



## **OPINIÓN DEL PROFESOR TUTOR**

El presente trabajo de diploma: “Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales”, llevado a cabo por los Br. Anielka Lais García Herrera y Br. Jamil Antonio Narváez Arauz, se logró obtener una formulación con sabores de productos no tradicionales, que actualmente no hay ninguna empresa que los elabora y comercializa de esta manera en nuestro país. Con ello también lograron establecer con sus experimentos y procedimientos las proporciones adecuadas, los balances de materiales y los controles operacionales en las etapas primordiales de este proceso.

Considerando los resultados como base para implementarse a otra escala, futuros estudios y sobre todo para un nuevo emprendimiento que puedan llevarlo a cabo y comercializar dichos productos, de igual manera este emprendimiento lograría establecer nuevos empleos y desarrollo al país.

Los Br. García Herrera y Br. Narváez Arauz, pusieron de manifiesto su entusiasmo, constancia y tiempo extra para lograr culminar con este valioso trabajo, que se espera sea del total aporte a la investigación que se desarrolla en la facultad.

Señores Miembros del Jurado tienen en sus manos un excelente estudio, por lo cual solicito que brinden su juicio valorativo para que los bachilleres alcancen el grado de Ingeniero Químico.



---

**Ing. Nelly Ivette Betanco Figueroa**

**Profesor Auxiliar-Tutor**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Ernestina Herrera, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, amada madre siempre estas dispuesta a ofrecer más de lo que puedes y tienes para que yo realice mis metas. A la memoria de mi padre Aldo García, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

Para mi Esposo Rigoberto Villafuerte y para Mi Hija, a ellos especialmente les dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como son.

Mi profundo agradecimiento a mi tutora Ing. Nelly Betanco Figueroa, quien desde los inicios de mis estudios superiores fue apoyo y guía en los momentos más difíciles, principal colaboradora durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

A mis tíos Adela Bonilla, María A. Mora y Marvin Carranza, por proporcionarme herramientas tanto emocionales y económicas para poder llevar a cabo mis estudios, siempre están presentes en mi corazón y mis acciones como una persona a la que llenaron de buenos valores.

A mi hermano Aldo García Jr. y su bella familia quienes siempre abrieron las puertas de su hogar para que yo tomara esos momentos para recargarme, sentirme exitosa y que podía seguir adelante.

Agradezco a mi compañero de tesis Jamil Narváez por trabajar hombro a hombro y confiar en este proyecto.

***Br. Anielka Lais Gracia Herrera***

## DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto; por haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos.

Además, agradezco infinitamente a mi familia por darme las bases necesarias para culminar con éxito este gran proyecto monográfico, por ser parte esencial en mi vida; motores de mis proyectos; guías; y ayuda presente en el momento de los problemas que se me presentaron.

Agradezco a mi madre por haberme apoyado en todo momento; por sus consejos, sus regaños, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre; por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A ti persona especial, gracias por todo lo vivido.

A mi hermano Ing. Larry Yosniel Narváez Arauz, por ser el ejemplo del cual aprendí aciertos y en momentos difíciles me brindó su apoyo.

Agradezco a mi compañera de tesis y colega que nunca dudo en este proyecto. Agradecido por todo. Este éxito es de ambos.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos y mis hermanos de la iglesia El Shaddai por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias hermanitos, siempre los llevo en mi corazón.

***Br. Jamil Antonio Narváez Arauz***

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos con la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Dedicamos también este proyecto a todos los maestros que nos influenciaron en nuestra carrera. Especialmente a nuestra querida profesora Nelly Betanco Figueroa, nuestra asesora, con quien compartimos nuestras dudas y ansiedades sobre el tema.

Nuestro profundo agradecimiento para siempre a nuestra Alma Mater la Universidad Nacional de Ingeniería, a sus colaboradores administrativos que son una pieza clave para que miles de estudiantes podamos llenarnos de conocimiento en dicha institución y ser exitosos profesionales de nuestro país.

***Br. Anielka Lais Gracia Herrera***  
***Br. Jamil Antonio Narváez Arauz***

## RESUMEN

En Nicaragua existen muy pocas industrias que le dan valor agregado a las materias primas que se producen en nuestro país, específicamente hablando de la producción primaria, granos básicos, vegetales, raíces y tubérculos entre otros. Aprovechando esta situación se logró establecer en este estudio y bajo un diseño de experimentos, el desarrollo de productos con sabores no tradicionales, considerando utilizar las tres variedades de frijoles que se producen y comercializan en el país.

Se llevó a cabo la caracterización proximal para conocer parte de la calidad nutricional tanto de la materia prima como de los productos finales, donde se analizaron los siguientes parámetros: Cenizas, Humedad, Grasas, Proteínas, Fibra Total y Carbohidratos, los rangos para las tres variedades se establecieron a como sigue: 3-3,5%; 11,5-12%; 0,1-1,1%; 21-23%; 15-19% y 43-49% respectivamente, estos valores determinados están entre los rangos de referencias internacionales. Las formulaciones se establecieron bajo el diseño de experimento y su plan de experimentación donde se planteó la proporción de cada parte de los factores contemplado en dicho diseño, estos fueron proporcionados combinando cantidades altas y/o bajas, para determinar cuál de los 8 experimentos con cada variedad era la adecuada según la formulación base de 454 gramos.

En el desarrollo de las formulaciones se establecieron los balances de materiales bajo una base de cálculo de 1000 gramos de materia prima principal (frijoles). Según el proceso de elaboración se establecieron las operaciones de limpieza, selección y lavado antes de la etapa de cocción, luego le siguen las etapas enfriamiento, molido, frito y finalmente empaquetado, en las etapas de cocción y frito bajo control de temperatura y tiempo para evitar inconvenientes en las mismas. Los rendimientos estuvieron en rangos 436% y 446%, es decir por cada kilogramo de frijoles procesados se obtuvieron 4,4 kilogramos aproximadamente de frijoles molidos con sabores no tradicionales. Finalmente, en cuanto al efecto de la transformación de la materia prima a producto final con sabores no tradicionales los parámetros ensayados en ambos casos no tuvieron un impacto que los mantuviera alejados o diferentes, se puede decir que las características se mantienen cercanas a pesar de los efectos de la transformación, principalmente en los procesos de mayor control como lo son la cocción y el frito.

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales.

## Indice de Contenido

<b>CARTA DEL TUTOR</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA ALGH</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA JANA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Objetivo General .....	3
2.2 Objetivos Específico .....	3
<b>III. MARCO TEORICO</b> .....	<b>4</b>
3.1. Características del cultivo del frijol. ....	4
3.2. Sectores del país donde se cultiva frijoles.....	5
3.3. Desarrollo de Productos .....	6
3.4. Acerca de los Productos Alimenticios.....	7
3.5. Desarrollo de productos alimenticios.....	8
3.6. Diseño detallado del producto .....	10
3.7. Implementación .....	12
3.8. El proceso de industrialización del frijol.....	13
3.9. Caracterización bromatológica y fisicoquímica.....	15
<b>IV. METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
4.1. Revisión bibliográfica.....	20
4.2. Fase Experimental .....	20
4.3. Fase de Procesamiento de la Información .....	22
4.4. Fase Final de la Investigación .....	22
<b>V. DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>23</b>
5.1. Diseño factorial 3k.....	23
5.2. Diseño factorial 2k.....	23
5.3. Construcción de un diseño factorial completo 2k .....	24
5.4. Características Generales .....	24

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales.

5.5.	Factores .....	25
5.6.	Formulación.....	25
5.7.	Tratamientos .....	25
5.8.	Variables Respuestas.....	26
<b>VI.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
6.1.	Caracterización de Materia primas.....	28
6.2.	Proceso de elaboración de frijoles cocidos y molidos .....	29
6.3.	Producto Frijoles Cocidos.....	31
6.4.	Formulación de Producto Frijoles Molidos Con Sabores No Tradicionales 40	
6.5.	Productos Frijoles Molidos .....	42
<b>VII.</b>	<b>EVALUACIÓN SENSORIAL PANEL INEXPERTOS .....</b>	<b>55</b>
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>IX.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>64</b>
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## Índice de Tablas

Lista de Tablas	Pág.
Tabla 5.1. Matriz de experimento para el diseño factorial $3^2$	23
Tabla 5.2. Matriz de experimentos para los diseños factoriales completos $2^2$	24
Tabla 5.3. Factores y dominio experimental	25
Tabla 5.4. Composición de las fórmulas experimentales	26
Tabla 6.1. Análisis Bromatológicos para frijoles crudos por métodos proximales en 100g de muestra	28
Tabla 6.2 Datos Nutricionales Teóricos de los Frijoles rojo grano seco	28
Tabla 6.3. Datos de peso de las 3 variedades utilizados para la formulación.	30
Tabla 6.4. Tiempos en cada paso del proceso para la elaboración del prototipo de frijol cocido, molido, deshidratado, en tandas de 2kg	31
Tabla 6.5. Balance por Etapa Frijol Negro Cocido	32
Tabla 6.6. Balance por Etapa Frijol Rojo Retinto Cocido	33
Tabla 6.7. Balance por Etapa Frijol Rojo Seda Cocido	34
Tabla 6.8. Producto Final Frijoles Cocido	38
Tabla 6.9. Datos de temperaturas de cocción	38
Tabla 6.10. Caracterización Proximal de Producto Frijoles Cocidos Rojo, Cocidos Retinto y Cocidos Negro.	38
Tabla 6.11. Propuesta de Factores y dominio experimental	40
Tabla 6.12. Formulaciones experimentales	41
Tabla 6.13. Formulaciones en base a 454 g., como producto final empacado	41
Tabla 6.14. Lista de Aditivos y Dosis Preliminares	42
Tabla 6.15. Aditivitos en las formulaciones de Frijoles Molidos	43
Tabla 6.16. Balance por Etapa Frijol Negro Molido con Sabor	44
Tabla 6.17. Balance por Etapa Frijol Rojos Retintos Molido con Sabor	45
Tabla 6.18. Balance por Etapa Frijol Rojos Molido con Sabor	46
Tabla 6.19. Análisis Bromatológicos para frijoles crudos por métodos proximales en 100g de muestra	48
Tabla 6.20. Análisis Bromatológicos para frijoles molidos por métodos proximales en 100g de muestra	48
Tabla 6.21. Caracterización Microbiológica de Producto Frijoles Molidos Fritos	52
Tabla 6.22. Comparativo de Resultados de análisis Físicoquímicos para productos terminados. Variedad Rojo Seda	53
Tabla 6.23. Comparativo de Resultados de análisis Físicoquímicos para productos terminados. Variedad Rojo Retinto	53
Tabla 6.24. Comparativo de Resultados de análisis Físicoquímicos para productos terminados. Variedad Negro	54

## Índice de Figuras

Lista de figuras	Pág.
Figura 6.1 Flujograma de Balances de materiales Frijol Negro Cocido	35
Figura 6.2. Flujograma de Balances de materiales Frijol Rojo Retinto Cocido	36
Figura 6.3. Flujograma de Balances de materiales Frijol Rojo Seda Cocido	37
Figura 6.4. Proceso de Cocción de Frijoles a escala de laboratorio	39
Figura 6.5. Diagrama de bloque elaboración de frijoles molidos	47
Figura 6.6. Flujograma Balance de Materiales de Frijoles Molidos con Sabores	49
Figura 6.7. Productos procesados frijoles molidos con sabores	50
Figura 6.8. Proceso de Cocción y Preparación de Frijoles Molidos a escala de laboratorio	51
Figura 7.1. Escala de Aceptación de Frijoles Cocidos Rojo Seda.	55
Figura 7.2. Escala de Aceptación de Frijoles Cocidos Retinto.	56
Figura 7.3. Escala de Aceptación de Frijoles Cocidos Negro.	56
Figura 7.4. Mesa de muestras dispuestas para la evaluación de los Productos elaborados a escala de Laboratorio.	57
Figura 7.5. Evaluación de la muestra de Frijoles Retintos Molidos + Humus	57
Figura 7.6. Evaluación de la muestra de Frijoles Negros Molidos + Humus	58
Figura 7.8. Evaluación de la muestra de Frijol Rojo Molido + Humus	58
Figura 7.9. Evaluación de la muestra de Frijol Retinto Molido Paprika + Chile	59
Figura 7.10. Evaluación de la muestra de Frijol Negro Molido Paprika + Chile	59
Figura 7.11. Evaluación de la muestra de Frijol Rojo Molido Paprika + Chile	60

## I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua se cultivan diferentes variedades de frijol, pero a estos se les da poco proceso de agro transformación debido al escaso desarrollo de tecnología en este rubro. Cabe destacar que en el país el valor agregado que se le da al frijol consiste en operaciones de limpieza y empaçado de esta leguminosa, se le atribuye este problema al nivel tecnológico de transformación.

En Nicaragua no hay una industria muy amplia en procesamiento de frijoles que brinde variedades de sabores, se ajustan a sabores tradicionales y de una sola especie de frijol. La tradición en el país es que los consumidores elaboren sus propios productos en casa, frijoles cocidos y frijoles molidos esto quiere decir que se lleva a cabo este proceso de manera totalmente empírica, sin que se siga ningún parámetro de medición, de ingredientes e inocuidad, por lo cual el resultado final no siempre es el mismo o el esperado.

La industria alimentaria tiene la difícil labor de desarrollar proyectos de investigación y desarrollo de nuevos productos que beneficien al consumidor, tanto en ahorro de tiempo como en la percepción sentida al ingerir alimentos que son semejantes o iguales a los elaboradas en la cocina del hogar. Los productos preparados para uso instantáneo que puedan almacenarse por largos períodos de tiempo en refrigeración y mantener los atributos sensoriales propios del alimento, es uno de esos retos.

En los últimos años ha existido una creciente oferta de frijoles cocidos, licuados y congelados en las cadenas de supermercados del país de marcas nacionales como blanditos y extranjeras como es Natura, pero su costo y cultura de consumo no permite que ese producto sea de consumo regular. En el año 1972 en Honduras nació la empresa Natura's, lanzo su primer producto con empaque doy pack (envase flexible de plástico con cierre tipo zipper) para facilitar la tarea de abrir y almacenar el producto.

En 1981 Natura's lanzo otra innovación de categoría de frijoles procesados, que tienen un increíble sabor y calidad preferidos por los consumidores. Desde esta época Natura's se consolidaba como la marca líder en cuatro categorías: salsas, pastas, salsa de tomate y frijoles molidos.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Actualmente a nivel nacional no existen muchas plantas procesadoras de productos con valor agregado de frijoles, hasta el año 2017 que inicia operaciones una planta procesadora de frijoles en Matagalpa, con una capacidad de producción de hasta medio millón de libras de frijoles mensualmente, donde se procesan frijoles cocidos y frijoles molidos, dicha planta contribuye a la reducción de la importación de producto procesado. Estos productos no requieren preservantes ni refrigeración tienen una vida útil de un año y ocho meses sin refrigeración. Estos productos son los que distribuye la marca Blanditos. Los sabores de estos productos ya en el mercado son sabores básicos se podría decir tradicionales, en este caso el desarrollo de los productos será con sabores no tradicionales.

Existe la necesidad de procesar el frijol en una forma que sea fácil su almacenamiento y no requiera aditivos para su conservación, pero es necesario además de diseñar un sistema eficiente de agro transformación la formulación adecuada del producto. El objetivo de esta investigación es desarrollar dos productos de frijol cocido y molido y además empacado para uso instantáneo y establecer las características bromatológicas de este y los balances de materiales del procesamiento e indicar su eficiencia de producción a escala de laboratorio. Para ello se desarrollará una formulación y un procedimiento adecuado que lleven a un producto final con sabores no tradicionales.

De esta manera se propone formular un producto a escala de laboratorio donde se controlen los parámetros de operación, medidas de higiene e inocuidad, establecer la caracterización de las variedades a procesar, el producto terminado, y lo más importante utilizar sabores no tradicionales en la elaboración para poder brindarle al usuario final nuevas opciones de elegir un producto con potencial alta demanda en nuestra población, es un alimento que en las mesas de las familias nicaragüenses se considera indispensable o de prioridad de consumo.

Es por ello que con la ejecución de esta investigación se pretende obtener dos productos de frijoles molidos con sabores no tradicionales a escala de laboratorio utilizando tres variedades de frijoles producidos en el país, esta investigación se llevó a cabo de manera experimental en el laboratorio de alimentos y laboratorio de operaciones unitarias de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), siendo este estudio es de suma importancia debido a que al obtener resultados satisfactorios daremos inicio a nuevas opciones de elaboración de productos con sabores no tradicionales para los consumidores y empresas que puedan tomar esta opción de producir.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Formular dos productos a base de frijoles con sabores no tradicionales, tomando en consideración tres variedades de frijoles establecidas en el país.

### 2.2 Objetivos Específico

- 1) Caracterizar las materias primas principales en función de la calidad nutricional de estas para la formulación de los productos.
- 2) Desarrollar la formulación de dos productos de frijoles molidos con sabores no tradicionales, especiados ahumados y especiados dulce picante.
- 3) Establecer el flujo de proceso de los productos a formular con sus parámetros de operación y control.
- 4) Evaluar el efecto de la transformación de los procesos en la elaboración de los productos formulados finales.

### III. MARCO TEORICO

El **frijol** es una leguminosa que constituye una rica fuente de proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra.

**Frijol.** (*Phaseolus sp.*) pertenecen a la familia de las leguminosas (Leguminosae o Fabaceae), junto con los chícharos, habas, soya, mezquites, huizaches, y alrededor de 19,400 especies.

