas prácticas de manufactura (BPM), sin la necesidad de añadir conservadores para prolongar su vida de anaquel, corroborado con las pruebas microbiológicas hechas al producto un mes posterior a su elaboración, encontrándose resultados negativos en cada muestra, lo que indica que el producto permanecía inocuo, conservando además sus características organolépticas.

De acuerdo al análisis químico proximal, la formulación 3 y 4, son diferentes entre 2 a 3% en cada parámetro ( $<0.05$ ), esto se debe a que las materias primas en ambos productos son diferentes, manteniendo sus características funcionales.

El contenido de los fenoles totales del extracto de la cáscara de papaya fue de 0.665 mg de ácido gálico/g de extracto. Este valor resulta ser semejante a lo reportado a otros autores pese a que se sus muestras han tenido otro tipo de tratamiento.

El piloto del modelo murino concluyó con satisfacción, obteniendo resultados positivos, viéndose reflejado en el mantenimiento del peso de las ratas experimentales, y el consumo del producto fue en menor cantidad, ya que oscilaba entre los 25 y 30 g, comparado con la rata control que su consumo diario estuvo entre 40 a 45 g por día, lo que se asume como un buen aporte nutricional, sin embargo, se presentaron síntomas de inflamación intestinal y presencia de gases.

## **RECOMENDACIONES**

Este producto fue elaborado con vegetales, permitiendo que la población vegetariana tenga una mayor variedad de productos para su consumo debido a que tienen una restricción en su dieta de ciertas proteínas esenciales por lo que llega a ser una opción de consumo ya que contiene leguminosas, vegetales y especias.

Para futuras investigaciones relacionadas con la población vegetariana se podrían realizar las mezclas con otras leguminosas y vegetales como la acelga, calabacín, etc.

## GLOSARIO

**Vegetariano:** Hábito alimenticio basado principalmente en el consumo de frutas y verduras. En otras palabras, una persona vegetariana no consume alimentos cuyo origen sea animal, como la carne o el pescado.

**Embutido:** Los embutidos se componen de derivados frescos, crudos o curados, salazones cárnicas, tratados con calor o cocidos, frankfurt y mortadelas. Mientras que los embutidos comunes que no faltan en casi cualquier hogar son chorizo, salchichas, mortadelas, jamón serrano, entre otros.

**Almidón:** El almidón es el carbohidrato de reserva más abundante en las plantas y se encuentra en hojas, diferentes tipos de tallos y raíces.

**Compuestos bioactivos:** Tipo de sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos (como frutas, verduras, nueces, aceites y granos integrales)

**Maceración:** Consiste en la extracción de los compuestos químicos de un producto en estado sólido al sumergirlo en líquido durante un periodo de tiempo determinado.

**Nutrientes:** Compuesto químico (como las proteínas, las grasas, los carbohidratos, las vitaminas o los minerales) que forma parte de los alimentos.

**Fibra:** La fibra es una sustancia que se encuentra en las plantas. La fibra vegetal, el tipo que usted come, se encuentra en las frutas, las verduras y los granos.

**Residuo:** Materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso.

**OMS:** La Organización Mundial de la Salud (OMS) es el organismo de las Naciones Unidas especializado en salud.

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

**Alimento funcional:** Se considera como tal a todo alimento que, además de su valor nutritivo, contiene componentes biológicamente activos que aportan algún efecto añadido y beneficioso para la salud y reducen el riesgo de contraer ciertas enfermedades.

**Salchicha:** Producto alimenticio embutido de pasta semifirme de color característico, elaborado con la mezcla de carne (60% mínimo) de ternera o res y cerdo y grasas de las especies antes mencionadas, adicionado de condimentos, especias y aditivos para alimentos (NMX-F-065-1984).

## REFERENCIAS DOCUMENTALES

MADRIGAL-AMBRIZ, Laura Virginia, et al. Caracterización física y nutricional, de harina del tubérculo de "MALANGA" (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 2018, vol. 68, no 2.

BONILLA, Zúñiga; NATALI, Vanessa. EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE MALANGA (*Xanthosoma Saggitifolium*), YUCA (*Manihot Esculenta*) Y PAPA CHINA (*Colocasia Esculenta*). 2019. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Chimborazo, 2019.

MAZARIEGOS-SÁNCHEZ, A. CULTIVO DE MALANGA (*Colocasia esculenta* Schott) EN TUXTLA CHICO, CHIAPAS, MÉXICO. *Agro Productividad*, 2017, vol. 10, no 3.

BORGE PÉREZ, Claudia Carolina; OSORIO GARCÍA, Karla Carolina; RIVERA SÁNCHEZ, Cristhian de los Angeles. Estado nutricional, hábitos alimentarios, conocimientos y beneficios de la alimentación vegetariana estricta de los miembros de la iglesia adventista "El último remanente" en Diriomo, Granada, agosto-noviembre 2016. 2016. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

ESPINOSA-SOLIS, Vicente, et al. Caracterización fisicoquímica del almidón resistente tipo-iii (Rs3) obtenido por esterilización en autoclave de harina de malanga (*xanthosoma sagittifolium*) y almidón de maíz. *Moléculas*, 2021, vol. 26, n° 13, pág. 4006.

OYARZABAL DE LA ROSA, Ingrid. *Utilización de Lactosuero y Cormos de Malanga para la Formulación de alimentos con alto valor nutritivo y funcionales*. 2019. Tesis Doctoral.

VELÁSQUEZ, Demera, et al. "Obtención de biopolímero evaluando el almidón de dos variedades de malanga 2021.

GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, María E., et al. Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia. *Revista argentina de microbiología*, 2015, vol. 47, no 3, p. 229-235.

**senasica. 2021.** *México, principal exportador de papaya en el mundo.* Av. Insurgentes Sur No. 489, P-7, Col. Hipódromo, Alc. Cuauhtémoc, C.P. 06100, Ciudad de México : Dirección General de Sanidad Vegetal, 2021.

SANTANA, Lidiani F., et al. Nutraceutical potential of *Carica papaya* in metabolic syndrome. *Nutrients*, 2019, vol. 11, no 7, p. 1608.

SÁNCHEZ PAHUA, Claudia Iveth, et al. Efecto de la temperatura y solventes en el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de cedrón (*Aloysia citriodora*) obtenidos por procesos de maceración y ultrasonido. 2021.

ARANA TORRES, Nancy Maribel. Una revisión de los beneficios en la salud humana y métodos de extracción de compuestos bioactivos de *Vaccinium meridionale*. 2021.