#### 3.1. Características del cultivo del frijol.

Reseña sobre el frijol.

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) Es una especie anual nativa de Mesoamérica y Sudamérica, y sus numerosas variedades se cultivan en todo el mundo para el consumo, tanto de sus vainas verdes como de sus semillas frescas o secas. En el mundo hispano estas semillas reciben diversos nombres según el país o la región, pero los más comunes son judías, Habichuelas, Frijoles y Porotos.

Este es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto contenido de proteína y generar empleo e ingresos a las familias rurales. Como fuente alimenticia tiene alto contenido de proteína, (22%) carbohidratos, vitaminas y minerales. El consumo aproximado por persona se estima en 67 libras o 30.45 kg al año (cálculo propio a partir de datos oficiales del MAGFOR) lo que corresponde a 82 g/día.

El cultivo genera más de 200 mil empleos directos e indirectos en la producción y comercialización, ingresos al país porque se exporta a otros países de Centroamérica en forma de grano comercial y semilla. En el 2008 alcanzó unos 65 millones de dólares, por la venta de este producto. (Agropecuaria, 2009).

En lo relacionado a la salud, ayuda a reducir los riesgos de cáncer del colon, próstata y senos, así como en la reducción de la diabetes y el colesterol. La producción de frijol se efectúa bajo condiciones de secano, en todas las regiones del país en alturas que varían entre 50 a 800 msnm y bajo condiciones variables

de temperaturas y precipitación. La mayor intensidad de siembra se realiza en la época de postrera y apante, por coincidir la cosecha con la época seca.

El 95% de la siembra la realizan pequeños y medianos productores en áreas de 0.5 a 3 manzanas, el 5% restante es explotado por productores grandes, los que poseen recursos económicos y están ubicados en suelos planos a ondulados que permiten la mecanización. La producción y los rendimientos del frijol son inestables, depende de las condiciones climáticas y fuente de financiamiento; desde la cosecha que debería ser húmedo entre la siembra y desarrollo del cultivo y seco en la cosecha.

### 3.2. Sectores del país donde se cultiva frijoles

- Nueva Segovia: En los municipios de San Juan de Limay, San Nicolás, Pueblo Nuevo, de La Trinidad,
- Estelí y Condega. Municipio el Jicaral y Wiwili.
- León: Municipio de Achuapa, Malpaisillo, Quezalaguaque, Telica, El Sauce, Santa Rosa del Peñón.
- Chinandega: Municipio de Villanueva, Santo Tomas del Norte, San Pedro del Norte, El Viejo, Chichigalpa, San Rafael del Norte, Puerto Morazán, Cinco Pinos, San Francisco del Norte.
- Managua: Municipio de El Crucero.
- Masaya: Municipio de Catarina, Nandasmo, Tisma, Masaya, Niquinohomo, Nindirí, San Juan de Oriente, Masatepe, San Marcos, La Concepción.
- Granada: Municipio de Granada.
- Carazo: Municipio de Diriamba, De La Conquista, De La Paz, De El Rosario, Santa Teresa, Jinotepe, Dolores.
- Boaco: Municipio de Camoapa, Boaco, Teústepe, San José de los Remates, Santa Lucia.
- Chontales: Municipio de Acoyapa, Villa Sandino, Juigalpa, Santo Domingo.
- Rio San Juan: Municipio del Castillo.
- Matagalpa: Municipio de Esquipulas, San Isidro, San Dionisio y Matiguas.
- Jinotega: Municipio de Jinotega, Pantasma, San Sebastián de Yalí, La Concordia.
- Triangulo Minero: Municipio de Bonanza, Siuna y Rosita.

### 3.3. Desarrollo de Productos

El desarrollo de nuevos productos o servicios refiere “al desarrollo e introducción de un producto que no ha sido elaborado antes por la empresa en ese mercado o la presentación de un antiguo producto en un nuevo mercado aun no explorado por la compañía” (G. W. Fuller, 1994). El mismo es siempre un desafío para la empresa, e implica trabajar en diversas áreas, como marketing, diseño, producción y finanzas.

Existen múltiples razones por las que una empresa decide añadir nuevos productos o servicios a su cartera, como ser:

- Adecuación a nuevas exigencias de los clientes o consumidores.
- Identificación de demandas de mercado insatisfechas.
- Disminución de las ventas.
- Incorporación de valor agregado a los productos.
- Uso de materias primas nuevas o poco explotadas.
- Adaptación a nuevas tecnologías.
- Mejor aprovechamiento de la infraestructura existente en la empresa.

La incorporación de nuevos productos o servicios a la empresa puede hacerse por varias vías:

- Adquirir licencias o concesiones, o comprar patentes de productos;
- Contratar empresas o técnicos especializados que desarrollen el producto para la empresa
- Llevar a cabo el desarrollo en la propia empresa.

Los lineamientos que se dan a continuación están enfocados a apoyar a las empresas que se dispongan desarrollar nuevos productos o servicios por sus propios medios. Sin embargo y de acuerdo a la realidad y recursos de cada empresa, podrán requerir apoyo técnico en algunas áreas específicas.

### 3.4. Acerca de los Productos Alimenticios

Alimento es toda sustancia natural o elaborada que se destina al consumo humano, incluyendo las bebidas y cualquier componente que se utilice en su elaboración, preparación o tratamiento.

Existen distintas clasificaciones de alimentos, entre ellas se destacan:

- **Alimentos que aportan beneficios adicionales a la salud:** Además de aportar los nutrientes básicos, brindan beneficios adicionales como la prevención o el tratamiento de enfermedades. Ejemplo: productos fortificados, productos enriquecidos, alimentos nutracéuticos.
- **Alimentos dirigidos a determinados segmentos de mercado:** Para poblaciones con necesidades nutricionales específicas. Ejemplo: Comida para bebés, comida para deportistas, comida para hipertensos.
- **Alimentos de conveniencia:** Son los que facilitan su preparación y consumo. Ejemplo: alimentos pre cocidos o preparados, refrigerados o congelados, con envases fáciles de utilizar y transportar, aptos para calentar en microondas u horno, fraccionados en porciones individuales, etc.
- **Alimentos identificados por su procedencia:** Son alimentos preparados que se asocian a una región o a un grupo étnico. Ejemplo: comida china, comida árabe, comida mexicana.
- **Alimentos orgánicos:** Son los que se producen bajo un conjunto de procedimientos particulares que buscan minimizar el uso de productos sintéticos. En general se requiere certificaciones especiales para poder comercializarlos. Ejemplo: frutas y verduras producidas sin pesticidas, herbicidas y/o fertilizantes artificiales.
- **Alimentos de vida útil prolongada:** Son alimentos tratados física o químicamente para conservarlos durante un mayor período de tiempo. Ejemplo: deshidratados, congelados, pasteurizados, conservas en lata, dulces, acidificados, fermentados.

Los alimentos pueden transmitir enfermedades y causar daños en la salud si no se toman las medidas necesarias durante su producción, procesamiento, transporte, comercialización y preparación para el consumo. Es de vital importancia asegurar que los alimentos estén libres de contaminantes, adulterantes, toxinas, microorganismos patógenos y cualquier otra sustancia que pueda afectar la salud del consumidor, ya sea de forma aguda o crónica. Es por ello que todo lo referido a alimentos está ampliamente regulado y controlado por los organismos competentes que tienen que velar por su inocuidad. Para la producción de alimentos se requiere, entre otras cosas, contar con una planta de elaboración habilitada, registrar todos los productos alimenticios, y que todos los manipuladores cuenten con carné de salud vigente y carné de manipulación de alimentos.

Además de la inocuidad, otras características de calidad que determinan el valor o la aceptabilidad de los alimentos por parte del consumidor son: el valor nutricional y las propiedades sensoriales (aspecto, color, textura, aroma y gusto).

### **3.5. Desarrollo de productos alimenticios**

El desarrollo de productos no es un proceso lineal, sino que cada resultado que se obtiene sirve para ajustar y mejorar los pasos anteriores. De esta forma se realizan a tiempo los cambios y correcciones que permiten mejorar la idea original y ahorrar tiempos y recursos en el desarrollo de la misma.

El inicio de cualquier desarrollo de producto comienza con una idea. Para poder avanzar en su concreción, es necesario plasmar en papel la idea original y toda la información relevante relacionada a ella, de forma que sirva de base para los siguientes pasos.

La realización de un esquema de la idea original organiza la información y facilita su visualización global. A lo largo del proceso de desarrollo, este esquema se irá modificando y adaptando de acuerdo a la información que se recabe.

El segundo paso del desarrollo de productos es la investigación preliminar, cuyo objetivo es evaluar la viabilidad de la idea original. Incluye el análisis de los componentes, del mercado, de los recursos disponibles y de la normativa existente.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Un producto alimenticio es fundamental investigarlo a profundidad sobre las opciones de materia prima, ingredientes, envases y otros insumos disponibles en la región para la producción del alimento, identificando a los potenciales proveedores.

El análisis del mercado se compone del estudio de la oferta y de la demanda. Se realiza a través del análisis de datos provenientes de fuentes confiables, como ser: encuestas, entrevistas, estadísticas oficiales, datos de dominio público.

Por medio del estudio de la demanda se identificará el perfil de los consumidores interesados en el producto, verificando si las características del mismo se corresponden a sus necesidades o expectativas. Asimismo, se podrá estimar la cantidad de consumidores que lo adquirirían y en qué volumen, qué precio están dispuestos a pagar y cuáles canales de comercialización utilizarían para comprarlo. Para obtener esta información es común realizar encuestas a clientes o potenciales clientes.

Ejemplos de preguntas para conocer las preferencias de los potenciales consumidores:

- ✓ ¿Con qué frecuencia consumiría el producto? (diariamente, semanalmente, mensualmente, en ocasiones especiales, nunca).
- ✓ ¿En qué momento del año consumiría el producto? (todo el año, en invierno, en verano, en festividades).
- ✓ ¿Cómo lo consumiría? (solo, junto a otros alimentos, incorporado a otros alimentos).
- ✓ ¿Dónde lo compraría? (supermercados, almacenes, ferias).

El estudio de la oferta consiste en identificar, conocer y cuantificar a las empresas competidoras y los productos que estas ofrecen. Es importante conocer las principales características de productos similares que se ofrezcan a nivel local, regional o internacional, e identificar sus claves de éxito o fracaso.

En esta etapa también es necesario relevar exhaustivamente la normativa vigente, para evitar futuras dificultades.

También se debe evaluar los recursos de la empresa, tanto el equipamiento, la infraestructura y el personal, como los recursos económicos y financieros con los que cuenta para poder desarrollar e implementar el producto.

A partir de la información obtenida en la investigación preliminar, se verifican las fortalezas y debilidades de la idea original y se le realizan los ajustes necesarios para lograr satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores, competir en el segmento de mercado seleccionado y cumplir con la normativa vigente. De esta forma, se tendrá la idea original ajustada a la situación existente o a la prevista en el futuro, lo que ayudará a enfocar los esfuerzos hacia un producto con mayor potencial de éxito.

Esta es la etapa que requiere mayor creatividad para generar variantes de la idea original, sin perder de vista los costos asociados al producto y los recursos con los que cuenta la empresa.

En esta etapa se pretende lograr un documento con los conceptos principales del producto. Esto incluye definir las características generales del producto, la tecnología que se utilizará para su producción, el segmento del mercado al que está dirigido, la imagen que se desea proyectar, así como una estimación preliminar de su costo.

### **3.6. Diseño detallado del producto**

En esta etapa se refina el concepto logrado en el paso anterior. Esto implica definir los detalles específicos del producto que aún no hayan quedado resueltos, incluyendo:

- ✓ Los componentes detallados del producto.
- ✓ El proceso de producción.
- ✓ Los proveedores y socios estratégicos.
- ✓ La forma de ofrecerlo en el mercado.
- ✓ Los recursos necesarios para su implementación (humanos, materiales, económico-financieros).

Además, es necesario determinar los proveedores de los componentes, insumos o servicios que la empresa no pueda brindar con recursos propios, la forma de ofrecer el producto al mercado (por ejemplo: venta directa, distribuidores, supermercados, etc.) y la logística.

El proceso de producción se define a través de la realización de un documento que describa como se lleva a cabo la elaboración del alimento, incluyendo todas

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

las actividades necesarias, los tiempos de cada uno de los procesos y los responsables, previendo dificultades e incidentes que pudieran suceder.

Más que una etapa o un paso, el diseño detallado del producto es un proceso donde necesariamente hay que seguir avanzando a las etapas siguientes para ajustar el diseño de acuerdo a los resultados que se obtengan. Por lo tanto, el proceso de diseño detallado – verificación y testeo - plan de implementación - se debe repetir hasta que se obtenga un producto con las características deseadas y factible de ser comercializado.

Una vez que el producto se encuentra diseñado en forma detallada, es necesario verificar el cumplimiento de las características técnicas y de calidad a través de distintos tipos de pruebas, que pueden incluir: análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

A partir de los resultados que se obtengan en los ensayos y análisis, es posible optimizar las formulaciones seleccionadas durante la etapa de diseño detallado

Una vez que se cuenta con el producto verificado y testeado, se planifican todas las acciones necesarias para la producción y comercialización del alimento, considerando las siguientes áreas: desarrollo físico, desarrollo organizacional, promoción y comercialización.

En la planificación del desarrollo físico se debe incluir las acciones necesarias para la producción del alimento desarrollado que refieren a la compra y/o adecuación de equipamiento, ampliación del espacio físico disponible, adecuación de la infraestructura existente, adquisición de insumos y materiales, etc.

Las acciones necesarias para el desarrollo organizacional se refieren a la necesidad de incorporación y/o capacitación de personal, desarrollo de proveedores, articulación con instituciones, realización de trámites regulatorios, etc.

Por medio del plan de promoción y comercialización se debe planificar todas las acciones necesarias para alcanzar y mantener el segmento de mercado objetivo.

La comercialización puede realizarse de forma directa y/o por medio de empresas especializadas. A través de empresas de comercialización se logrará llegar a una mayor cantidad de clientes, mientras que la comercialización directa permite

mantener contacto con los consumidores y reaccionar más rápidamente a sus demandas y necesidades.

En el plan de comercialización se incluye la identificación de los potenciales comercializadores y la organización de rondas de reuniones con estos, para entregar material, dar detalles y evacuar dudas en forma personal. El material que se elabore para apoyar la comercialización debe describir el alimento, incluyendo la forma de conservación y preparación, los beneficios para el consumidor, etc.

En el plan de promoción se seleccionan las herramientas más adecuadas para promocionar y difundir el producto. Los sitios webs y las redes sociales son herramientas poderosas que están al alcance de las micro y pequeñas empresas y que no implican costos altos. Igualmente es conveniente evaluar la posibilidad de elaborar materiales gráficos (folletos, afiches) que apoyen y complementen lo que se difunde en internet, para colocarlos en lugares clave a los que accedan los consumidores del producto. Se puede considerar además realizar publicidad en diarios, revistas u otros medios de comunicación que lleguen fácilmente al segmento de mercado objetivo.

### **3.7. Implementación**

A través de este recorrido se llega al momento más esperado, que es la concreción del producto desarrollado, luego de formular, evaluar, repensar y ajustar la idea originalmente concebida. Posiblemente el resultado al que se llegue difiera de la idea original, pero si se siguen los pasos sugeridos en esta guía, el producto contará con un mayor potencial de éxito y la empresa tendrá mayor confianza en lo que ofrecerá al mercado.

En la etapa de implementación se ejecutan todas las acciones planificadas, verificando el presupuesto estimado. El período inicial de la implementación o puesta en funcionamiento del producto, es una fase de testeo y ajuste del proceso de producción, los envases y embalajes, los tiempos, los canales de distribución y comercialización, entre otros.

Posteriormente comienza un proceso de aprendizaje y mejora continua, en el cual el producto se adecúa de acuerdo a la retroalimentación que se obtenga de los consumidores y/o a las nuevas necesidades del mercado. Se debe estar abierto a los desafíos que se presenten, capitalizando los aciertos y los errores.

### 3.8. El proceso de industrialización del frijol

La industrialización del frijol podría constituir una manera indirecta de incrementar su cultivo, a través de un incentivo económico más estable. Además, el producto procesado tendría las ventajas de dar mayor estabilidad, disponibilidad constante a través de todo el año, más uniformidad, más fácil preparación, y podría ser un vehículo para otros nutrientes.

El secado de granos se puede definir de distintas maneras, según el enfoque que se desee adoptar. En los estudios más teóricos se pone el énfasis en los mecanismos de transferencia de energía y de materia. Así, el secado se puede definir como un proceso en que hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente de secado y los granos. En cambio, en los casos generales, se define el secado como la operación unitaria responsable de la reducción del contenido de humedad de cierto producto, hasta un nivel que se considera seguro para el almacenamiento de éste.

Se entiende que es seguro un nivel de humedad por debajo del cual se reduce la actividad respiratoria de los granos y se dificulta el ataque de insectos y hongos. Dicho nivel varía con los distintos tipos de granos, pero, para las condiciones brasileñas y los granos más comunes, abarca una gama entre 10 y 14% de humedad expresada sobre base húmeda.

Al llegar a la madurez fisiológica, los productos agrícolas y en especial los granos, presentan en la mayoría de los casos, un contenido máximo de materia seca. Sería recomendable cosechar los granos en ese punto de desarrollo, desde el punto de vista del rendimiento máximo de la producción. No obstante, varios factores limitan esa posibilidad, destacándose entre ellos el contenido de humedad de los granos.