LEYVA LÓPEZ, Román. Caracterización fisicoquímica y morfológica del almidón de maíz modificado enzimáticamente y su efecto protector y de bioaccesibilidad de ácido ascórbico. 2018.

KNOWLES, María M.; PABÓN, Martha L.; CARULLA, Juan E. Uso de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y otras fuentes de almidones no convencionales en la alimentación de rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarías*, 2012, vol. 25, no 3, p. 488-499.

Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura por un mundo sin hambre FAO; Departamento de agricultura y protección al consumidor, Producción y sanidad animal, 2022; Sitio web: [https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing\\_product.html](https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing_product.html)

FORESTO, Emiliano. ¿Qué es una leguminosa y cómo se clasifican? Una actualización para estudiantes de nivel medio y superior. *Revista de Educación en Biología*, 2020, vol. 24, no 1, p. 27-38.

**Teresa Valero Gaspar et al. 2018.** *La alimentación española características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta.* madrid : Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2018. 978-84-491-1506-6. fuente: <https://fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/lentejas.pdf>

<https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/s/soja-beneficios-y-valor-nutritivo>

DELGADO RIMAS, Yenny. Aplicaciones de almidones nativos y modificados en la industria láctea y cárnica. 2018.

NIVELA VERA, Lidia del Rosario. *Aplicación de gomas alimenticias en geles de proteína vegetal para la elaboración de salchichas tipo frankfurt.* 2011. Tesis de Licenciatura.

BANDA PADILLA, Diego Marcelo. *El Efecto de la sustitución de grasa animal (cerdo) por grasa vegetal (Danfat FRI-1333) en la formulación y elaboración de salchichas Frankfurt.* 2010. Tesis de Licenciatura.

GARCÍA MARTÍNEZ, Eva María; FERNÁNDEZ SEGOVIA, Isabel; FUENTES LÓPEZ, Ana. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. 2015.

ARÉVALO PONCE, Adriana; ARMIJOS BRAVO, Kevin José. Propuesta de negocio en línea (online) de embutidos vegetarianos con semilla de zapallo (Cucurbitácea máxima) como fuente de grasa vegetal en Ecuador. 2021. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.

DE LA CRUZ BALCÁZAR, Luis Francisco, et al. Análisis de la transferencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante adicionados a películas de almidón. 2021. Tesis de Licenciatura.

SANDOVAL PROAÑO, DARLYN JOEL. ELABORACIÓN DE UNA LÍNEA DE EMBUTIDOS VEGETARIANOS CON UNA BASE DE PROTEÍNA VEGETAL



DE LA FAMILIA DE LEGUMINOSAS FABÁCEAS. 2019. Tesis Doctoral. UNIB. E.

AYALA PEÑA, Liliana Sofía. Plan de marketing para comercializar embutidos elaborados a base de proteína vegetal. 2018. Tesis de Licenciatura. Guayaquil: ULVR, 2018.

SUQUILLO BERMEO, María Belén. Caracterización fisicoquímica, nutricional, evaluación del potencial antioxidante del extracto micro encapsulado mediante secado por aspersión y su formulación de *Macleania rupestris* (Kunth) AC Sm. 2022. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos.

ARELLANO SALAZAR, Melany Lizeth. Efecto de la adición de fibra para la producción y enriquecimiento de embutidos. 2022. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos.

ILLESCAS MEJIA, Micaela Victoria. Evaluación del potencial nutracéutico y antibacteriano del extracto de semillas de papaya andina (*Vasconcellea pubescens* A. DC.) frente a *Salmonella enteritidis* y *Escherichia coli*. 2022.

LOSADA, Gámez; DEL CARMEN, María. Aprovechamiento de derivados de tomate, como fuente de licopeno, en productos cárnicos tradicionales y tratados con radiaciones ionizantes. Ene, 2019, vol. 9, p. 33.

KIM, Hae-Young. Analysis of variance (ANOVA) comparing means of more than two groups. Restorative dentistry & endodontics, 2014, vol. 39, no 1, p. 74-77.

**MISCHEL, CALVACHE ASCENCIO KELLY.** ELABORACIÓN DE UNA SALCHICHA VEGANA A BASE DE FRÉJOL ROJO (*Vigna umbellata*) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa*) COMO UNA ALTERNATIVA DE CONSUMO. **2021.** Tesis UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS

AGRARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIA, 2021.

GUTIÉRREZ, Adriana Patricia Osorno. Inicio de alimentación complementaria en dieta vegetariana/vegana 2022.

ROBLES ARDILA, Diana Paola; RODRIGUEZ PARDO, Natalia y PATAQUIVA-MATEUS, Alis. Síntesis de nanopartículas de magnetita a partir del extracto de cáscara de papaya para la degradación de colorantes azoicos en soluciones acuosas. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2019, vol.27, n.3 [citado 2022-10-25], pp.431-442. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052019000300431&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000300431&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0718-3305. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000300431>.

CASTRO, Fernando Israel Gomez, et al. Residuos de frutas y vegetales como materias primas para la producción de biocombustibles: potencial en el estado de Guanajuato. *Digital Ciencia@ UAQRO*, 2022, vol. 15, no 1, p. 8-19.

MANRIQUE QUISPE, Juan Andrés; LLANTO PACHAS, Danny Arnaez. Semillas de *Carica papaya* L. como coagulante para el tratamiento de lixiviados orgánicos, planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Oyón 2020. 2020.

ZHOU, Ziwei, et al. Papaya (*Carica papaya* L.) Flavour Profiling. *Genes*, 2021, vol. 12, no 9, p. 1416.

ROMERO GONZÁLEZ, Luciana, et al. Aprovechamiento integral y agregación de valor del fruto de papaya (*Carica papaya* L.) cv. maradol, con base en el potencial de compuestos bioactivos y actividad antioxidante. 2019.

DÍAZ-MONTES, Elsa, et al. Encapsulación de compuestos bioactivos: una revisión sistemática. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2023.

DE LOURDES VARGAS, María, et al. Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. *CIENCIA ergo-sum*, 2019, vol. 26, no 2, p. 6.

NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NORMA Oficial Mexicana NOM-115-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de *Staphylococcus aureus* en alimentos.

NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

NORMA Mexicana NMX-F-065-1984 ALIMENTOS. - SALCHICHAS. - ESPECIFICACIONES

TOLEDO, Rubén. Ecofisiología de garbanzo. 2018.

NICOLE, GUARANDA SOLANO JOSELYN. *DESARROLLO DE UN CHORIZO PARRILLERO COMO FUENTE DE PROTEÍNA CON ADICIÓN DE PASTA DE BERENJENA (*Solanum melongena*) Y GARBANZO (*Cicer arietinum*)*. 2022. Tesis Doctoral. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.