Al comienzo de la etapa de madurez fisiológica, los granos presentan, además del contenido máximo de materia seca, un elevado porcentaje de agua. Esta condición acarrea algunas dificultades, pues los granos no resisten los procedimientos mecánicos de recolección y demás operaciones de tratamiento. Es preciso esperar, entonces, que la cosecha se realice “tan pronto” como los granos lo soporten. Esta técnica ofrece algunas ventajas, como son: un mayor porcentaje de materia seca (como ya se mencionó), menor contaminación del producto en el campo, menor pérdida por ataque de depredadores, mayor porcentaje de germinación y vigor y otras.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

El mayor inconveniente de la cosecha de productos húmedos es la necesidad de reducir su contenido de humedad a niveles seguros para su almacenamiento, siendo un proceso que exige un gran consumo de energía. En general el secado artificial de granos es una técnica poco difundida en América Latina. En las regiones en que se la conoce, normalmente está mal utilizada. En consecuencia, hay elevadas pérdidas de granos en esos países.

El continuo adelanto en la tecnología de alimentos ha permitido desarrollar diferentes métodos de preparación de frijoles enteros pre cocidos y deshidratados. La mayor parte de la investigación ha sido enfocada a la disminución del tiempo de cocción y a la vez evitar cambios adversos en las características físicas y sensoriales del producto final, como lo son la textura, color, olor y sabor.

Según (Barbosa G, 2000) en líneas generales, uno de éstos métodos consiste en someter los frijoles a remojo, cocerlos a presión y deshidratarlos (Feldberg et al, 1956). La etapa de escaldado ha sido propuesta por algunos investigadores (Dorsey et al, 1961), porque este tratamiento adicional ofrece las ventajas de garantizar la hidratación completa e inactivación de la lipooxidasa, afianzando así la estabilidad del producto procesado durante el almacenamiento.

El congelamiento antes o después de la cocción, así como el recubrimiento con una capa de azúcares, tiene como finalidad evitar las fisuras que se presentan en el grano de frijol cocido. Los tiempos de cocción del producto final varían de acuerdo con la variedad de frijol usada, con el método de preparación, así como las condiciones previas de conservación. En este caso el producto final está listo para el consumo después de rehidratarlo y cocerlo por 5 a 10 minutos.

Lo principal obtener un producto de cocimiento rápido con el mínimo de deterioro de las características sensoriales y nutricionales de la materia prima. Con respecto a las propiedades físicas, dos han sido los problemas encontrados: la textura del producto final y la decoloración. La pérdida parcial del color se da cuando se emplea frijol negro. Este es un aspecto muy importante desde el punto de vista del consumidor que asocia la buena calidad de la sopa con el color más oscuro. La textura más espesa se debe a la presencia de partículas secas de la cáscara que no están totalmente pulverizadas (Rojas, 2002).

### **3.9. Caracterización bromatológica y fisicoquímica**

#### **3.9.1. Generalidades**

La caracterización de los alimentos se realiza mediante diferentes ensayos utilizando diferentes métodos de evaluación, los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. El análisis de las propiedades fisicoquímicas de los alimentos es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad.

Este cumple un papel muy importante en la determinación del valor nutricional de los alimentos, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud y también para el estudio de las posibles irregularidades como adulteraciones, falsificaciones, etc. tanto en alimentos terminados como en sus materias primas.

La caracterización fisicoquímica se lleva a cabo mediante la determinación de su composición química, es decir determinar qué sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, carbohidratos, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades se encuentran. (Zumbado, 2005)

#### **3.9.2. Humedad**

La determinación de humedad es una de las técnicas de mayor envergadura y empleo en el control, procesado y conservación de los alimentos, ya que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido significativo de agua.

El contenido de humedad en un alimento es considerado, frecuentemente, un índice de estabilidad del producto, y a su vez, un factor decisivo en muchos procesos industriales, así como, por ejemplo, la molienda de cereales, el mezclado de productos sólidos finos, etc. Por otro lado, conocer el contenido de agua en los productos o materias primas al momento de formular un producto y evaluar las pérdidas durante el procesado es de gran importancia ya que permite realizar evaluaciones en dichos procesos industriales. Además, facilita prever el desarrollo de microorganismos. (Hart, 1991)

Éste se expresa generalmente como porcentaje, las cifras varían entre 60-95% en los alimentos naturales. La determinación de humedad se realiza en la mayoría

de los alimentos mediante la pérdida de masa que sufre un alimento cuando se somete a una combinación de tiempo-temperatura. El residuo que se obtiene se conoce como sólidos totales o materia seca. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2008)

### 3.9.3. Cenizas

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas. (Fennema, 1993)

Su determinación es referida al análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Existe, entre otros, el siguiente tipo de análisis de cenizas:

- Cenizas en seco: Para la mayoría de las muestras de alimentos.

### 3.9.4. Grasa bruta

Las grasas constituyen uno de los nutrientes que aportan energía a nuestro organismo y se consumen a través de la dieta y/o los alimentos.

Químicamente hablando, las grasas son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Su función principal es energética, proporcionando 9 kilocalorías por gramo de grasa consumida, el doble de las que aportan los hidratos de carbono y las proteínas (cada uno de estos nutrientes proporcionan 4 kilocalorías por gramo).

Las grasas están compuestas por moléculas de triglicéridos a su vez formados por los ácidos grasos. Los ácidos grasos se clasifican en función de la presencia de dobles enlaces en su molécula, dando lugar a distintos tipos de grasas: Grasas insaturadas, grasas saturadas, mono-insaturadas, polinsaturadas, omega 3, omega 6, etc. (Greenfield & Southgate, 2006).

### 3.9.5. Proteína bruta

Las proteínas son grandes moléculas de aminoácidos, y se encuentran en los alimentos de origen animal y vegetal. Estas biomoléculas están compuestas principalmente de carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, además de que algunas contienen azufre, tienen diversas funciones en el organismo como, por ejemplo: catálisis, transporte, almacenamiento, protección, estructural, etc.

Hay diversos métodos para la determinación de proteínas, entre ellos el método Kjeldahl. El análisis de nitrógeno/proteínas según el método Kjeldahl se presenta como un método de análisis complejo de varias etapas.

Este sirve para la determinación de proteínas en alimentos y es de aplicación universal gracias a que acepta pesos elevados de muestras. (Greenfield & Southgate, 2006).

### 3.9.6. Carbohidratos totales

La principal fuente de energía en la alimentación de los nicaragüenses son los carbohidratos, y se sabe que los productos a base de cacao son bastante ricos en estos.

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones 6:12:6. Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

Los carbohidratos en la dieta humana están sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares. (Greenfield & Southgate, 2006) Se pueden dividir en tres grupos:

- Monosacáridos: glucosa, fructosa, galactosa;
- Disacáridos: sacarosa (azúcar de mesa), lactosa, maltosa;
- Polisacáridos: almidón, glicógeno (almidón animal), celulosa.

### 3.9.7. Fibra cruda

Se debe entender la fibra cruda como la parte orgánica del alimento que es insoluble y no digestible y que está formada en la inmensa mayoría de las ocasiones por celulosas y lignocelulosas provenientes de los tejidos vegetales.

No debe confundirse con la denominada fibra dietética o soluble que, aunque no se absorbe como nutriente en el intestino humano, es fisiológicamente importante en los procesos intestinales.

La parte no digerible que representa la fibra cruda es principalmente celulosa y parte de lignina, como la lignocelulosa. Este residuo representa la parte fibrosa, insoluble e indigestible de los alimentos. (Rodas Chungata, 2013)

### 3.9.8. Calorías

Los alimentos contienen un valor calórico, que es prácticamente la energía que se necesita para poder llevar a cabo funciones en el organismo. El valor calórico es la cantidad de energía que se produce cuando un nutriente es totalmente oxidado o metabolizado para producir dióxido de carbono y agua.

El valor energético de un alimento se expresa, normalmente, en kilocalorías (kcal). Aunque se debe distinguir entre kilocalorías y calorías. Sin embargo, en el campo de la nutrición con frecuencia se utilizan como sinónimos.

La cantidad de energía que aporta cada uno de estos elementos son:

- Hidratos de Carbono = 4 kilocalorías por gramo
- Proteínas = 4 kilocalorías por gramo
- Grasas = 9 kilocalorías por gramo
- Alcohol = 7 kilocalorías por gramo

Por ello, habiendo obtenido las cantidades de cada uno de los elementos anteriormente mencionados, se logra calcular el total de calorías que aporta cualquier alimento. (Juliarena & Gratton)

Los **análisis de alimentos** son la herramienta perfecta para evitar infecciones e intoxicaciones alimentarias, que tanto preocupan al empresario y tan malas consecuencias les puede acarrear. Con este tipo de **análisis** se pueden garantizar los mejores controles de calidad a los productos de la industria alimentaria.

La bromatología investiga la **composición química**, las **calorías**, los **nutrientes**, las **propiedades físicas** y la **toxicología** de los **alimentos**, entre otras propiedades. Los conocimientos generados por esta área del saber resultan muy importantes a la hora de producir, conservar, manipular y distribuir las sustancias alimenticias, sobre todo para reducir los riesgos de efectos negativos que pueden provocar en la salud de quienes las consumen.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Los análisis bromatológicos y fisicoquímicos que se realizaron fueron en base seca por duplicado, utilizando métodos normalizados (OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS; AOAC. 19 th Edition, 2012.):

- ✓ Humedad según el método 920.151.
- ✓ Cenizas, Para su determinación se utiliza una mufla a 525° C, por el método 940.26.
- ✓ Grasas según el método 920.85.
- ✓ Proteínas. de acuerdo al método 2001.11.
- ✓ Sólidos solubles, el contenido de sólidos solubles se determina mediante lectura directa en un refractómetro a 20° C, según el método 932.12.
- ✓ Acidez total titulable según el método 942.15.
- ✓ pHs por lectura directa en el pH-metro Orión, a 25° C, según el método 981.12.
- ✓ Fibra cruda por hidrólisis y filtración, según equipo de fibra cruda en laboratorio
- ✓ Carbohidratos totales se calcula teóricamente su valor de acuerdo al método descrito por Hart y Fisher (1991).
- ✓ Valor energético se determina teóricamente según la Tabla de Composición de Alimentos de Centro América (INCAP, 2007).
- ✓ Fósforo y Hierro mediante espectrofotometría
- ✓ Otros que sean necesarios para completar la caracterización, pueden ser microbiológicos y/o vida útil del producto terminado.

## IV. METODOLOGIA

La etapa experimental de esta investigación se realizó en la Universidad Nacional de Ingeniería, en los laboratorios de alimentos y operaciones unitarias de la Facultad de Ingeniería Química.

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información la investigación es un estudio prospectivo, porque se registró la información, según ocurrieron los fenómenos. De acuerdo al análisis y alcance de los resultados se clasifico como una investigación descriptiva porque se precisaron las situaciones predominantes a través de la descripción exacta de las actividades y procesos.

Las etapas de la investigación abarcaron:

### 4.1. Revisión bibliográfica

Para la obtención de la información se realizó consultas bibliográficas, se elaboró el protocolo de investigación que consistió en la delimitación del tema, objetivos, planteamiento, desarrollo el marco teórico y elaboración del diseño metodológico todo esto se utilizará como base para la elaboración del documento final.

### 4.2. Fase Experimental

1. Se trabajó con frijoles de 3 tipos de variedades que se cosechan o venden en el país: Rojo Seda, Retinto y Negro.
2. Se compraron materiales de cocina como pailas, cucharas, panas plásticas, cucharones, papel de aluminio, bolsas plásticas, aceite de cocinar, en el supermercado local para complemento de los materiales.
3. Se utilizaron aditivos deshidratados para condimentar y saborizar los productos finales, de dos empresas diferentes proveedoras de estos como lo son Sol Maya y Dimex Nicaragua, empresas proveedoras de este tipo de aditivos.
4. Se utilizaron dos laboratorios diferentes de la FIQ, para los diferentes ensayos; Laboratorio de Alimentos para caracterizar tanto la materia prima, así como caracterizar los productos terminados y el Laboratorio de Operaciones Unitarias para la preparación de los productos.
5. Se realizaron las caracterizaciones de las materias primas bajo la norma internacional OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS; AOAC. 19 th Edition, 2012.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

6. Se utilizaron balanzas, marmita esterilizadora, utensilios de laboratorio para la preparación, cocina, licuadora, cristalería, pH metro, termómetros, y los materiales disponibles y necesarios para los ensayos.
7. Cuando no se contaron con materiales necesarios, los tesistas asumieron el costo de dichos materiales.
8. Se establecieron **lotes de trabajo de 1 Kg de Frijoles crudos**.
9. Se obtuvieron frijoles cocidos con cierta cantidad de sopa. Estableciendo porcentajes de uso de frijoles y sopa para la formulación.
10. De acuerdo a lo consensuado y establecido entre los tesistas y el tutor, se definieron cantidades de aditivos en base a **Diseño de Experimentos, (Acápite VII)** para sazonar los productos hasta llegar al sabor deseado y planteado en los objetivos.
11. Se **realizaron los balances de materiales** para cada uno de los productos a obtener.
12. De acuerdo a los resultados se **determinaron los rendimientos** de la elaboración de los productos con base de cálculo de un kilogramo de materia prima principal.
13. Se empacaron en caliente **considerando y definiendo la temperatura adecuada a empacarse**, la cantidad en cada bolsa fue en cantidades de media libra o su equivalente a 227 gramos aproximadamente.
14. Luego se estableció **la esterilización del producto como tratamiento térmico final de conservación** de alimentos donde se definió tiempo y temperatura de esterilización, para luego determinar su vida útil.
15. Durante la preparación se **establecieron los parámetros de control y operación del proceso de elaboración de los productos**.
16. Se **presentaron los diagramas de flujo de proceso** de la elaboración de cada producto.
17. Se realizaron las caracterizaciones de los productos terminados bajo la norma internacional OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS; AOAC. 19 th Edition, 2012.
18. Se brindaron recomendaciones sobre la ocurrencia del proceso con el fin de mejorar dicho procedimiento según corresponda a escalamiento.

#### **4.3. Fase de Procesamiento de la Información**

De acuerdo a los resultados obtenidos de cada paso de la fase experimental se procesó toda la información estableciendo el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para formular los productos a base de frijoles sazonados con sabores no tradicionales.

Se establecieron las conclusiones y recomendaciones exactas al caso de estudio o investigación llevada a cabo.

#### **4.4. Fase Final de la Investigación**

Se estableció un documento final cumpliendo con todos los requisitos necesarios para presentar los resultados de la presente investigación conforme a lo establecido a la normativa de culminación de estudios de la FIQ.

## V. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar el presente estudio, se partió del diseño experimental obteniendo los datos necesarios que permiten el análisis para determinar las condiciones de dosificación más adecuadas para la formulación de los productos.

### 5.1. Diseño factorial 3k

El  $3^2$  es lo más básico del diseño factorial 3k, que posee un diseño de dos factores estudiados y tres niveles de cada uno.

Este diseño consistió en  $3^2=9$  tratamientos diferentes, que corresponden a todas las posibles maneras en el que se pueden combinar dos factores en tres niveles cada uno. Sean  $X_1$  y  $X_2$  los factores, cada uno con tres niveles, a los cuales se les suele llamar *alto (+1)*, *medio (0)*, *bajo (-1)*.

**Tabla 5.1.** Matriz de experimento para el diseño factorial  $3^2$

Tratamientos	Factores	
	$X_1$	$X_2$
1	-1	-1
2	0	-1
3	+1	-1
4	-1	0
5	0	0
6	+1	0
7	-1	+1
8	0	+1
9	+1	+1

Fuente: (Pulido and de la Vara Salazar, 2012)

### 5.2. Diseño factorial 2k

Cuando el objetivo es medir cómo influyen  $k$  factores en un proceso y descubrir si interaccionan entre ellos, el *diseño factorial 2k* es la estrategia experimental óptima. Este diseño permite explorar una zona escogida del dominio experimental y encontrar una dirección prometedora para la optimización posterior.

### 5.3. Construcción de un diseño factorial completo $2^k$

Por su sencillez, una matriz de experimentos factorial completa  $2^k$  no requiere un software especializado para construirla ni para analizar sus resultados. En estos diseños, cada factor se estudia a sólo dos niveles y sus experimentos contemplan todas las combinaciones de cada nivel de un factor con todos los niveles de los otros factores. La *Tabla 7* muestra las matrices  $2^2$ ,  $2^3$ ,  $2^4$  para el estudio de 2, 3 y 4 factores respectivamente. La matriz comprende  $2^k$  filas ( $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$  experimentos) y  $k$  columnas, que corresponden a los  $k$  factores en estudio. Si se construye en el orden estándar, cada columna empieza por el signo  $-$ , y se alternan los signos  $-$  y  $+$  con frecuencia  $2^0$  para  $X^1$ ,  $2^1$  para  $X^2$ ,  $2^2$  para  $X^3$ , y así sucesivamente hasta  $X_k$ , donde los signos se alternan con una frecuencia  $2^{k-1}$ .