ROMÁN PÁEZ, Melissa Andrea, et al. Manual para el análisis de biocompuestos en frutas: aplicaciones en el estudio de la gulupa. 2017.

Reyes, Eréndira. **Desperdicio de alimentos en supermercados** 2015

PASIN, Bryshila Lupo; AZÓN, Carmen González; GARRIGA, Alicia Maestro. Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. *Revista venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2012, vol. 3, no 1, p. 130-151.

ROJAS ALLENDE, Daniela; FIGUERAS DIAZ, Francisca y DURAN AGUERO, Samuel. Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano. *Rev. chil. nutr.* [online]. 2017, vol.44, n.3 [citado 2023-03-20], pp.218-225. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182017000300218&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182017000300218&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0717-7518. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182017000300218>.

González García, J. C., Godoy Ponce, S. C., Heredia Jara, A., & Pulgar Astudillo, L. J. (2020). Extracción de almidón de malanga blanca, una alternativa socioambiental para la producción de bases poliméricas biodegradables. *ConcienciaDigital*, 3(3), 6-26. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1263>

ROBLES ARDILA, Diana Paola; RODRIGUEZ PARDO, Natalia y PATAQUIVA-MATEUS, Alis. Síntesis de nanopartículas de magnetita a partir del extracto de cáscara de papaya para la degradación de colorantes azoicos en soluciones acuosas. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2019, vol.27, n.3 [citado 2023-04-12], pp.431-442. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052019000300431&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000300431&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0718-3305. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000300431>.

**Sara, Lara Abia. 2019.** Transferencia Tec. *Mejorar la salud con extractos de frutas es posible.* [En línea] Tecnológico de monterrey, 19 de 07 de 2019. [Citado el: 12 de 04 de 2023.] <https://transferencia.tec.mx/2019/07/19/mejorar-la-salud-con-extractos-de-frutas-es-posible/>.

CARPENTER, Roland P., et al. *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos.* Acirbia, 2002.

HERNÁNDEZ, Elizabeth. Evaluación sensorial. *Bogotá, DC. Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje*, 2005.

CASTELLS, Pere. La soja. *Scientific American, España*, 2017.

TORRES Y TORRES, Nimbe; TOVAR-PALACIO, Armando R. La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud. *Salud pública de México*, 2009, vol. 51, p. 246-254.

PONCE LOPEZ, Janett Jhosselyn; CHUCO ARELLANO, Joseph Anthony. Formulación y elaboración de chorizo de soya texturizada enriquecido de tarwi. 2019.

**Juarez, Carlos. 2023.** NUTRICIÓN Y SALUD Soya: beneficios únicos. *NUTRICIÓN Y SALUD Soya: beneficios únicos*. [En línea] the food tech, 23 de 06 de 2023. [Citado el: 26 de 06 de 2023.] <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/soya-beneficios-unicos/#:~:text=Los%20antioxidantes%20de%20la%20soya,enfermedades%20del%20coraz%C3%B3n%20y%20diabetes>.

CRUZADO, Martín, et al. Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2013, vol. 79, no 1, p. 57-63.

HERNÁNDEZ, J.; FERNÁNDEZ, V.; SULBARÁN, B. Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica papaya*). *Observador del conocimiento*, 2014, vol. 2, no 1, p. 195-201.

Hernández-Madrigal et al., 2020. *Determinación de compuestos bioactivos en papaya (Carica papaya L., CV. Maradol) en el estado de Colima en dos estados de madurez* 239-243, Ciudad de México, México: Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Químicas, 2020, Vol. Vol. 5 (2020).

REY BAÑOS, María Rita, et al. 2015 Desarrollo de marcadores genéticos a partir de secuencias de retrotransposones del genoma de lenteja, *Lens culinares medik*= Genetic marker development from retrotransposons sequences in lentil (*Lens culinaris* MEDIK).

RODRÍGUEZ DE STOUVENEL, Aida; VALLEJO CASTILLO, Vladimir. Extracción y purificación de compuestos bioactivos presentes en el fruto de papaya mediante las tecnologías de extracción y adsorción. 2019.

RIVADENEYRA POSADAS, Jéssica Jannett, et al. Impacto nutricional del cocinado y procesado industrial en alimentos, platos y menús, tras su valoración mediante análisis químico, programas informáticos y tablas de composición de alimentos. 2015.

# ANEXO 1

## Humedad y Cenizas.

OBJETIVO: Cuantificar el porcentaje de Humedad y Cenizas en un alimento.

MATERIAL Y EQUIPO:

Cuchillo, bisturí o tijera, Papel aluminio, Termómetro, Crisoles, Pinza para Crisol, Cajas Petri

Balanza Analítica, Desecador, Parrilla eléctrica, Mufla eléctrica con indicador de temperatura Estufa de secado con control de temperatura

MUESTRA BIOLÓGICA: 50 g de alimento (Dependiendo del tipo de alimentos, ejemplo sin son hojas deberán traer más de 200 g)

PROCEDIMIENTO

Marque en cada una tres tapas de caja petri numeradas colocando las tapas de caja petri en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C, hasta obtener el peso constante (Po), aproximadamente 12 horas. Al llegar a peso constante las tapas de caja petri deben pasarlas de la estufa al desecador CON CUIDADO y esperar que se enfríen para pesar en la balanza analítica. Deberán registrar el peso considerando cuatro dígitos después del punto decimal. Distribuya, aproximadamente 5 g de muestra (Pm) previamente triturada en el interior de la mitad de caja petri (peso constante) y extender el producto para que ocupe la mayor superficie posible. Introduzca la tapa de caja petri con la muestra (sin tocarla con las manos, con ayuda de la pinza para crisol) en la estufa de secado. Dejar eliminar el agua de la muestra a una temperatura entre a 50 a 65°C durante 12 a 24 horas (hasta obtener el peso constante) Retire la tapa de caja petri con la muestra deshidratada de la estufa, colocarla en el desecador, espere a que se enfríe la muestra (2 a 3 minutos) y pese (P1) y calcule el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra. Lava y limpia bien 3 crisoles y rotula (número de identificación) en la BASE CON LÁPIZ., colocándolos a peso constante en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C., sacando los crisoles cuidadosamente de la estufa con la ayuda de la pinza para crisol (no tocarlos) y póngalos en la estufa de secado por 10 a 15 minutos, sacar de la estufa y colocarlos en el desecador (5 a 10 minutos)., después de enfriar en el desecador los crisoles deberán ser pesados (Po) y se Colocan 5 g de muestra molida (Pm) en cada crisol, Carbonizarlo sobre la parrilla de calentamiento hasta que deje de liberar humo,

CUIDANDO QUE NO SE INCENDIE, pues puede haber pérdida de peso por “proyecciones de la muestra”, tomar la muestra carbonizada utilizando la pinza para crisol e incinerar en la mufla a una temperatura entre 550 a 600°C, mantenga la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquieran un color BLANCO a GRIS BLANCO (aproximadamente de 2 a 3 horas, en el caso de algunos cereales el tiempo puede llegar a ser mayor)

## **ANEXO 2**

### **Extracción de Grasa Cruda.**

**OBJETIVO:** Cuantificar el porcentaje de Extracto Etéreo de un alimento.

**MATERIALES:** Matraz Bola con fondo plano y cuello esmerilado de 250 ml, Equipo de Extracción Soxhlet (Solicitar únicamente la trampa y refrigerante si fuera necesario), Pinza para Crisol, Balanza Analítica, Papel Filtro o Cartuchos de celulosa, Desecador, Perlas de vidrio, Algodón, Vaso de precipitado de 250 ml, Embudo de cuello corto o largo

**REACTIVO:** Hexano

**MATERIAL BIOLÓGICO:** El que previamente fue secado (utilizado en la practica 1).

### **PROCEDIMIENTO**

Preparativo A. Se recomienda realizar este paso un día antes de la practica

Colocar 2 o 3 matraces balón con boquilla esmerilada en la estufa de secado a una temperatura

entre 50 a 60 oC, hasta llegar al peso constante (Po), aproximadamente 6 a 8 horas., Pesar 5 g de muestra seca (Pm) dentro del cartucho dentro del cartucho de celulosa, teniendo cuidado de

no tirar muestra dentro de la balanza analítica., Colocado un tapón de algodón en la boquilla del cartucho para impedir que se tire la muestra., Depositar el cartucho con su contenido (muestra seca) en la cámara o trampa del extractor., Añadir de 2 a 3 sifonadas de hexano la cámara o trampa del extractor., Embonar el refrigerante y cerciorarse que las mangueras de agua estén conectadas correctamente, y así mismo que no haya fugas., Abrir la llave de agua verificando que el agua fluya por el refrigerante y encender la fuente de calor. Extraer por 12 a 16 horas la grasa de la muestra (según indicación del maestro,

cuidar que haya paso de agua y hexano suficiente), dependiendo del contenido de grasa de la muestra. Después de la extracción, Retirar el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa del extractor y colocar en la estufa de secado hasta evaporar el hexano. Guardar para ocupar la muestra desengrasada en las posteriores pruebas., Destilar el hexano sucio. Colocar en la estufa de secado los matraces balón con muestra de grasa hasta obtener el peso constante, evaporado el solvente. Pesar (Pf).

## **ANEXO 3**

### **Determinación de Proteína Cruda**

**OBJETIVO:** Cuantificar la proteína cruda de un alimento por el método de MICRO-KJELDAHL.

#### **MATERIAL Y EQUIPO**

##### **Parte A. Digestión de la muestra**

Campana de extracción, Balanza analítica, Digestor Micro-Kjeldahl, Matraz Micro-Kjeldahl de 30 mL., Pipetas graduadas, Espátula

Reactivos: Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, catalizador micro-kjeldahl, papel arroz.

##### **Parte B. Destilación**

Equipó de destilación: Matraz de destilación, refrigerante, pinzas de 3 dedos, soporte universal, mechero, tripie, malla de asbesto y mangueras. Probeta de 100 ml Pipetas graduadas de 10 ml

Reactivos: Solución de Sosa-Tiosulfato, Ácido Bórico al 5%, agua destilada, indicador micro-kjeldahl.

##### **Parte C. Titulación**

Soporte universal, Pinza para bureta, Bureta de 25 ml, Matraz Erlenmeyer de 100 ml, Pipeta volumétrica de 10 ml

Parte D. Valoración del ácido clorhídrico, Pipeta volumétrica de 10 ml, Matraces Erlenmeyer de 100 ml, Espátula, Equipo de titulación,

#### **Preparación de reactivos (REACTIVOS)**

A. Catalizador Micro-kejldahl: Mezclar 1.9 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sulfato de potasio libre de nitrógeno) + 40 mg de HgO Óxido de Mercurio rojo.



B. Indicador Micro-kejl Dahl: Solución rojo de metilo-Verde de bromocresol

B.1 Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2 % (p/v), B.2 Solución alcohólica de verde de bromocresol al 0.2 % (p/v)

Solución B.1 Pesar 0.02 g de rojo de metilo y disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza. Aforar a 10 ml con etanol. Solución B.2 Pesar 0.1 g de verde de bromocresol disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza. Aforar con 50 ml de etanol Mezclar las soluciones B.1 y B.2, guardar en goteros de color ambar.

C. Solución sosa-tiosulfato de sodio:

Disolver 60 g de hidróxido de sodio (sosa) y 5 g de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) en agua, y disolver en agua destilada. Aforar a 100 ml con agua. Precaución reacción exotérmica.

D. Ácido Bórico al 5 %

E. Solución de HCl al 0.05 N o 0.1 N Mililitros de ácido clorhídrico (A) = (PE) (N) (V) (densidad) Corregido por La pureza Del ácido: mililitros de ácido clorhídrico = mililitros de ácido clorhídrico A x100 / pureza real Del reactivo

## PROCEDIMIENTO

Nota 1. Todo el procedimiento se hará por duplicado o triplicado

Nota 2. Deberá considerarse un blanco desde el inicio del procedimiento

Parte A. Digestión de la muestra

Pesar entre 50 y 100 mg de muestra seca y libre de grasa., adicionar la muestra a un matraz Micro-Kjeldahl de 30 mL, lavado perfectamente con agua destilada, Agregar 2 g de catalizador Micro-Kjeldahl y agregar 2 mL de ácido sulfúrico., Adicionar perlas de vidrio y colocar en el DIGESTOR de 1 a 1.5 horas (cuando la muestra se vuelve transparente, calentar 1 hora más).

Parte B. Destilación de la muestra

Transferir la solución digerida al aparato de destilación, esto es al matraz de destilación previamente lavado con agua destilada, lavar el matraz micro Kjeldahl de 5 a 6 veces con porciones de agua (con una pipeta de 10 ml), agregar 10 mL de la solución Sosa-Tiosulfato., Colocar una manguera corta a la salida del refrigerante., Depositar 5 mL de ácido Bórico al 5% en una probeta de 100 ml y adicionar 3 gotas de indicador micro Kjeldahl, colocar la probeta debajo de la salida del refrigerante procurando que la

manguera conectada previamente quede sumergida en el ácido. Comenzar la DESTILACIÓN. Colectar entre 50 a 60 mL de destilado.