**Tabla 5.2.** Matriz de experimentos para los diseños factoriales completos  $2^2$ ,  $2^3$ ,  $2^4$

	$X_1$	$X_2$		$X_1$	$X_2$	$X_3$		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	
1	-	-		1	-	-	-	1	-	-	-	-
2	+	-		2	+	-	-	2	+	-	-	-
3	-	+		3	-	+	-	3	-	+	-	-
4	+	+		4	+	+	-	4	+	+	-	-
				5	-	-	+	5	-	-	+	-
				6	+	-	+	6	+	-	+	-
				7	-	+	+	7	-	+	+	-
				8	+	+	+	8	+	+	+	-
								9	-	-	-	+
								10	+	-	-	+
								11	-	+	-	+
								12	+	+	-	+
								13	-	-	+	+
								14	+	-	+	+
								15	-	+	+	+
								16	+	+	+	+

*Fuente:* (Ferre Joan. Diseño factorial completo  $2^k$ )

### 5.4. Características Generales

Según el paradigma científico la investigación es de tipo *experimental aplicada*, porque consiste en la manipulación de una o más variables. Según la taxonomía del conocimiento científico el tipo de diseño de investigación en el proyecto es *experimental*, porque a través de un experimento se pretende llegar a la causa de un fenómeno.

Para la investigación del análisis de la formulación de los dos productos con sabores no tradicionales se utilizará un diseño experimental usando el **Método factorial  $2^k$** .

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

- Numero de tratamientos: 8
- Número de unidades experimentales: 3
- Unidad experimental: 454 g

### 5.5. Factores

- Frijoles (F), (g).
- Especies (E), (g).
- Sabores No Tradicionales (NT), (g).

### 5.6. Formulación

Se realizará la formulación partiendo de la mezcla de las materias primas, (3 Variedades de Frijoles,) Especies y Sabores no tradicionales (Ahumado y Dulce Picante) hasta obtener un producto adecuado para la elaboración a nivel de laboratorio.

Para obtener la formulación deseada se realizarán seis pruebas experimentales todas con una base de cálculo para 454 gr en las que se variaron los porcentajes de las materias primas utilizadas para producir los dos productos con sabores no tradicionales.

**Tabla 5.3.** Factores y dominio experimental

Factores	Dominio experimental	
	Nivel (-)	Nivel (+)
$X_1$ : Frijoles %	66,0	82,0
$X_2$ : Especies %	15,0	27,0
$X_3$ : Sabores NT (SNT) %	3,0	7,0

### 5.7. Tratamientos

Los tratamientos de la formulación de los productos con sabores no tradicionales resultan de la combinación de los factores con cada nivel, mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 5.4.** Composición de las fórmulas experimentales

Tratamientos	Matriz de experimentos			Plan de experimentación		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	Frijoles	Especies	Sabores NT
<b>1</b>	-	-	-	66,0	15,0	3,0
<b>2</b>	+	-	-	82,0	15,0	3,0
<b>3</b>	-	+	-	66,0	27,0	3,0
<b>4</b>	+	+	-	66,0	27,0	3,0
<b>5</b>	-	-	+	66,0	15,0	7,0
<b>6</b>	+	-	+	82,0	15,0	7,0
<b>7</b>	-	+	+	66,0	27,0	7,0
<b>8</b>	+	+	+	82,0	27,0	7,0

## 5.8. Variables Respuestas

### Variables cuantitativas

#### *Análisis bromatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos*

Para los análisis se aplicarán los métodos oficiales de la AOAC Association of Analytical Communities, internacional. (Asociación de Comunidad Analítica) (1990), para determinar:

- *Humedad*
- *Cenizas*
- *Proteínas*
- *Grasa totales*
- *Fibras Totales*
- *Carbohidratos totales*
- *Cuenta Total*
- *Mohos y Levaduras*
- *Coliformes Totales*
- *Sólidos solubles*
- *Acidez Total*
- *Valor Energético*
- *Fósforo*
- *Hierro*

*La fibra total* se analizó aplicando el método enzimático gravimétrico de AOAC (1990) utilizando el equipo de fibra que está ubicado en el CETEAL.

### Variables cualitativas

#### *Evaluación Sensorial*

- *Sabor*
- *Olor*
- *Color*
- *Aceptabilidad*

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

El análisis sensorial es una disciplina muy útil para conocer las propiedades organolépticas de los alimentos por medio de los sentidos. La evaluación sensorial es innata en el hombre ya que desde el momento que se prueba algún producto, se hace juicio acerca de él, si le gusta o disgusta y describe sus características de sabor, olor y textura.

El análisis sensorial se realiza a través de los sentidos y el análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento.

## VI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este acápite se presentan los resultados obtenidos tanto en laboratorio, así como el desarrollo experimental planteado en la metodología a seguir para lograr los objetivos.

### 6.1. Caracterización de Materia primas

Según los objetivos planteados y para conocer algunas de las características nutritivas de la materia prima empleada en este estudio se logró determinar las mismas a través de la implementación de los métodos AOAC, (normalizados (OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS; AOAC. 19 th Edition, 2012.), donde se ensayaron análisis proximales para cada variedad utilizada en este trabajo. Cabe destacar que estos parámetros se desarrollaron según la capacidad instalada en Laboratorio de Alimentos FIQ.

**Tabla 6.1.** Análisis Proximal para frijoles crudos en 100g de muestra

Muestra	Cenizas	Humedad	Grasas	Proteínas	Fibra Total	Carbohidratos
Frijol Rojo Crudo	3.34%	11.93%	0.11%	21.40%	15.12%	48.10%
Frijol Negro Crudo	3.47%	11.82%	0.58%	22.03%	18.40%	43.70%
Frijol Retinto Crudo	3.05%	11.78%	1.10%	22.70%	16.54%	44.83%

La siguiente tabla muestra la caracterización de la materia prima Frijol toda variedad como materia prima seca

**Tabla 6.2** Datos Nutricionales Teóricos de los Frijoles Toda Variedad Grano Seco

Parámetros	Composición
Calorías	333 Kcal
Proteínas	23,58 g
Grasas	0,83 g
Carbohidratos	60,01 g
Humedad	11,75 %
Fibra Total	24,9 g
Cenizas	3,83 g
Calcio	143mg
Hierro	8,22 mg
Sodio	24,0 g

Fuente: Tabla de Composición de alimentos de CA. INCAP/OPS. 2012

Un análisis proximal siempre es necesario para conocer su composición nutricional así como los macro y micro nutrientes que estos contienen, el análisis en este caso se desarrolló para las tres variedades es, y según estos resultados los valores obtenidos en el caso de humedad están aproximados a los de la bibliografía consultada, los otros valores como proteínas las variedades ensayadas están un poco por debajo de lo teórico, y los carbohidratos están bastante por debajo de los datos teóricos. Sin embargo, se puede decir que son valores aceptables como materia prima, y si se considera la suma total de estos parámetros como un todo, estos dan un valor aproximado al 99.5% del total de proximales ensayados.

### 6.2. Proceso de elaboración de frijoles cocidos y molidos

El proceso de elaboración de frijoles cocidos, se describe a continuación:

- **Tipo:** Disponer de frijol según la variedad a utilizar con rango de humedad de 11 – 12%, y llevarlos a un recipiente para su posterior limpieza y selección.
- **Selección y limpieza:** Eliminar en seco granos dañados y otras partículas que estén contaminando el producto.
- **Lavado:** Colocar el producto en un colador y lavar hasta eliminar todas las impurezas del ambiente o residuos que pudieron quedar después del proceso de selección.
- **Remojo:** Colocar los frijoles con agua y dejar reposar durante 10 minutos.
- **Preparación del equipo:** Lavar la olla donde se hará la cocción, las licuadoras y las paletas que van a ser utilizados a partir de este momento.
- **Cocción:** Colocar en un recipiente el frijol, agua y ajo. Someter los ingredientes a cocción durante 40 minutos a 100°C.
- **Molido:** Retirar cuidadosamente el recipiente con los frijoles cocidos, retirar el agua de cocción y pesar frijoles y agua por separado. Llevar a la licuadora y preparar el equipo con un colador, colocar los frijoles y la mitad del agua de cocción. Posterior se obtuvieron dos masas de diferente concentración; para uniformizar el puré.
- **Fritura:** A un sartén previamente calentado, se le añadió aceite, cuando este calentó se agregó el puré de frijoles un tiempo de 11 minutos en constante agitación hasta a llegar 98°C
- **Empacado:** El producto se coloca en bolsas laminadas correctamente selladas, y rotuladas para preservar el producto de la humedad del ambiente.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Para la formulación de los productos generados de frijoles y darles valor agregado a estos, se consideraron tres variedades existentes en el país: Rojo Seda, Retinto y Negros, estos último no muy comunes en la dieta nicaragüense.

Además de considerar aditivos-condimentos deshidratados para darle sabor y sazón final a los productos y comercializarse listos para el consumidor directo. Los aditivos que se utilizados fueron de dos distribuidores establecidos en el país: SOL MAYA y DIMEX NICARAGUA S.A. Conociendo los productos que estos distribuyen la línea más completa en cuanto a variedad de aditivos para la industria alimentaria.

Se tomó como base de cálculo para cada proceso de formulación un kilogramo de frijoles por cada variedad considerada, en las condiciones crudas de cada materia prima, es decir incluyendo una gran variedad de materiales extraños tales como piedras, pequeñas ramas, granos en mal estado y granos partidos.

Luego de seleccionarlos y limpiarlos se pesó el material extraño el cual fue denominado Residuo. Se obtuvieron dos muestras frijoles limpios y residuos, la muestra limpia también fue pesada. La formulación se hizo haciendo prueba y error dosificando los insumos de ambos proveedores utilizando las mismas dosis de cada uno con la misma base de cálculo, aproximadamente 1 kilogramo (equivalentes a 2.2 libras o 1299 gramos). Finalmente se establecieron 1000 gramos de materia prima limpia como base de cálculo.

**Tabla 6.3** Datos de peso de las 3 variedades utilizados para la formulación

Variedad	Peso Inicial MP (g)	Peso Residuos (g)	Peso Final Limpio (g)	Peso final Lavado (g)	Ganancia de Humedad (%)	Cantidad de Agua (Kg)
Rojo Seda	1,000	24,3	975.7	1,017	4,2	4,5
Retinto	1,000	11,6	988,4	1,031	4,3	4,5
Negro	1,000	32,0	968,0	1,027.9	6,2	4,5

Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de elaboración del producto en cada etapa del proceso se observan en el Tabla No 6.4 y son:

**Tabla 6.4.** Tiempos en cada paso del proceso para la elaboración del prototipo de frijol cocido, molido, en tandas de 1 kg.

Procedimiento	Tiempo(h)	Tiempo(min)
Selección y Limpieza		5
Remojo		10
Cocción		40
Molienda	1	
Empacado	1	

Fuente: Etapa Experimental del estudio

### 6.3. Producto Frijoles Cocidos

Las siguientes tablas contienen los datos obtenidos de los balances de materia en cada etapa del proceso de elaboración tanto de frijoles cocidos como frijoles molidos con sabores no tradicionales. ¿Por qué planteamos frijoles cocidos?, a pesar de que no está entre los objetivos de la tesis, si se obtiene como un producto con valor agregado a este trabajo de tesis. Y es muy importante obtener datos desde esta etapa del proceso para conocer valores importantes para los balances globales de los productos principales y objeto de estudio.

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

**Tabla 6.5.** Balance por Etapa Frijol Negro Cocido

Etapa	Entrada (g)	Salida (g)	Perdidas (g)	Observaciones	Ecuación de Balance	Nomenclatura
<b>Recepción</b>	1000,0	1000,0			$F = Alimentacion$	$F = Frijol$
<b>Lavado</b>	1000,0 (frijol) 1000,0 (agua)	1040,0	960,0 (Ar)	El Frijol Gana un 4% en peso en el Lavado	$A_l = 1 * F$ $A_r = 0.96 * A_l$ $F_l = F * 1.04$	$A_l = Agua de Lavado$ $A_r = Agua residual del lavado$ $F_l = Frijol lavado$
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado <b>1040,0</b> Sal <b>28,0</b> Ajo <b>25,0</b> Cebolla <b>50,0</b> Agua <b>4500,0</b>	3832,2 (Fc + Sopa)	1810,8 (Ae)	En esta etapa se realiza formulación agregando aditivitos en porcentajes establecidos. Perdidas por Evaporación	$Sal = 0.028 * F$ $Ajo = 0.025 * F$ $Ceb = 0.05 * F$ $Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.4024 * Agua$ $F_c = \left( \frac{F_l + Sal + Ajo}{+Ceb + Agua - A_e} \right) * 0.6809$ $Sopa = \left( \frac{F_l + Sal + Ajo}{+Ceb + Agua - A_e} \right) * 0.319$	$A_e = Agua evaporada$ $F_c = Frijol cocido$ $Ceb = cebolla$ $F_c = Frijol Cocido$
<b>Empacado</b>	3832,2	2899,27 (Ft)	932,54 (sopa)	Se realizó dosificación del 90% frijol cocido y 10% en sopa. Pérdidas en cantidad de sopa sin usar.	$F_t = \frac{(100 * F_c)}{90}$	$F_t = Frijol Terminado$

Fuente: Elaboración Propia

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

**Tabla 6.6.** Balance por Etapa Frijol Rojo Retinto Cocido

Etapa	Entrada (g)	Salida (g)	Perdidas (g)	Observaciones	Ecuación de Balance	Nomenclatura
<b>Recepción</b>	1000,0	1000,0			$F = Alimentacion$	$F = Frijol$
<b>Lavado</b>	1000,0 (frijol) 1000,0 (agua)	1040,0 (Fl)	960,0 (Ar)	El Frijol Gana un 4% en peso en el Lavado	$A_l = 1 * F$ $A_r = 0.96 * A_l$ $F_l = F * 1.04$	$A_l = Agua de Lavado$ $A_r = Agua residual del lavado$ $F_l = Frijol lavado$
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado <b>1040,0</b> Sal <b>28,0</b> Ajo <b>25,0</b> Cebolla <b>50,0</b> Agua <b>4500,0</b>	3873,60 (Fc + Sopa)	1769,4 (Ae)	En esta etapa se realiza formulación agregando aditivos en porcentajes establecidos. Perdidas por Evaporación	$Sal = 0.028 * F$ $Ajo = 0.025 * F$ $Ceb = 0.05 * F$ $Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.4024 * Agua$ $F_c = \left( \frac{F_l + Sal + Ajo}{+Ceb + Agua - A_e} \right) * 0.6809$ $Sopa = \left( \frac{F_l + Sal + Ajo}{+Ceb + Agua - A_e} \right) * 0.319$	$A_e = Agua evaporada$ $F_c = Frijol cocido$ $Ceb = cebolla$ $F_c = Frijol Cocido$
<b>Empacado</b>	3873,60	2361,60 (Ft)	1512,00 (sopa)	Se realizó dosificación del 90% frijol cocido y 10% en sopa. Pérdidas en cantidad de sopa sin usar.	$F_t = \frac{(100 * F_c)}{90}$	$F_t = Frijol Terminado$

Fuente: Elaboración Propia

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Tabla 6.7. Balance por Etapa Frijol Rojo Seda Cocido

Etapa	Entrada (g)	Salida (g)	Perdidas (g)	Observaciones	Ecuación de Balance	Nomenclatura
<b>Recepción</b>	1000,0	1000,0			$F = Alimentacion$	$F = Frijol$
<b>Lavado</b>	1000,0 (frijol) 1000,0 (agua)	1030,0	970,0 (Ar)	El Frijol Gana un 4% en peso en el Lavado	$A_l = 1 * F$ $A_r = 0.97 * A_l$ $F_l = F * 1.03$	$A_l = Agua de Lavado$ $A_r = Agua residual del lavado$ $F_l = Frijol lavado$
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado <b>1030,0</b> Sal <b>28,0</b> Ajo <b>25,0</b> Cebolla <b>50,0</b> Agua <b>4500,0</b>	3380,75 (Fc + Sopa)	2252,25 (Ae)	En esta etapa se realiza formulación agregando aditivos en porcentajes establecidos. Perdidas por Evaporación	$Sal = 0.028 * F$ $Ajo = 0.025 * F$ $Ceb = 0.05 * F$ $Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.5005 * Agua$ $F_c = \left( \frac{F_l + Sal + Ajo}{+Ceb + Agua - A_e} \right) * 0.72$ $Sopa = \left( \frac{F_l + Sal + Ajo}{+Ceb + Agua - A_e} \right) * 0.28$	$A_e = Agua evaporada$ $F_c = Frijol cocido$ $Ceb = cebolla$ $F_c = Frijol Cocido$
<b>Empacado</b>	3832,2	2704,60 (Ft)	676,15 (sopa)	Se realizó dosificación del 90% frijol cocido y 10% en sopa. Pérdidas en cantidad de sopa sin usar.	$F_t = \frac{(100 * F_c)}{90}$	$F_t = Frijol Terminado$

Fuente: Elaboración Propia

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

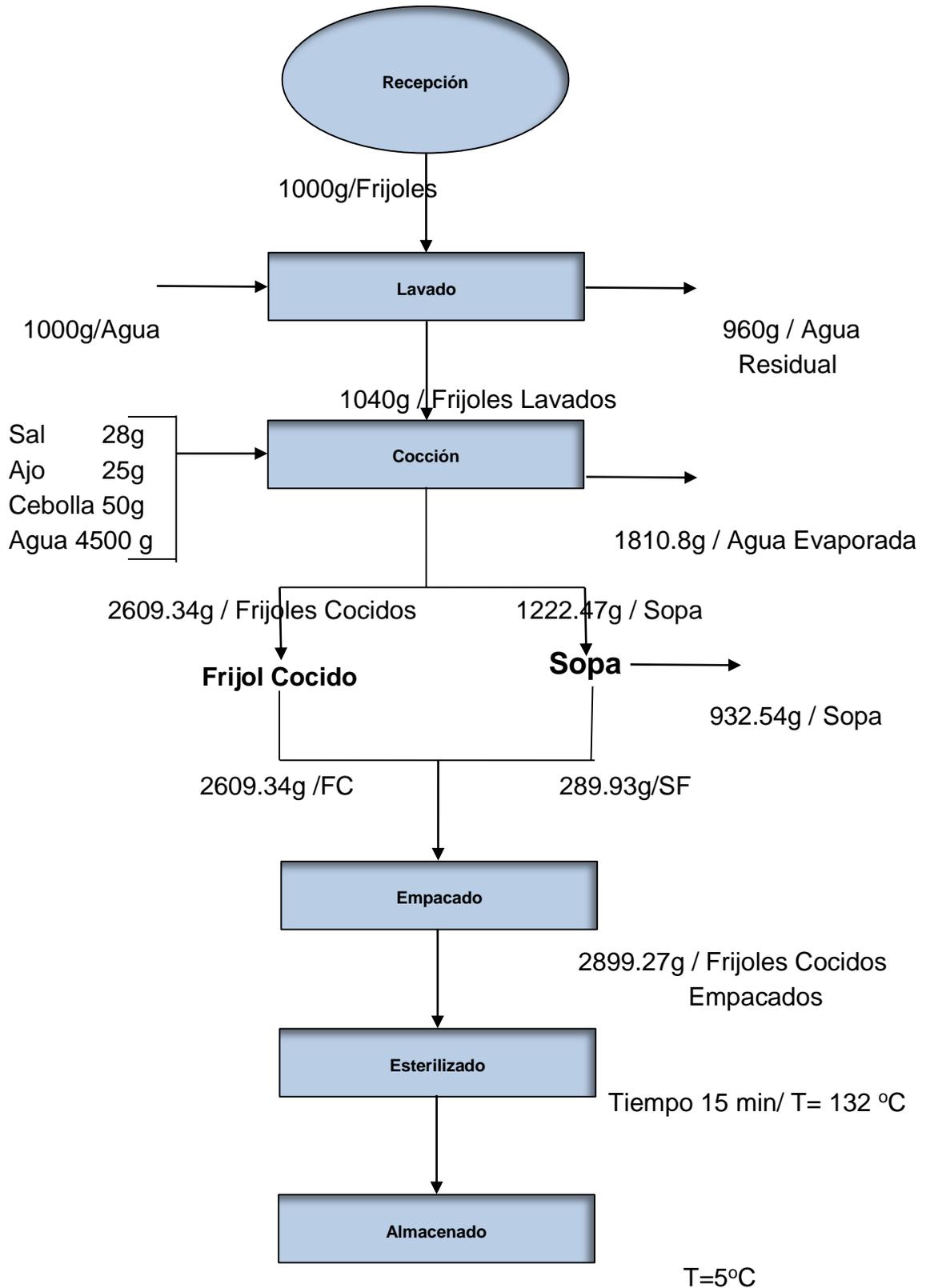


Figura 6.1 Flujograma de Balances de materiales Frijol Negro Cocido

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

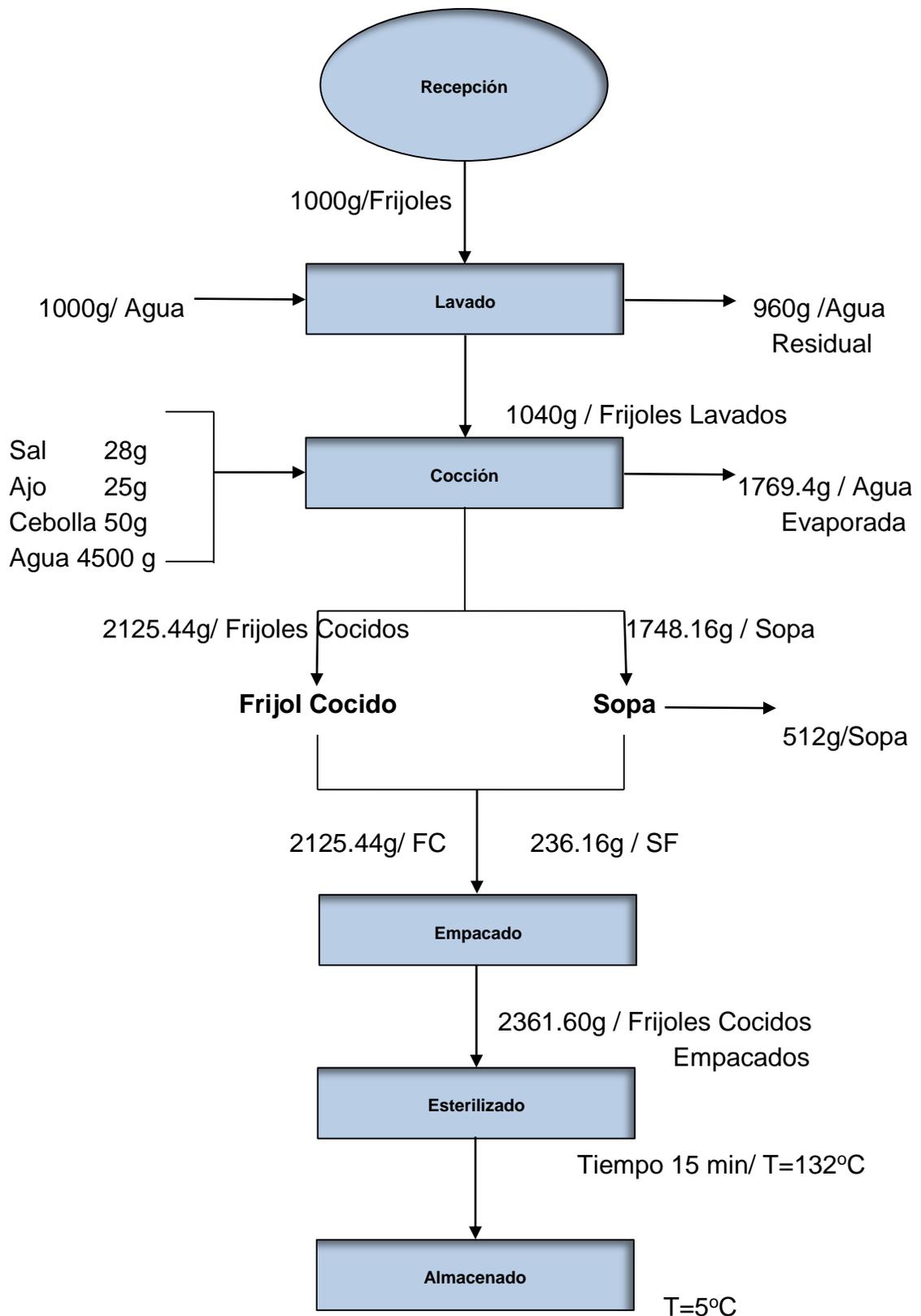


Figura 6.2. Flujograma de Balances de materiales Frijol Rojo Retinto Cocido

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

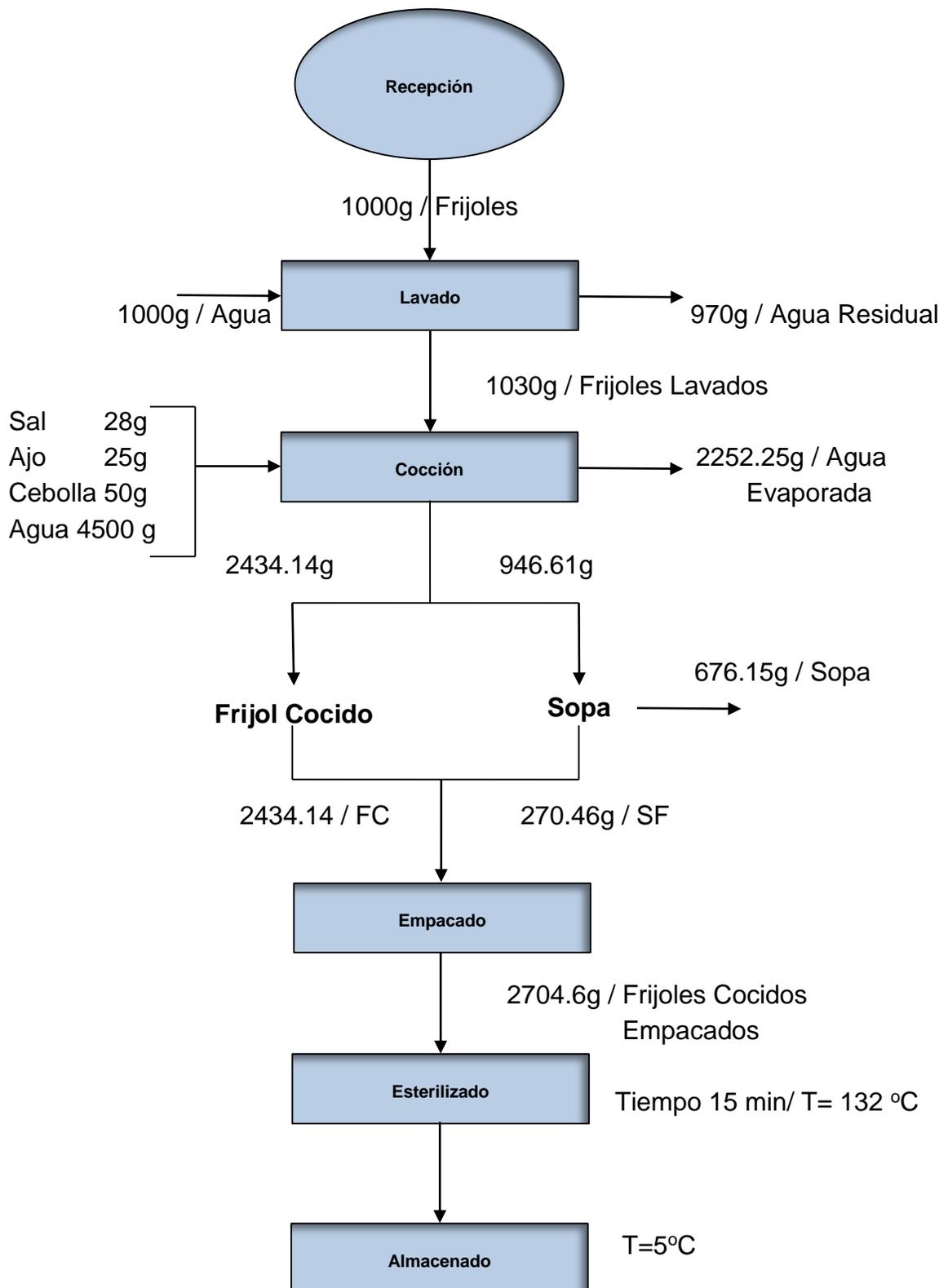


Figura 6.3. Flujo de Balances de materiales Frijol Rojo Seda Cocido

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Al momento de establecer el rendimiento de cada uno de los productos obtenidos el rango de rendimiento esta entre 236% a 289 %, considerando 1000 gramos de frijol crudo entrando al proceso. Finalmente, la formulación del producto (no el principal) se define con las siguientes características:

**Tabla 6.8.** Producto Final Frijoles Cocido.

Formulación del Producto	
Ingredientes	Porcentaje Promedio (%)
Frijoles	18,3
Agua	79,7
Ajo	0,5
Sal	0,5
Cebolla	1,0

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se establecen los datos de operación tanto de temperatura como pH para conocer estos dos parámetros. La Temperatura y Tiempo de cocción fueron dos parámetros importantes que se midieron cada 30 minuto, además del pH para el producto final.

**Tabla 6.9.** Datos de temperaturas de cocción

Variedad	Temperatura de Cocción Promedio (°C)	pH
Frijol Roso Seda	96,7	6,7
Frijol Retinto	96,6	6,5
Frijol negro	99,8	6,7

Fuente: Elaboración propia.

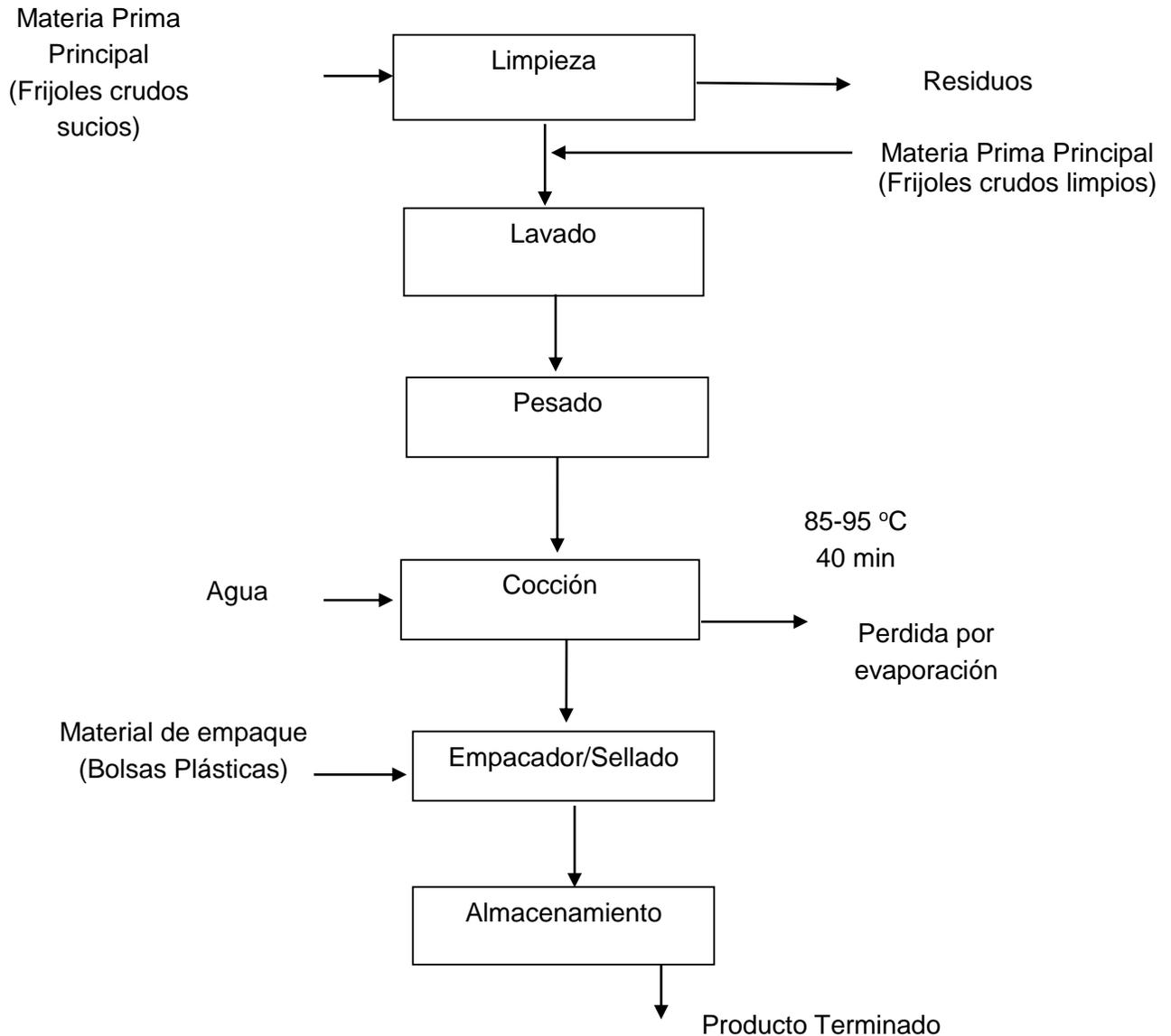
**Tabla 6.10.** Caracterización Proximal de Producto Frijoles Cocidos Rojo, Cocidos Retinto y Cocidos Negro.

Muestra	Cenizas	Humedad	Grasas	Proteínas	Fibra Total	Carbohidratos
Frijol rojo cocido	1.57 %	73.85%	0.66%	9.01%	7.69%	12.94%
Frijol negro cocido	1.30%	74.58%	0.38%	8.45%	7.20%	11.78%
Frijol retinto cocido	1.19%	76.71%	0.14%	8.38%	7.04%	10.54%
Frijol Toda Variedad Cocido (*R)	<b>1,64 %</b>	<b>78.04 %</b>	<b>0.60%</b>	<b>5.22%</b>	<b>4.30%</b>	<b>14.50%</b>

Fuente: Elaboración Propia / \*Referencia: Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. INCAP. 2012. 2da Edición.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

El siguiente diagrama representa el proceso a escala de laboratorio el proceso de formulación y elaboración de los frijoles cocidos.



**Figura 6.4.** Proceso de Cocción de Frijoles a escala de laboratorio

#### 6.4. Formulación de Producto Frijoles Molidos Con Sabores No Tradicionales

Se determinaron ocho experimentos realizados por medio del **Método factorial**  $2^k$  detallado en el capítulo 5.2 y 5.6, correspondientes a tres factores:

1. Frijoles (F), (g).
2. Especies (E), (g).
3. Sabores No Tradicionales (SNT), (g).

Obteniendo así, factores distintos a los descritos en el diseño experimental del trabajo, que son estos tres factores:

1. Frijoles (Rojo, Retinto, Negro)
2. Especies Varias
3. Sabores No Tradicionales (Humus y Paprika c Chile).

**Tabla. 6.11** Propuesta de Factores y dominio experimental

Factores		Dominio experimental	
		Nivel (-)	Nivel (+)
$X_1$ : Frijoles	%	66,0	82,0
$X_2$ : Especies	%	15,0	27,0
$X_3$ : Sabores NT (SNT)	%	3,0	7,0

Se ensayaron diferentes cantidades de materia prima, especies y sabores tradicionales, con porcentajes diferentes tanto de especies como sabores no tradicionales entre los que destacan Humus (sabor barbacoa) y Paprika con chile (sabor dulce con picante).