#### Parte C. Titulación

Titular una alícuota de 50 ml del destilado con HCl 0.05 N ó 0.1 N hasta la aparición de un color VIOLETA.

#### Parte D. Valoración del HCl

Disolver aproximadamente 50 mg (0.05 g) de Bórax (Tetraborato de sodio) deshidratado en 50 ml de agua destilada, agregar de 2 a 3 gotas del indicador micro Kjeldahl, titular con el HCl cuya concentración exacta se desconoce.

## **ANEXO 4**

### **Determinación de Fibra Cruda.**

OBJETIVO: Cuantificar la fibra cruda de un alimento, y así mismo poder obtener la cuantificación de carbohidratos de una muestra de alimento.

#### MATERIAL Y EQUIPO

Vaso de Berselius, Probeta de 50 mL, Vasos de Precipitado de 250 mL Embudo de cuello largo, Balanza Analítica, Condensador de Fibra Cruda, Papel Filtro. Pipeta de 10 ml

#### REACTIVOS

Reactivo de Scharrer-Kurschener (S-K), Acetona

#### MATERIAL BIOLÓGICO

Alimento que se ha utilizado durante las demás pruebas (desgrasado).

#### PREPARACIÓN DEL REACTIVO S-K

Disolver 50 g de Ácido Tricloroacético en 1.0 a 1.5 L de Ácido, Acético al 70%, adicionar 124 mL de Ácido Nítrico (65% y, densidad de 1.4) y complementar a 2.0 L con Ácido Acético al 70%.

#### PROCEDIMIENTO

Muestra biológica desgrasada y molida (0.6 mm de diámetro), Papel filtro a Peso Constante (Po) tratar de no tocarlo con las manos., Pesar aproximadamente 1 g de muestra (Pm), transferir al vaso de Berselius y adicione 30 mL del reactivo S-K., Colocar el vaso en el Condensador de Fibra Cruda., Llevar el contenido del Vaso de Berzelius a, ebullición lo más rápido posible (agitar cada 5 min., aproximadamente). Hervir por

exactamente 30 min. Filtrar en caliente a través del embudo (utilizando el papel filtro llevado a peso constante)., Lavar el residuo con agua caliente., Lavar el residuo con acetona (hasta obtener la decoloración)., Colocar a peso Constante el Papel filtro., Pesar el papel filtro, más residuo (P1).

## **ANEXO 5**

### **Determinación de polifenoles totales**

#### **Material y Reactivos**

Reactivos químicos

- Solución patrón: ácido gálico 0,1 g/L Solución de carbonato de sodio al 20% (w/v).

Reactivo Folin-Ciocalteu 1N.

#### 4.3 Procedimiento experimental

A partir de la solución patrón de ácido gálico de 0,1 g/L, se procedió a realizar una serie de diluciones con agua destilada para obtener concentraciones de 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7mg/L. Para ello se colocó en distintos viales protegidos de la luz 20, 30, 40, 60 y 80  $\mu$ L de la solución patrón antes descrita. A cada vial se le adicionó 250  $\mu$ L del reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N, se agitó y luego se agregó 0,75 mL de carbonato de sodio al 20%. La mezcla se llevó a volumen final de 2 mL usando agua destilada y se dejó reposar por 2 h. Finalmente, se tomó la lectura en el espectrofotómetro UV a 760 nm. El blanco tuvo los mismos componentes excepto el ácido gálico.

Se procedió a pesar 2 mg de cada uno de los extractos liofilizados, el cual se disolvió en 50 mL de agua destilada. Se tomó 0,5 mL de la disolución a la cual se le adicionó 0,75 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N. Se dejó reposar alrededor de 5 minutos y se adicionó 0,75 mL de carbonato de sodio al 20%. Se agitó y se dejó reposar por 2 h. Se analizó por UV-V a 760 nm.<sup>8</sup>

## **ANEXO 6**

Reactivos y materiales

Medio de cultivo

Agar-rojo- violeta-bilis-lactosa (RVBA)

Materiales

Pipetas bacteriológicas para distribuir 10 y 1 ml (o si es necesario de 11 y 2 ml), con tapón de algodón.

Las pipetas pueden ser graduadas en volúmenes iguales a una décima de su volumen total.

Frascos de vidrio de 250 ml con tapón de rosca.

Tubos de 16 X 150 mm con tapón de rosca.

Utensilios esterilizables para la obtención de muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, etc.

Cajas Petri.

Todo el material e instrumentos que tengan contacto con las muestras bajo estudio debe esterilizarse mediante:

Horno, durante 2 h a 170 - 175°C, o 1 h a 180°C; o en autoclave, durante 15 minutos como mínimo a  $121 \pm 1,0^\circ\text{C}$ .

El material de vidrio puede sustituirse por material desechable que cumpla con las especificaciones deseadas. No debe usarse material de vidrio dañado por las esterilizaciones repetidas y éste debe ser químicamente inerte.

### **Aparatos e instrumentos**

Horno para esterilizar que alcance una temperatura mínima de 170°C.

Autoclave con termómetro y manómetro, calibrada con termómetro de máximas y mínimas.

Baño de agua con control de temperatura y circulación mecánica, provista con termómetro calibrado con divisiones de  $0,1^\circ\text{C}$  y que mantenga la temperatura a  $45 \pm 1,0^\circ\text{C}$ .

Licuada de una o dos velocidades controladas por un reóstato o bien un homogeneizador peristáltico (Stomacher).

Vasos para licuadora con tapa esterilizables o bolsas estériles para homogeneizador peristáltico.

Incubadora con termostato que evite variaciones mayores de  $\pm 1,0^\circ\text{C}$ , provista con termómetro calibrado.

Contador de colonias de campo oscuro, con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente

amplificador.

Registrador mecánico o electrónico.

Microscopio óptico.

Potenciómetro con una escala mínima de 0,1 unidades de pH a 25 °C.

### ***Preparación de la muestra***

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo a lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994 "Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico".