En este punto también se pesaron cada una de los aditivos de acuerdo a la formulación pre-establecida, para proceder a su mezcla.

Para la elaboración de este producto se plantearon ocho posibles formulaciones descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 6.12.** Formulaciones experimentales

Formulas	Matriz de experimentos			Plan de experimentación			Total %
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Frijoles %	Especies %	SNT%	
1	-	-	-	66,0	15,0	3,0	84
2	+	-	-	82,0	15,0	3,0	100
3	-	+	-	66,0	27,0	3,0	96
4	+	+	-	66,0	27,0	3,0	96
5	-	-	+	66,0	15,0	7,0	88
6	+	-	+	82,0	15,0	7,0	104
7	-	+	+	66,0	27,0	7,0	100
8	+	+	+	82,0	27,0	7,0	116

**Tabla 6.13.** Formulaciones en base a 454 g., como producto final empacado

Formulas	Cantidades			Total (g)
	Frijoles (g)	Especies (g)	SNT (g)	
1	299,6	68,1	13,62	381,36
2	372,3	68,1	13,62	454,00
3	299,6	122,6	13,62	435,84
4	299,6	122,6	13,62	435,84
5	299,6	68,1	31,78	399,52
6	372,3	68,1	31,78	472,16
7	299,6	122,6	31,78	454,00
8	372,3	122,6	31,78	526,64

De la tabla 6.13 se consideraron los valores establecidos para hacer las formulaciones de los productos y los ensayos 2,3,4,6 y 7 son los valores más próximos a una buena formulación de los productos considerando a obtener como producto final con un aproximado a 454 gramos de producto final.

## 6.5. Productos Frijoles Molidos

La base para la elaboración de los productos frijoles molidos son los productos obtenidos de frijoles cocidos, en esta etapa se obtuvieron datos importantes como tiempos, temperaturas y otros que son importantes para considerarse en los balances de materia para los productos principales frijoles molidos con sabores no tradicionales.

Los aditivos utilizados son los siguientes; sal en polvo, ajo en polvo, cebolla en polvo, sazónador completo, salsa inglesa, salsa picante, chile en polvo, aceite de canola, humus, paprika y agua. Las dosis fueron establecidas bajo la cantidad de frijoles a procesar y considerando el diseño de experimento, además de gusto y aroma como principales condiciones organolépticas de primera. Se considera que el proveedor SOL MAYA tiene todos los aditivos necesarios en calidad de deshidratados para ser utilizados en el proceso.

La tabla 6.14 detalla todos los tipos de condimentos y/o aditivos utilizados en la formulación de los productos principales.

**Tabla 6.14.** Lista de Aditivos y Dosis establecidas

Aditivos	SOL MAYA	DIMEX NICARAGUA	Supermercado	Dosis Establecidas g
Sal en Polvo	x			28,0
Ajo en Polvo	x	x		25,0
Cebolla en Polvo	x	x		50,0
Sazonador Completo	x		x	3,0
Salsa Inglesa			x	15,0
Chile en Polvo	x			10,0
Humus		x		30,0
Paprika		x		10,0
Aceite			x	15,0
Sal con Ajo	x			NSU
Sal con Cebolla	x			NSU

Fuente: Elaboración propia. NSU: No se utilizó, se duplicaba cantidad de sal si se agregaba.

Para los frijoles molidos, estos son los únicos en los que se consideró en la formulación la operación de fritado, en esta operación se elimina una buena cantidad de humedad de las muestras obtenidas una vez mezclados todos los aditivos con la muestra de frijoles. La base de cálculo para los frijoles molidos fue de una libra para ensayar las dosis de los aditivos. Se ensayaron para las 3 variedades, Especiados con Humus y Especiados con Paprika y Chile.

**Tabla 6.15.** Aditivitos en las formulaciones de Frijoles Molidos.

Variedad Rojo Seda	FC	Sopa	FMH	FMP_Ch
Base de Cálculo una libra de frijoles cocidos/Todos los aditivos en gramos				
Sal en Polvo	28,0	1,0	28,0	28,0
Ajo en Polvo	25,0		25,0	25,0
Cebolla en Polvo	50,0		50,0	50,0
Sazonador Completo	-		5,0	5,0
Salsa Inglesa	-		25,0	25,0
Chile en Polvo	-		-	10,0
Humus	-		30,0	-
Paprika	-		-	10,0
Aceite	-		15,0	15,0

Leyenda: FC: Frijoles Cocidos; FMH: Frijoles molidos con humus; FMP\_Ch: Frijoles molidos con paprika y chile. **Fuente:** Elaboración Propia.

Las siguientes tablas contienen los datos obtenidos de los balances de materia en cada etapa del proceso de elaboración de frijoles molidos con sabores no tradicionales.

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

**Tabla 6.16.** Balance por Etapa Frijol Negro Molido con Sabor

Etapa	Entrada (g)	Salida (g)	Perdidas (g)	Observaciones	Ecuación de Balance	Nomenclatura
<b>Recepción</b>	1000,0	1000,0			$F = Alimentacion$	$F = Frijol$
<b>Lavado</b>	1000,0	1040,0		El Frijol Gana un 4% en peso en el Lavado	$A_l = 1 * F$ $A_r = 0.96 * A_l$ $F_l = F * 1.04$	$A_l = Agua de Lavado$ $A_r = Agua residual del lavado$ $F_l = Frijol lavado$
<b>Cocción</b>	5540,0	4458,65	1081,35	En esta etapa se realiza formulación agregando aditivos en porcentajes establecidos. Perdidas por Evaporación	$Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.2403 * Agua$ $F_c = (F_l + (Agua - A_e)) * 0.49$ $Sopa = (F_l + (Agua - A_e)) * 0.51$	$Agua = Agua para cocción$ $A_e = Agua evaporada$ $F_c = Frijol cocido$
<b>Molido</b>	4456,87	4369,48	89,17	Se realizó dosificación del 1:1 frijol cocido: sopa. Pérdidas en cantidad de sopa sin usar.	$F_m = \frac{(100 * F_c)}{50}$ $Salsa Inglesa = 0.0125 * (Frijol + Sopa)$ $Cebolla = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Sazonador = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Chile en Polvo = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$	$F_m = Frijol molido$

Fuente: Elaboración Propia

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

**Tabla 6.17.** Balance por Etapa Frijol Rojos Retintos Molido con Sabor

Etapa	Entrada (g)	Salida (g)	Perdidas (g)	Observaciones	Ecuación de Balance	Nomenclatura
<b>Recepción</b>	1000,0	1000,0			$F = Alimentacion$	$F = Frijol$
<b>Lavado</b>	1000,0	1040,0		El Frijol Gana un 4% en peso en el Lavado	$A_l = 1 * F$ $A_r = 0.96 * A_l$ $F_l = F * 1.04$	$A_l = Agua de Lavado$ $A_r = Agua residual del lavado$ $F_l = Frijol lavado$
<b>Cocción</b>	5540,0	4458,65	1081,35	En esta etapa se realiza formulación agregando aditivos en porcentajes establecidos. Perdidas por Evaporación	$Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.2403 * Agua$ $F_c = (F_l + (Agua - A_e)) * 0.49$ $Sopa = (F_l + (Agua - A_e)) * 0.51$	$Agua = Agua para cocción$ $A_e = Agua evaporada$ $F_c = Frijol cocido$
<b>Molido</b>	4456,87	4369,48	89,17	Se realizó dosificación del 1:1 frijol cocido : sopa. Pérdidas en cantidad de sopa sin usar.	$F_m = \frac{(100 * F_c)}{50}$ $Salsa Inglesa = 0.0125 * (Frijol + Sopa)$ $Cebolla = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Sazonador = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Chile en Polvo = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$	$F_m = Frijol molido$

Fuente: Elaboración Propia

Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

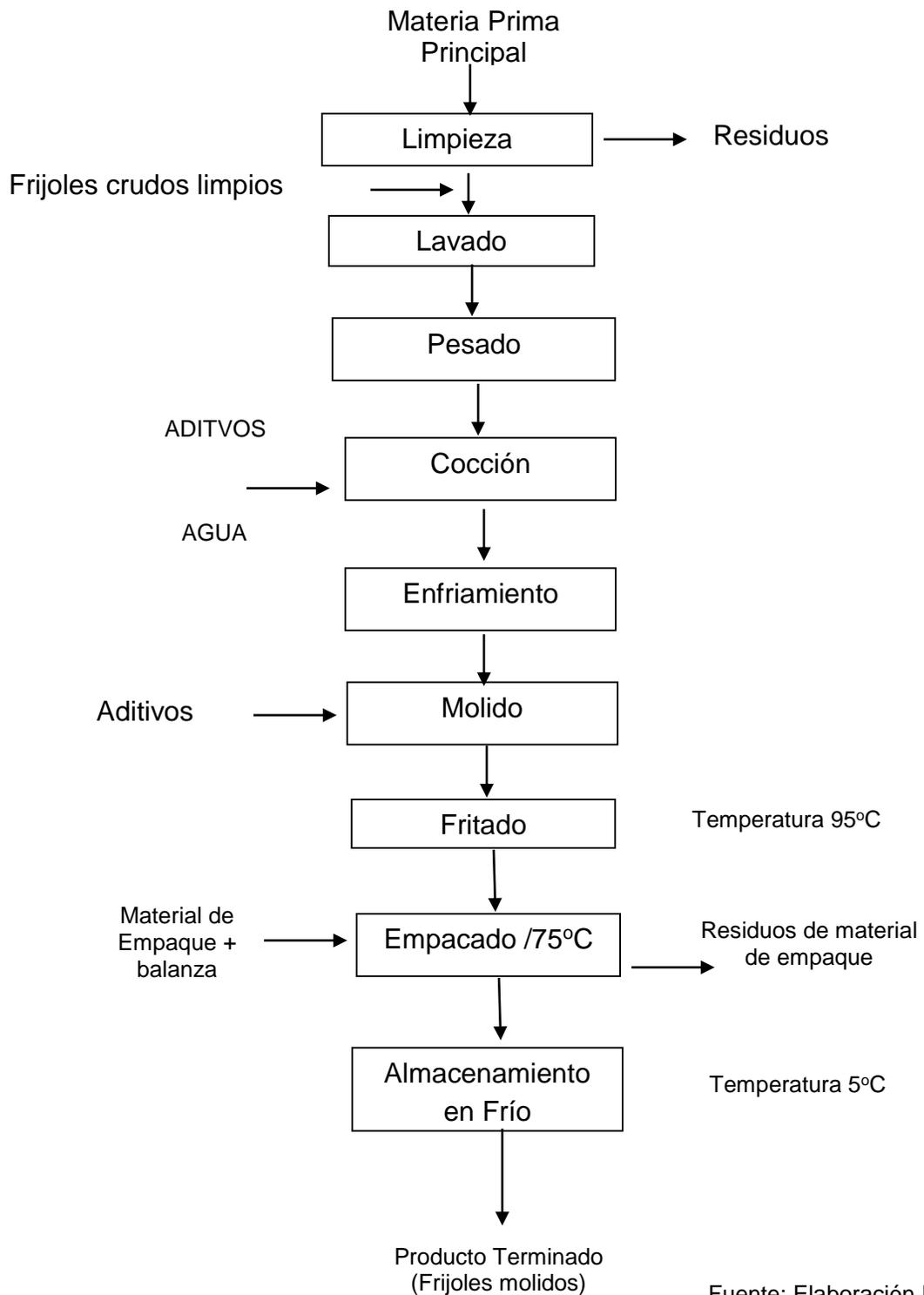
**Tabla 6.18.** Balance por Etapa Frijol Rojos Molido con Sabor

Etapa	Entrada (g)	Salida (g)	Perdidas (g)	Observaciones	Ecuación de Balance	Nomenclatura
<b>Recepción</b>	1000,0	1000,0			$F = Alimentacion$	$F = Frijol$
<b>Lavado</b>	1000,0	1040,0		El Frijol Gana un 4% en peso en el Lavado	$A_l = 1 * F$ $A_r = 0.96 * A_l$ $F_l = F * 1.04$	$A_l = Agua de Lavado$ $A_r = Agua residual del lavado$ $F_l = Frijol lavado$
<b>Cocción</b>	5540,0	4458,65	1081,35	En esta etapa se realiza formulación agregando aditivos en porcentajes establecidos. Perdidas por Evaporación	$Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.2403 * Agua$ $F_c = (F_l + (Agua - A_e)) * 0.49$ $Sopa = (F_l + (Agua - A_e)) * 0.51$	$Agua = Agua para cocción$ $A_e = Agua evaporada$ $F_c = Frijol cocido$
<b>Molido</b>	4456,87	4369,48	89,17	Se realizó dosificación del 1:1 frijol cocido : sopa. Pérdidas en cantidad de sopa sin usar.	$F_m = \frac{(100 * F_c)}{50}$ $Salsa Inglesa = 0.0125 * (Frijol + Sopa)$ $Cebolla = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Sazonador = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Chile en Polvo = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$	$F_m = Frijol molido$

Fuente: Elaboración Propia

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

El siguiente diagrama de flujo representa las operaciones realizadas para la obtención de los productos principales y sus condiciones de operación.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 6.5.** Diagrama de bloque elaboración de frijoles molidos

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

La información de las tablas 6.19 y 6.20 representan los resultados de la caracterización tanto proximal y fisicoquímica de los productos terminados principales, con sabores no tradicionales (Paprika con Chile y Humus).

**Tabla 6.19.** Análisis Proximal para frijoles molidos por métodos proximales en 100g de muestra

Muestra	Cenizas	Humedad	Grasas	Proteína	Fibra Total	Carbohidratos
Frijoles Negros Molidos C/ Paprika y Chile	2.38%	71.03%	0.32%	8.62%	9.50%	11.47%
Frijoles Rojos Molidos C/ Paprika y Chile	2.01%	70.48%	0.19%	8.15%	8.20%	10.97%
Frijoles Retinto Molidos C/ Paprika y Chile	1.90%	71.81%	0.35%	7.98%	8.01%	9.95%
Frijoles Negros Molidos C/ Humus	0.98%	76.44%	0.20%	7.45%	7.60%	7.53%
Frijoles Rojos Molidos C/ Humus	0.89%	68.73%	0.17%	7.89%	8.50%	13.82%
Frijoles Retinto Molidos C/ Humus	1.00%	70.22%	0.21%	9.01%	8.10%	11.57%

Fuente: Elaboración Propia

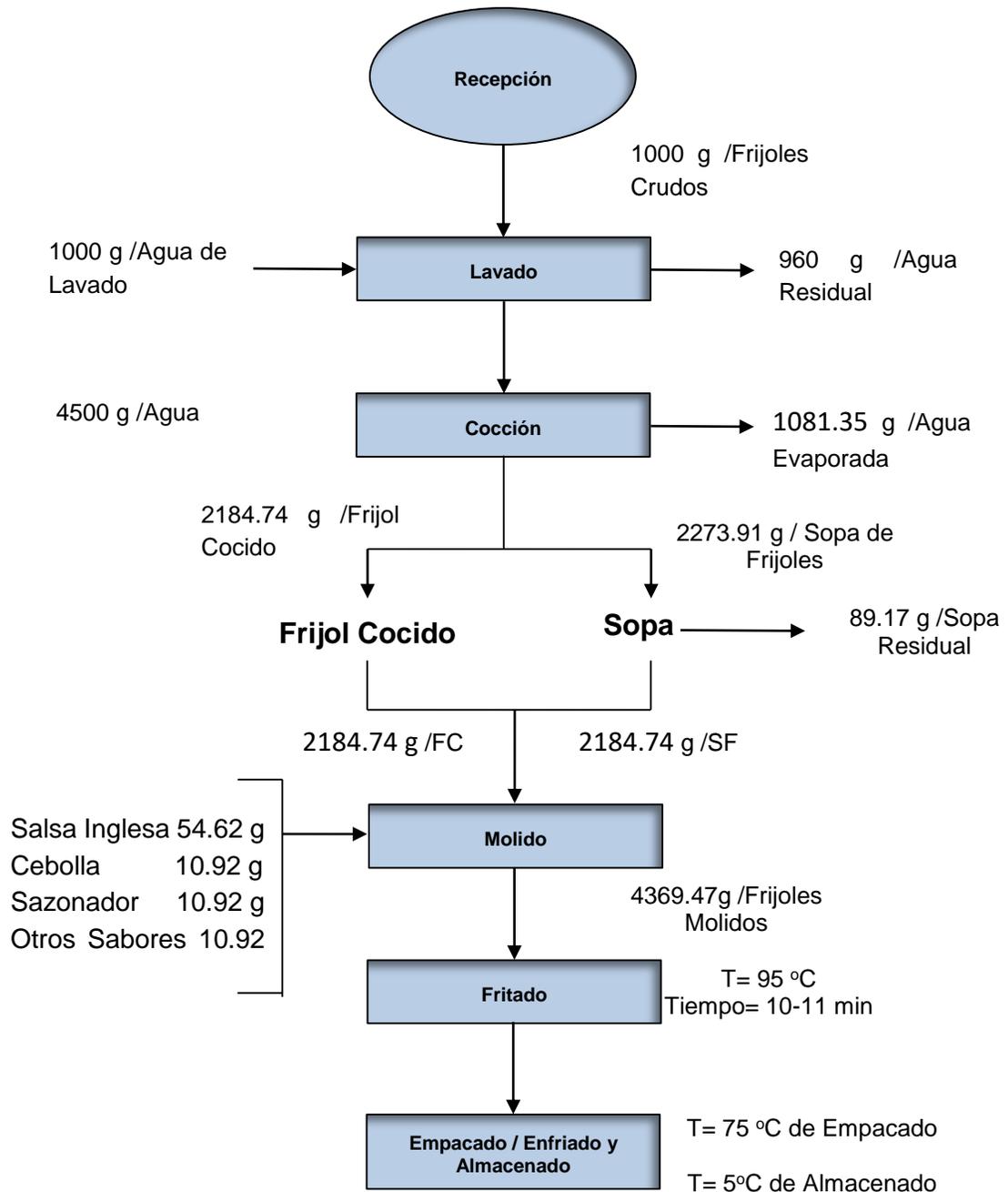
**Tabla 6.20.** Análisis Fisicoquímicos para frijoles molidos en 100g de muestra

Muestra	°Brix	PH	Consistencia(30seg)	Acidez Titulable
Frijoles Negros Molidos C/ Paprika y Chile	15	5.49	0.9	1.17%
Frijoles Rojos Molidos C/ Paprika y Chile	15.5	5.39	0.5	1.67%
Frijoles Retinto Molidos C/ Paprika y Chile	15	5.34	1	1.24%
Frijoles Negros Molidos C/ Humus	15.2	5.04	0.9	1.45%
Frijoles Rojos Molidos C/ Humus	19	5.04	0.4	1.37%
Frijoles Retinto Molidos C/ Humus	15	5.06	0.8	1.35%

Fuente: Elaboración Propia

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

La figura siguiente es el flujograma de balance de materiales para los productos finales donde se muestra a través del mismo los detalles de las cantidades obtenidas por cada producto final con sabores no tradicionales.