### ***Procedimiento***

Colocar en cajas Petri por duplicado 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución. Vertir de 15 a 20 ml del medio RVBA fundido y mantenido a  $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  en baño de agua. En el caso de utilizar cajas de Petri de plástico se vierte de 10 a 15 ml del medio. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos. Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y nivelada. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría. Preparar una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad. Después de que está el medio completamente solidificado en la caja, verter aproximadamente 4 ml del medio RVBA a  $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  en la superficie del medio inoculado. Dejar que solidifique. Invertir las placas y colocarlas en la incubadora a  $35^{\circ}\text{C}$ , durante  $24 \pm 2$  horas. Después del periodo especificado para la incubación, contar las colonias con el contador de colonias. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología colonial es semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0,5 a 2,0 mm.

## **ANEXO 7**

### **Reactivos y materiales**

Medios de cultivo.

Agar papa - dextrosa, comercialmente disponible en forma deshidratada.

Preparación del medio de cultivo.

Seguir instrucciones del fabricante y después de esterilizar, enfriar en baño de agua a  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ , acidificar a un pH de  $3,5 \pm 0,1$  con ácido tartárico estéril al 10% (aproximadamente 1,4 ml de ácido tartárico por 100 ml de medio). Después de adicionar la solución, mezclar y medir el pH con potenciómetro. Dejar solidificar una porción del medio. Hacer esto en cada lote de medio preparado. A fin de preservar las propiedades gelificantes del medio, no calentar después de agregar el ácido tartárico.

Materiales.

Pipetas bacteriológicas para distribuir 10 y 1 ml (o si es necesario de 1 ml y 2 ml), con tapón de algodón. Pueden utilizarse pipetas graduadas en volúmenes iguales a una décima de su volumen total. Cajas Petri. Frascos de vidrio de 250 ml con tapón de rosca. Tubos de 16 x 150 mm con tapón de rosca. Utensilios esterilizables para la obtención de muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, etc. Todo el material e instrumentos que tengan contacto con las muestras bajo estudio, deben esterilizarse mediante: Horno, durante 2 h de 170 a  $175^\circ\text{C}$  o por 1h a  $180^\circ\text{C}$  o autoclave, durante 15 minutos como mínimo a  $121 \pm 1,0^\circ\text{C}$ .

### **Aparatos e instrumentos**

Horno para esterilizar que alcance una temperatura mínima de  $170^\circ\text{C}$ .

Incubadora con termostato que pueda ser mantenido a  $25 \pm 1,0^\circ\text{C}$  provista con termómetro calibrado. Autoclave que alcance una temperatura mínima de  $121 \pm 1,0^\circ\text{C}$ .

Baño de agua con control de temperatura y circulación mecánica, provista con termómetro calibrado con divisiones de  $0,1^\circ\text{C}$  y que mantenga la temperatura a  $45 \pm 1,0^\circ\text{C}$ .

Contador de colonias de campo oscuro, con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente amplificador.

Registrador mecánico o electrónico.

Microscopio óptico. Potenciómetro con una escala mínima de 0,1 unidades de pH a 25 °C.

### **Preparación de la muestra**

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo a lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.

### **Procedimiento**

Colocar por duplicado en cajas Petri 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución. Verter de 15 a 20 ml de agar papa dextrosa acidificado, fundido y mantenido a  $45 \pm 1$  °C en un baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que es vertido el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos. Mezclar cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa. Permitir que la mezcla se solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría. Preparar una caja control con 15 ml de medio, para verificar la esterilidad. Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a  $25 \pm 1$  °C. Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Después de 5 días, seleccionar aquellas placas que contengan entre 10 y 150 colonias. Si alguna parte de la caja muestra crecimiento extendido de mohos o si es difícil contar colonias bien aisladas, considerar los conteos de 4 días de incubación y aún de 3 días. En este caso, informar el periodo de incubación de 3 o 4 días en los resultados del análisis. Si es necesario, cuando la morfología colonial no sea suficiente, examinar microscópicamente para distinguir las colonias de levaduras y mohos de las bacterias.

## **ANEXO 8**

### **EQUIPO.**

Baño de agua con cubierta y recirculación constante que alcance una temperatura de 44.5 °C,  $45.5 \text{ °C} \pm 0.2 \text{ °C}$ ; Lámpara de luz UV de 365nm longitud de onda; Incubadora de aire que mantenga una temperatura de  $35 \text{ °C} \pm 0.5 \text{ °C}$ ; Balanza con capacidad adecuada

y sensibilidad de 0.1g; Motor de licuadora u homogenizador peristáltico; Potenciómetro con sensibilidad de 0.1 de unidad de pH; Mecheros Bunsen, y Autoclave que mantenga una temperatura interna de 121 °C bajo una presión de 15 psi (1 bar), equipado con termómetro calibrado y manómetro de presión calibrado, previamente calificada.

#### MATERIALES.

Tubos de cultivo de 18mm x 150mm, 18mm x 200mm, 16mm x 150mm, 16mm x 160mm, 22 x 175mm con tapón de rosca; Tubos de fermentación (campanas de Durham); Gradillas de plástico y metal; Asas bacteriológicas; Lentes protectores; Termómetro de máximas para autoclave con división mínima de 0.5 °C calibrado. Se deberá registrar la inspección trimestral de la columna de mercurio del termómetro con una lupa en búsqueda de rupturas de la misma, si se observa éste deberá salir de uso; Termómetro de inmersión total de 379mm de longitud de 25 °C a 55 °C, una escala auxiliar a 0 °C con subdivisiones de 0.1 °C con una precisión y exactitud de  $\pm 0.1$  °C. Se deberá registrar la inspección anual de la columna de mercurio del termómetro con una lupa en búsqueda de rupturas de la misma, si se observa éste deberá salir de uso; Cinta testigo para procesos de esterilización por calor húmedo; Vasos de licuadora estéril o bolsas estériles para homogeneizador peristáltico; Pipetas graduadas bacteriológicas de 0.1mL, 1mL, 2mL, 5mL y 10mL; Probetas de 100mL, 500mL y 1000mL; Frascos de dilución de vidrio de borosilicato con tapón esmerilado; Frascos con capacidad 500mL con tapa de rosca, y Espátulas, cucharas, cuchillos, pinzas.

Tomar una asada de cada uno de los tubos positivos de caldo verde brillante y sembrar por estría cruzada en agar Mc Conkey. Incubar a  $35\text{ °C} \pm 0.5\text{ °C}$  por  $24\text{h} \pm 2\text{h}$ . Observar las colonias típicas fermentadoras de color rosa intenso que pueden estar rodeadas de un halo opaco de precipitación de las sales biliares. Seleccionar 1 o más colonias aisladas con las características anteriores o lo más parecido a esta descripción e inocular igual número de tubos de fermentación con caldo lauril triptosa y a tubos con agar nutritivo inclinado. Incubar a  $35\text{ °C} \pm 0.5\text{ °C}$  examinar los tubos a las 24h y observar si hay formación de gas. Anotar los resultados. Si la formación de gas no se observa, incubar 24h más y anotar los resultados.