**Figura 6.6.** Flujograma Balance de Materiales de Frijoles Molidos con Sabores

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

El siguiente diagrama se incluye tanto la cocción como la preparación de los frijoles molidos especiados con diferentes materiales, detallando el flujo total del proceso con sus parámetros de operación y control, siendo dos puntos principales a considerar de control, la cocción y el fritado para obtener la mejor calidad de los productos.

El control de temperatura para obtener el punto exacto de cocimiento y fritado, incluye el tiempo establecido para llegar y mantener la temperatura y lograr el objetivo.

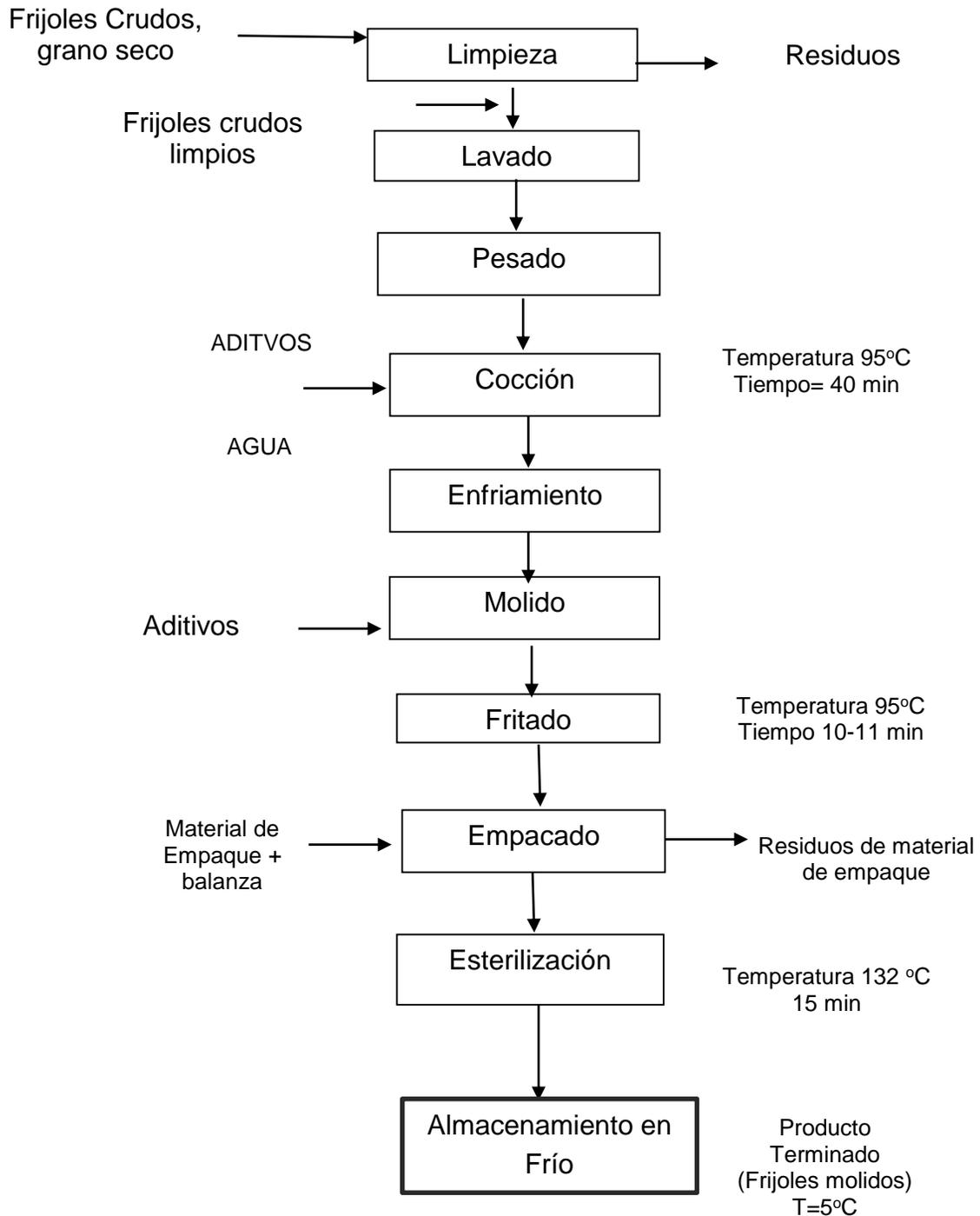
La dosis establecida de los aditivos y materia prima principal está en base al diseño de experimento, aunque este último fue establecido fijando una base de cálculo para hacer todas las posibles mezclas indicadas por el diseño de experimentos



**Figura 6.7.** Productos procesados frijoles molidos con sabores

Al momento de establecer el rendimiento de cada uno de los productos obtenidos el rango de rendimiento esta entre 437% a 446%, considerando 1000 gramos de frijol crudo entrando al proceso.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales



**Figura 6.8.** Proceso de Cocción y Preparación de Frijoles Molidos a escala de laboratorio

**Tabla 6.21.** Caracterización Microbiológica de Producto Frijoles Molidos Fritos

Parámetros	Unidad	Variedad Rojo Seda / Molidos Fritos	Variedad Retintos / Molidos Fritos	Variedad Negro / Molidos Fritos	Referencia *Toda Variedad Molidos Fritos
<b>Microbiológicos</b>					
Cuenta Total	UFC/100 mL	< 1*10 <sup>1</sup>	< 1*10 <sup>1</sup>	< 1*10 <sup>1</sup>	NRR
Mohos	UFC/100 mL	< 1*10 <sup>1</sup>	< 1*10 <sup>1</sup>	< 1*10 <sup>1</sup>	NRR
Levaduras	UFC/100 mL	< 1*10 <sup>1</sup>	< 1*10 <sup>1</sup>	< 1*10 <sup>1</sup>	NRR
Coli Totales	UFC/100 mL	< 3	< 3	< 3	NRR

Fuente: Elaboración Propia. \*: Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. INCAP. 2012. 2da Edición. NRR: No Reporta la Referencia.

Los resultados microbiológicos indican que no hubo crecimiento de microorganismos que pudieran afectar el producto final, se considera que se tomaron todas las medidas de higiene al realizar todos los productos.

La comparación entre los resultados fisicoquímicos tanto de la materia prima, así como los productos terminados, aun los que no son principales como los frijoles cocidos, así como los productos principales, con sabores no tradicionales, (HUMUS y Paprika y Chile), nos dará el efecto de como la transformación ha incidido en sus características nutritivas o características bromatológicas.

Las siguientes tablas muestran estos efectos, aumento o disminución de las mismas o se mantienen y además con productos ya en el mercado a como lo son los productos similares a estos dos productos con sabores no tradicionales desarrollados.

Según los resultados de los análisis de laboratorio para cada uno de los productos y de acuerdo a su comparación, el impacto de la transformación se considera no de contundencia en cuanto a cambios representativos, los valores obtenidos tienden a un ligero cambio tanto por debajo como por encima del valor de referencia, esto significa que los sabores no tradicionales se logran sentir y que las características bromatológicas se mantienen a pesar del proceso de transformación de que sufrió la materia prima. En este caso también es de suma importancia controlar las temperaturas y tiempos de cocción y fritura de los mismos para lograr mantener sus características organolépticas y bromatológicas.

**Tabla 6.22.** Comparativo de Resultados de análisis Fisicoquímicos para productos terminados. Variedad Rojo Seda

Nro.	Parámetros	Frijoles Crudos	Frijoles Cocidos	1	2	Referencias Toda Variedad Grano seco	Referencias Toda Variedad Cocido	Referencias Toda Variedad Refrito Envasado
1	Cenizas	3.34%	1.57 %	0.89%	2.01%	<b>3,83 %</b>	<b>1,64 %</b>	<b>1,75 %</b>
2	Humedad	11.93%	73.85%	68.73%	70.48%	<b>11,75%</b>	<b>78.04 %</b>	<b>75,97 %</b>
3	Grasas	0.11%	0.66%	0.17%	0.19%	<b>0,83 %</b>	<b>0.60%</b>	<b>1,26 %</b>
4	Proteínas	21.40%	9.01%	7.89%	8.15%	<b>23,58 %</b>	<b>5.22%</b>	<b>5,49 %</b>
5	Fibra Total	15.12%	7.69%	8.50%	8.20%	<b>24,90 %</b>	<b>4.30%</b>	<b>5,30 %</b>
6	Carbohidratos	48.10%	12.94%	13.82%	10.97%	<b>60,01 %</b>	<b>14.50%</b>	<b>15,53 %</b>

1: Rojo Molido con Humus; 2: Rojo Molido con Paprika y Chile

\*Referencia: Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. INCAP. 2012. 2da Edición

**Tabla 6.23.** Comparativo de Resultados de análisis Fisicoquímicos para productos terminados. Variedad Rojo Retinto

Nro.	Parámetros	Frijoles Crudos	Frijoles Cocidos	1	2	Referencias Toda Variedad Grano seco	Referencias Toda Variedad Cocido	Referencias Toda Variedad Refrito Envasado
1	Cenizas	3.05%	1.19%	1.00%	1.90%	<b>3,83 %</b>	<b>1,64 %</b>	<b>1,75 %</b>
2	Humedad	11.78%	76.71%	70.22%	71.81%	<b>11,75%</b>	<b>78.04 %</b>	<b>75,97 %</b>
3	Grasas	1.10%	0.14%	0.21%	0.35%	<b>0,83 %</b>	<b>0.60%</b>	<b>1,26 %</b>
4	Proteínas	22.70%	8.38%	9.01%	7.98%	<b>23,58 %</b>	<b>5.22%</b>	<b>5,49 %</b>
5	Fibra Total	16.54%	7.04%	8.10%	8.01%	<b>24,90 %</b>	<b>4.30%</b>	<b>5,30 %</b>
6	Carbohidratos	44.83%	10.54%	11.57%	9.95%	<b>60,01 %</b>	<b>14.50%</b>	<b>15,53 %</b>

1: Retinto Molido con Humus; 2: Retinto Molido con Paprika y Chile

\*Referencia: Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. INCAP. 2012. 2da Edición

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

**Tabla 6.24.** Comparativo de Resultados de análisis Físicoquímicos para productos terminados. Variedad Negro

#	Parámetros	Frijoles Crudos	Frijoles Cocidos	1	2	Referencias Toda Variedad Grano seco	Referencias Toda Variedad Cocido	Referencias Toda Variedad Refrito Envasado
1	Cenizas	3.47%	1.30%	0.98%	2.38%	<b>3,83 %</b>	<b>1,64 %</b>	<b>1,75 %</b>
2	Humedad	11.82%	74.58%	76.44%	71.03%	<b>11,75%</b>	<b>78,04 %</b>	<b>75,97 %</b>
3	Grasas	0.58%	0.38%	0.20%	0.32%	<b>0,83 %</b>	<b>0,60%</b>	<b>1,26 %</b>
4	Proteínas	22.03%	8.45%	7.45%	8.62%	<b>23,58 %</b>	<b>5,22%</b>	<b>5,49 %</b>
5	Fibra Total	18.40%	7.20%	7.60%	9.50%	<b>24,90 %</b>	<b>4,30%</b>	<b>5,30 %</b>
6	Carbohidratos	43.70%	11.78%	7.53%	11.47%	<b>60,01 %</b>	<b>14,50%</b>	<b>15,53 %</b>

**1: Negro Molido con Humus; 2: Negro Molido con Paprika y Chile**

\*Referencia: Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. INCAP. 2012. 2da Edición.

## VII. EVALUACIÓN SENSORIAL PANEL INEXPERTOS

Los primeros ensayos de formulación tuvieron como resultados la elaboración de productos cocidos y preparados con especias, Frijoles cocidos y Frijoles molidos especiados y especiados con chile. También fueron ensayados a escala de laboratorio dos productos con sabores no tradicionales en el caso de productos a base de frijoles como son los sabores humus y paprika con chile.

La evaluación sensorial estuvo a cargo de los tesisistas y tutora de este trabajo de culminación de estudios, considerando una evaluación sencilla donde los atributos considerados principalmente fueron Sabor, Olor, Textura y otros sabores como lo es Paprika y chile que se considera dulce y picante. El equipo evaluador estuvo compuesto por doce participantes tanto internos como invitados externos de la universidad y se obtuvieron los siguientes resultados.

Con respecto a los productos cocidos, teniendo como base una muestra de frijoles cocidos de las tres variedades en estudio, Rojo Seda, Retinto y Negro.

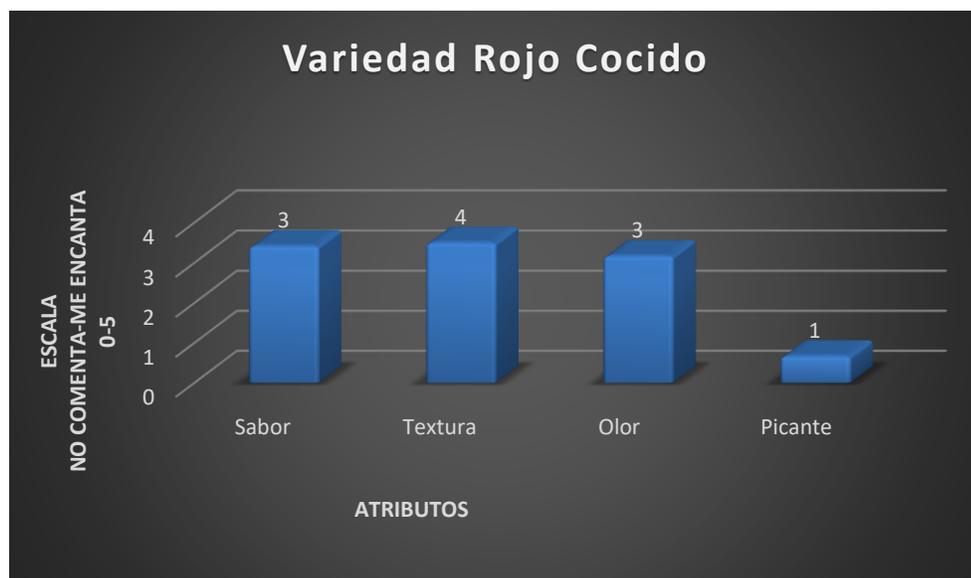


Figura 7.1. Escala de Aceptación de Frijoles Cocidos Rojo Seda.

En este caso el valor cero fue dado cuando no tenían comentario sobre cada atributo, y 5 para cuando el evaluador consideraba de su total agrado. En

promedio todos los atributos para esta variedad fueron aceptada, a excepción del sabor picante que valoraron o consideraron que no tenían sabor picante.



Figura 7.2. Escala de Aceptación de Frijoles Cocidos Retinto.

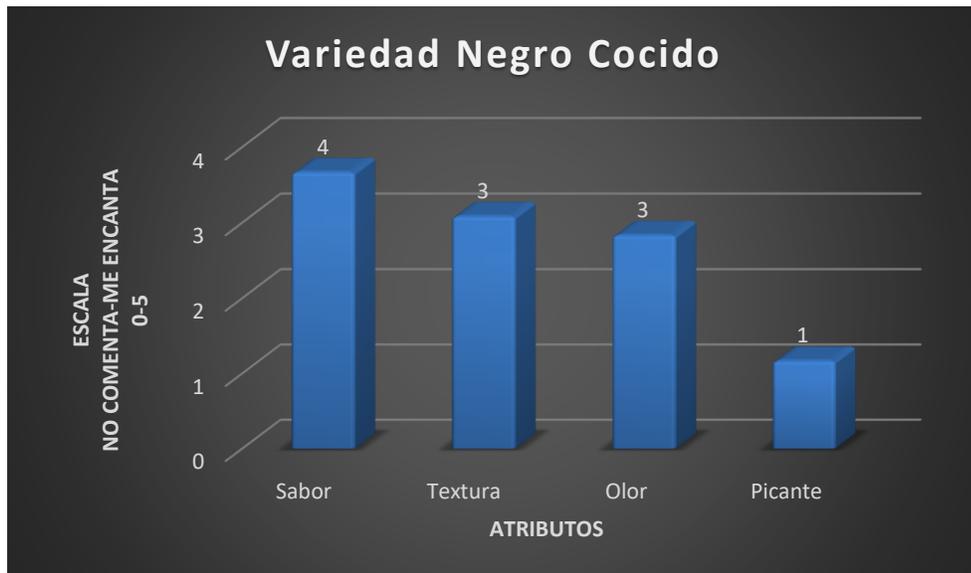


Figura 7.3. Escala de Aceptación de Frijoles Cocidos Negro.