Realizar tinción de Gram a partir del crecimiento en el agar nutritivo para observación de la



morfología microscópica de las colonias.

La formación de gas en los tubos de caldo lauril sulfato dentro de las  $48h \pm 3h$  y la observación de bacterias Gram negativas, en forma de bacilos no esporulados constituyen una prueba positiva a la presencia del grupo coliforme.

Prueba confirmativa para *E. coli* (por identificación bioquímica).

Prueba presuntiva. Tomar una asada de cada uno de los tubos positivos de caldo EC y/o Caldo A-1 y sembrar por estría cruzada en agar EMB-L para su aislamiento. Incubar las placas invertidas a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $18\text{ }^{\circ}\text{C} - 24h$ . Seleccionar 2 colonias de cada placa con la morfología colonial típica: colonias con centro negro, planas con o sin brillo metálico y sembrarlas en agar cuenta estándar (placa o agar inclinado), para realizar las pruebas de morfología microscópica y pruebas bioquímicas. Incubar las placas o tubos a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $18h - a 24h$ . Si no hay colonias con morfología típica, probar 1 o más colonias lo más parecido a *E. coli* de cada placa. Realizar un frotis y teñirlo por Gram. Observar al microscopio la presencia de bacilos cortos Gram negativos.

Pruebas bioquímicas: Indol, Rojo de metilo, VP, citrato.

Producción de indol. Inocular un tubo con caldo triptona e incubarlo a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $24h \pm 2h$ . Adicionar 0.2mL a 0.3mL de reactivo de Kovac, dejando caer las gotas del reactivo por las paredes del tubo y no agitar los tubos para observación del anillo rojo en la superficie. La presencia de una coloración roja en la superficie del tubo se considera una prueba positiva.

**VP.** Inocular un tubo con caldo MR-VP e incubar a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $48h \pm 2h$ . Transferir 1mL a un tubo de 13mm x 100mm. Adicionar 0.6mL de solución  $\hat{I}^{\pm}$ -naftol y 0.2mL de KOH al 40% y agitar. Cuando se desarrolla un color de rosa a rojo en 15min a 30min, se considera una prueba positiva.

**Rojo de metilo.** A la otra parte del caldo MR-VP inocular adicionar cinco gotas de solución de rojo de metilo. Se considera una prueba positiva cuando se desarrolla un color rojo. Un color amarillo definido es una prueba negativa.

**Citrato.** Sembrar con inóculo ligero un tubo con caldo citrato de Koser, evitar turbiedad en el tubo. Incubar a  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $96h$ . Una reacción positiva se observa mediante el desarrollo de turbiedad detectable. Se puede utilizar como alternativa citrato de Simmon el cual se debe inocular por estría. Incubar  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por  $48h$ . Una prueba

positiva se observa mediante crecimiento y/o cambio a una coloración azul; la ausencia de crecimiento se considera una prueba negativa.

## ANEXO 9

### Análisis sensorial

#### Evaluación sensorial

Sexo:  Masculino  Femenino Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Nota:** El panelista deberá guardar silencio durante la prueba, con el fin de no interrumpir a los demás panelistas.

| Muestras | Olor | Color | Sabor | Textura | Apariencia |
|----------|------|-------|-------|---------|------------|
| 501      |      |       |       |         |            |
| 521      |      |       |       |         |            |
| 555      |      |       |       |         |            |
| 573      |      |       |       |         |            |

| Nivel de agrado             | Puntaje |
|-----------------------------|---------|
| Me gusta muchísimo          | 9       |
| Me gusta mucho              | 8       |
| Me gusta moderadamente      | 7       |
| Me gusta ligeramente        | 6       |
| Ni me gusta, ni me disgusta | 5       |
| Me disgusta ligeramente     | 4       |
| Me disgusta moderadamente   | 3       |
| Me disgusta mucho           | 2       |
| Me disgusta muchísimo       | 1       |

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Figura 7: Alumnos de la lic. CyTA realizando el análisis sensorial**



**Figura 8: Alumnos de la Lic. nutrición realizando el análisis sensorial**



**Figura 9: Alumnos de 1er semestre de la Lic. CyTA realizando el análisis sensorial**



**Figura 10: Alumnos de la Lic. odontología realizando el análisis sensorial**



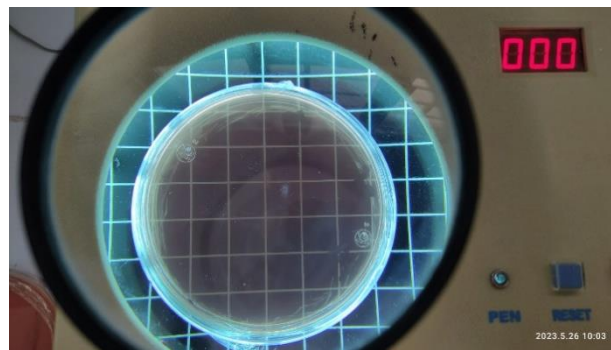
**Figura 11: alumnos de la Lic. odontología realizando el análisis sensorial**

# ANEXO 10

## Análisis microbiológico



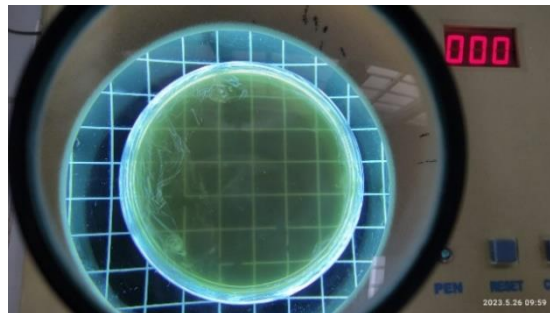
Figura 12: análisis microbiológico de las 2 formula.



**Figura 13: muestra limpia de s.s**



**Figura 14: preparación de las muestras**



**Figura 15: muestra limpia m.l**

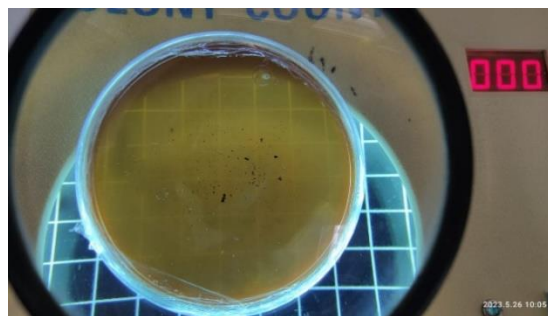


Figura 16: muestra limpia b.r.v

## ANEXO 11

### Vida de anaquel



Figura 17: muestra de salchicha después de 30 días en refrigeración.



Figura 18: análisis microbiológico de las 2 formulas vida de anaquel.

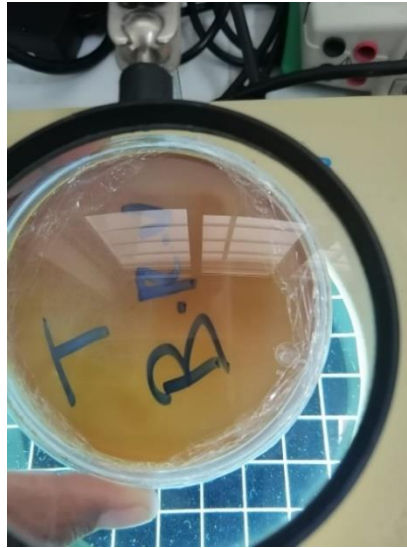


Figura 19: cajas limpia (testigo).



Figura 20: cajas limpia vida de anaquel b.r.v.



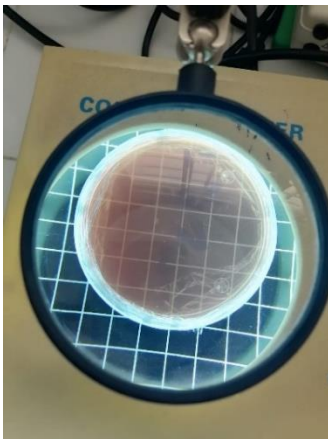


Figura 21: muestra limpia de s.s vida de anaquel.

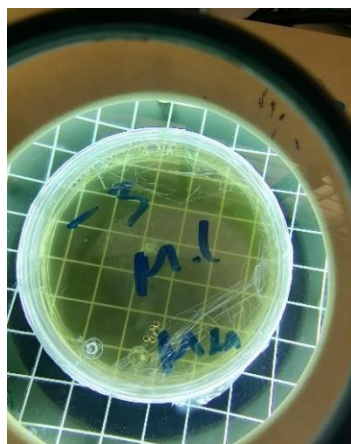


Figura 22: muestra limpia de m.l vida de anaquel.

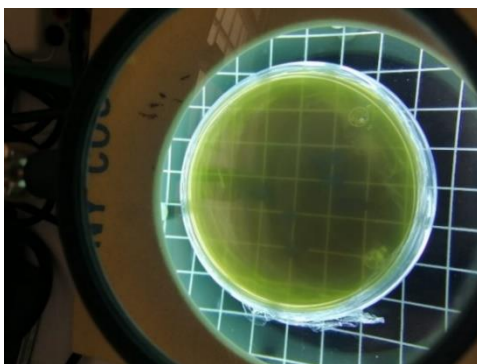


Figura 23: muestra limpia de m.l vida de anaquel.

## ANEXO 12

Extracción de almidón, molido y tamizado



**Figura 24: tamizado del almidón.**



**Figura 25: charola con almidón.**



**Figura 26: charola con almidón para secar en el horno.**



**Figura 27: almidón seco y listo para moler y tamizar.**



**Figura 28: almidón.**

## **ANEXO 13**

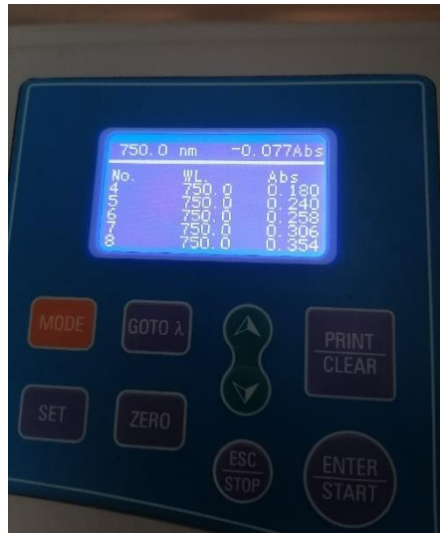
**Extracción de compuestos fenólicos y de terminación**



**Figura 29: muestras para lectura en el espectrofotómetro.**



**Figura 30: muestras en reposo.**



**Figura 31: lecturas de las muestras.**



**Figura 32: lecturas de las muestras.**



**Figura 33: muestras en el espectrofotómetro.**



**Figura 34: extracción de los compuestos fenólicos.**



Figura 35: filtración del extractó.

## ANEXO 14

### Análisis químico proximal



Figura 36: determinación de ceniza.



Figura 37: determinación de grasa.



**Figura 38: determinación de fibra.**



**Figura 39: determinación de ceniza en la mufla.**



**Figura 40: determinación de proteína.**





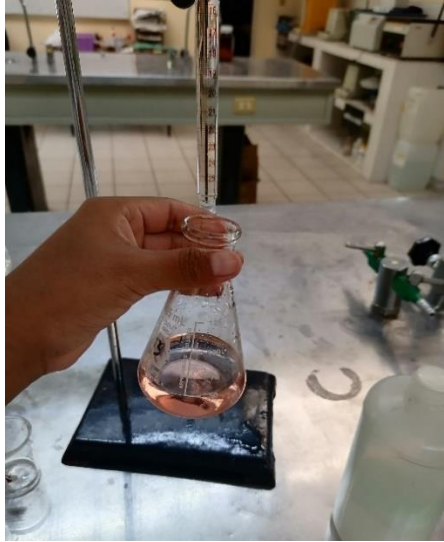
**Figura 41: determinación de proteína.**



**Figura 42: determinación de proteína destilado de la muestra.**



**Figura 43: papel filtro con la muestra seca de fibra.**



**Figura 44: titulación de la muestra de proteína.**



**Figura 45: muestras tituladas de proteína.**

## **ANEXO 15**

### **Modelo murino**



**Figura 46: rata control.**



**Figura 47: rata experimental con el producto.**



**Figura 48: rata experimental con el producto.**



**Figura 49: rata experimental realizando la biopsia.**



**Figura 50: ratas experimentales y control.**



**Figura 51: ratas experimentales con intestino inflamado.**

## **ANEXO 16**

### **Elaboración de embutido**



**Figura 52: preparación de la formula.**



**Figura 53: amasado de la formula.**



**Figura 54: salchicha cruda.**



**Figura 55: salchicha cocida.**



**Figura 56: embutido.**



**Figura 57: embutido manual.**