El comportamiento en promedio de los evaluadores fue de la misma manera que la variedad rojo seda para estas otras dos variedades. Sabor, textura y olor fueron de muy agradables según la escala de este proceso de evaluación.



**Figura 7.4.** Mesa de muestras dispuestas para la evaluación de los Productos elaborados a escala de Laboratorio.

Los resultados para las muestras de frijoles molidos en los diferentes sabores obtenidos se presentan a continuación.



**Figura 7.5.** Evaluación de la muestra de Frijoles Retintos Molidos + Humus

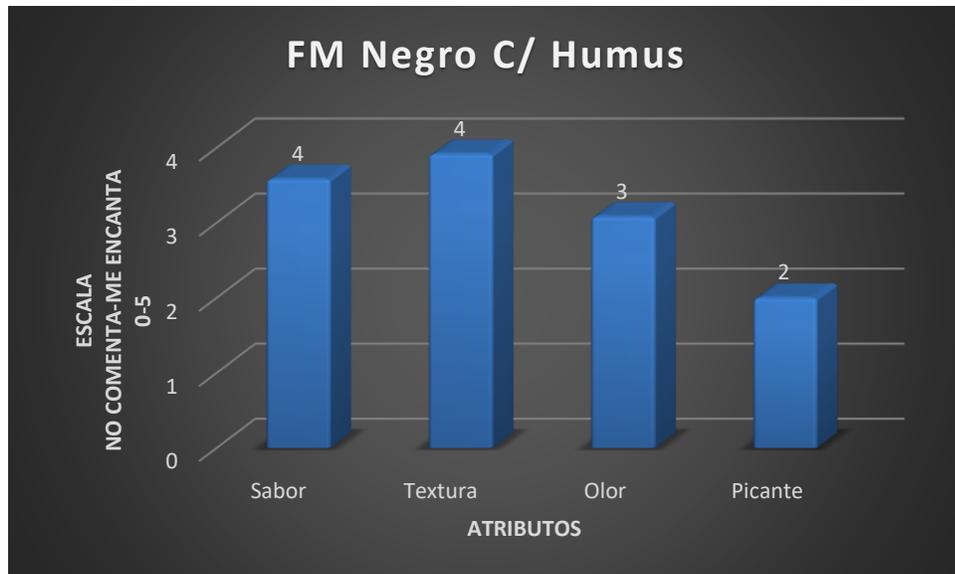


Figura 7.6. Evaluación de la muestra de Frijoles Negros Molidos + Humus

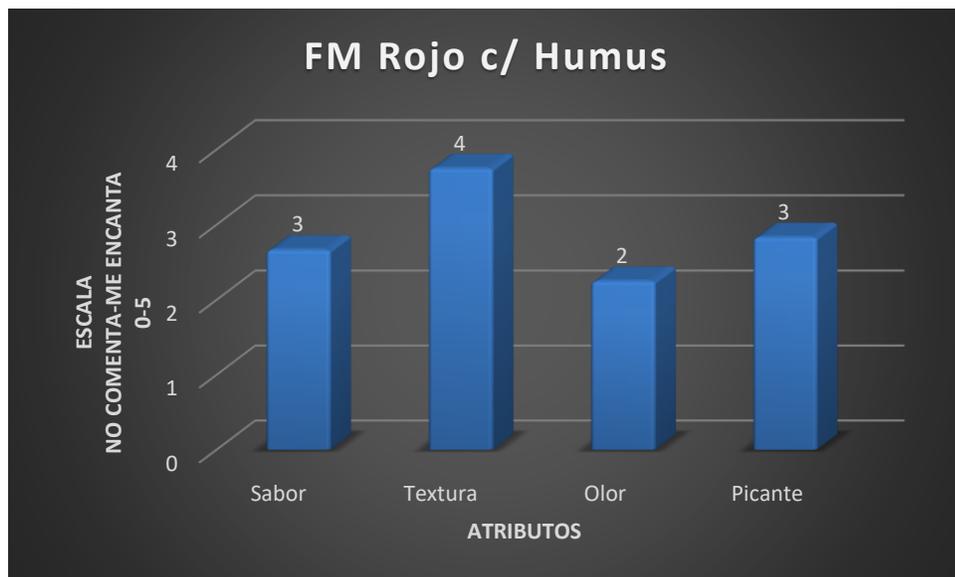


Figura 7.8. Evaluación de la muestra de Frijol Rojo Molido + Humus

Estas formulaciones de igual manera fueron muy bien aceptadas por el equipo panel inexpertos y estuvieron por encima del valor promedio de 3 y esta formulación y ejecución de la elaboración a una escala más grande estará en dependencia de la empresa si considera la puesta en marcha a escala industrial.

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Otro de los sabores no tradicionales considerados en este desarrollo de formulaciones fueron los de Paprika con chile de igual manera no es un sabor considerado para frijoles, pero fue probado y se obtuvo una buena aceptación del mismo.

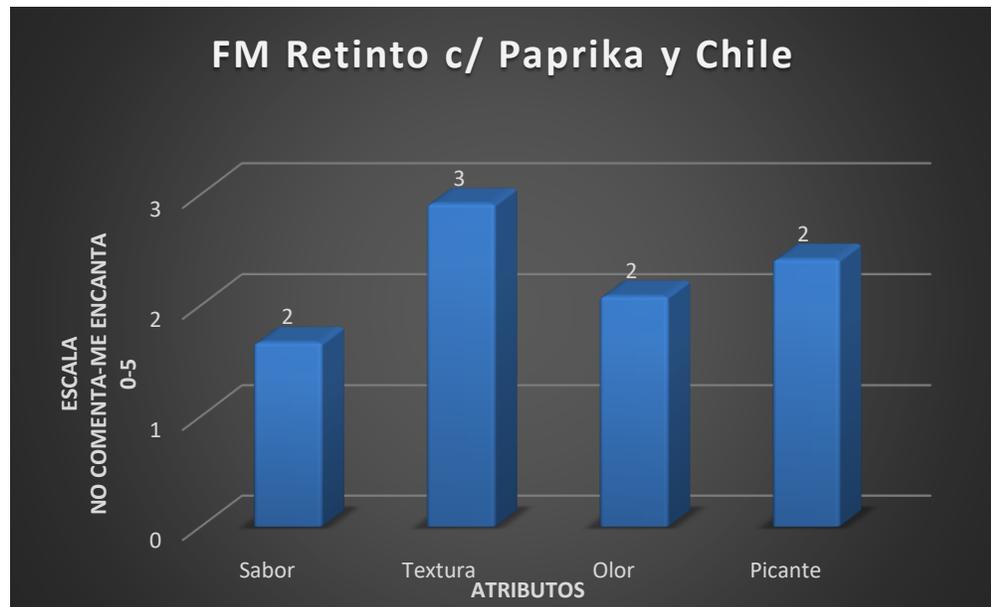


Figura 7.9. Evaluación de la muestra de Frijol Retinto Molido Paprika + Chile

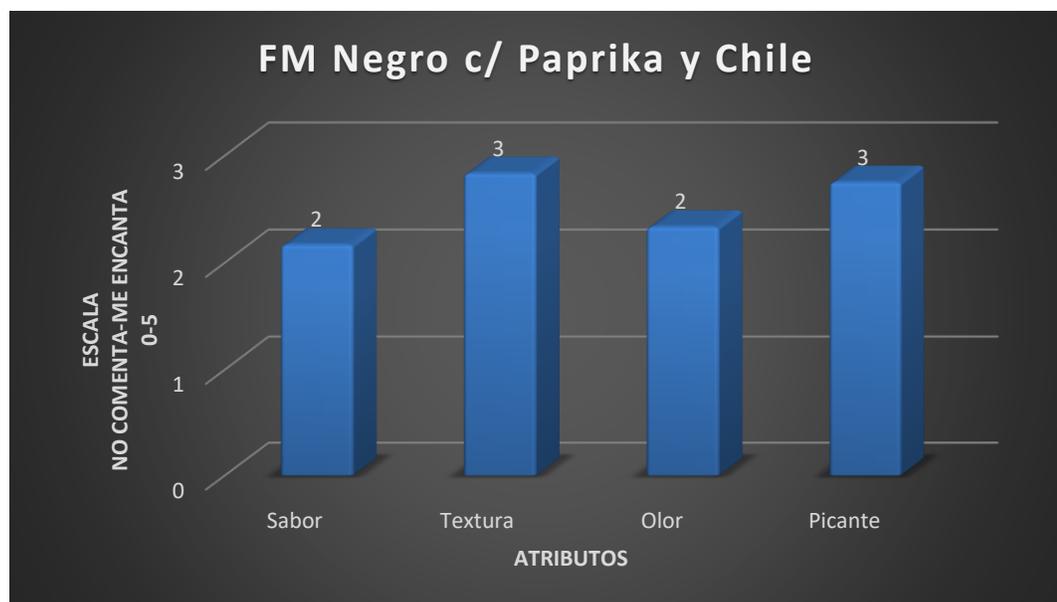


Figura 7.10. Evaluación de la muestra de Frijol Negro Molido Paprika + Chile



**Figura 7.11.** Evaluación de la muestra de Frijol Rojo Molido Paprika + Chile

Todas las muestras evaluadas en general tuvieron muy buena aceptación, esta formulación si algún emprendedor considera para proyectar a futuro estos productos tendría que redefinir las muestras finales para establecer una formulación definitiva tanto para frijoles cocidos como para frijoles molidos especiados con sabores no tradicionales.

## VIII. CONCLUSIONES

Se logró formular bajo un diseño de experimentos, donde se establecen las diferentes proporciones de materiales, dos productos a base de frijoles con sabores no tradicionales, humus y paprika con chile, considerando tres variedades de frijoles que se producen y comercializan en el país. Para llegar a las formulaciones se consideraron también varios procesos en los que destacan tratamientos térmicos (cocción y fritura), como parte de las operaciones que se desarrollaron para lograr los productos con sabores no tradicionales.

La caracterización proximal para conocer parte de la calidad nutricional se llevó a cabo para las tres variedades de frijoles, como grano seco, con las que se desarrolló este estudio y bajo la capacidad encontrada en laboratorio de alimentos de la Facultad de Ingeniería Química, donde se analizaron los siguientes parámetros: Cenizas, Humedad, Grasas, Proteínas, Fibra Total y Carbohidratos, los rangos para las tres variedades se establecieron a como sigue: 3-3,5%; 11,5-12%; 0,1-1,1%; 21-23%; 15-19% y 43-49% respectivamente y comparando con valores de referencias de estudios regionales (INCAP, 2012), estos valores determinados están entre los rangos de estas referencias.

Las formulaciones se establecieron bajo el diseño de experimento y su plan de experimentación donde se planteó la proporción de cada parte de los factores contemplado en dicho diseño, los factores fueron: Frijoles, Especies y Sabores No Tradicionales, estos fueron proporcionados tanto en cantidades altas y/o bajas, para determinar cuál de los 8 experimentos con cada variedad era la adecuada según la formulación base de 454 gramos. Para cada variedad se hicieron 8 experimentos resultando las formulaciones 2 y 7 exactas en cantidades y las formulaciones 3, 4 y 6 ligeramente por debajo y por encima de los 454 gramos, siendo estas últimas también útiles para los productos con sabores no tradicionales.

En el desarrollo de las formulaciones se establecieron los balances de materiales bajo una base de cálculo de 1000 gramos de materia prima principal (frijoles). Según el proceso de elaboración se establecieron las operaciones de limpieza, selección y lavado antes de la etapa de cocción, luego le siguen las etapas enfriamiento, molido, fritado y finalmente empacado, en las etapas de cocción y fritado bajo control de temperatura y tiempo para evitar inconvenientes en las mismas. Los rendimientos estuvieron en rangos 436% a 446%, es decir por cada

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

kilogramo de frijoles procesados se obtuvieron 4,4 kilogramos aproximadamente de frijoles molidos con sabores no tradicionales.

Finalmente, en cuanto al efecto de la transformación de la materia prima a producto final con sabores no tradicionales los parámetros ensayados en ambos casos fueron grasas totales, cenizas, fibra total, carbohidratos, humedad y proteínas, un análisis proximal para alimentos, los mismos no tuvieron un impacto que los mantuviera alejados o diferentes, se puede decir que las características se mantiene cercanas a pesar de los efectos de la transformación, bajo controles de tiempo y temperatura en los procesos de mayor control como lo son la cocción y el fritado.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Para el caso de los análisis fisicoquímicos o bromatológicos se recomienda la realización total de todos los parámetros nutricionales ya que los que se lograron hacer con la capacidad instalada en laboratorio de alimentos de la FIQ fueron solamente los análisis proximales y microbiológicos. Esto daría un mayor valor agregado al diseño de los productos a base de frijoles con otros sabores.

Con este estudio se puede establecer un proceso de escalamiento con más cantidades de materia prima, se toma como base el balance de materiales y se proyecta a mayor escala la cantidad de materiales utilizados en dicho estudio, en caso de que se considerará como base de estudio los resultados finales de este trabajo.

## X. BIBLIOGRAFIA

*Arauz Rizo, M. A. López L. S.G., (2016). Desarrollo de Productos a partir de los Residuos Sólidos Generados por la fabricación de Leche de Soja en la PYME NATUGREEN.*

*Barbosa G, V. H. (2000). Deshidratación de Alimentos. Zaragoza, España: ACRIBA.*

*Espinoza Vanegas, W L. (2016). Desarrollo de una tecnología del procesamiento de frijol en polvo deshidratado.*

*Fennema, O. (1993). Química de los alimentos. Acribia S.A*

*García, C. M. (2003). Una propuesta para la producción local de semilla de calidad para pequeños agricultores. San José, Costa Rica: PRIAG.*

*Greenfield, H. & Southgate, D. (2006) Datos de composición de alimentos (2<sup>da</sup> edición ed.) (O. d Alimentación, Ed.) Roma, Italia: Elsevier Science Publishers.*

*H. F. (1991) Análisis moderno de los alimentos. Zaragoza, España: Acribia.*

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá / Organización Panamericana de la Salud. INCAP/OPS, (2012). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. 2da Edición/Tercera Reimpresión.*

*Juliarena, P., & Gratton, R. (s.f) Generalidades sobre alimentos: Calorimetría directa. Universidad Nacional de centro de Provincia, Tecnología, ambiente y sociedad, Buenos Aires.*

*Rodas Chungata, L.R, (2013) Determinación de fibra en Pan integral Procedente de panaderías artesanales. Cuenca-Ecuador: Universidad del Azuay.*

Rosas, J. C. (2003). *El cultivo del frijol común en América Tropical*. Honduras: Zamorano Academic Press.

Rojas, L. (2002). *FAO Procesamiento*. Retrieved Enero 10, 2016, from [www.fao.org/inpho/library](http://www.fao.org/inpho/library) .

Solís Reyes., A. P. González Valdivia., A. J. (2019). Escalamiento del Proceso de Elaboración de Barras Energéticas a Base de Maíz, Cocoa, Ajonjolí y Maní.

Universidad Nacional Autónoma de México (2008) Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. Recuperado el 9 de Mayo de 2018, de [http://depa.fquim.unam.mx//amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS\\_12286.pdf](http://depa.fquim.unam.mx//amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf).

Universidad Nacional Autónoma de México (2008) Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos.

Zumbado, H (2005). Análisis químicos de los alimentos, métodos clásicos. Instituto de Farmacias y alimentos, La Habana, Cuba: Universidad de la Habana.

## **XI. ANEXOS**

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 1. Balance por etapas Frijol Rojo Cocido con datos de Eficiencia

Etapa	Entrada		Salida		Perdidas		Ecuación
<b>Recepción</b>	Alimentación	1000				0	$F = Alimentación$
				1000			
<b>Lavado</b>	Agua	1000					$Al = 1 * F$
	Frijol	1000					
					Agua Residual	970	$Ar = 0.97 * Al$
							$Fl = F * 1.03$
				Frijol Lavado	1030		
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado	1030					$Sal = 0.028 * F$ $Ajo = 0.025 * F$ $Ceb = 0.05 * F$ $Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.5005 * Agua$ $F_c = (Fl + Sal + Ajo + Ceb + Agua - A_e) * 0.72$ $Sopa = (Fl + Sal + Ajo + Ceb + Agua - A_e) * 0.28$
	Sal	28					
	Ajo	25					
	Cebolla	50					
	Agua	4500					
					Agua Evaporada	2252.25	
				Frijol Cocido	2434.14		
				Sopa	946.61		
<b>Empacado</b>	Frijol	2434.14					$F_t = \frac{(100 * F_c)}{90}$
	Sopa	270.46					
					Sopa	676.15	
<b>Eficiencia</b>	2.70						

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 2. Balance por etapas Frijol Retinto Cocido con datos de Eficiencia

Etapa	Entrada	Salida	Perdidas	Ecuación		
<b>Recepción</b>	Alimentación	1000		0	$F = Alimentación$	
			1000			
<b>Lavado</b>	Agua	1000			$Al = 1 * F$	
	Frijol	1000			$Ar = 0.97 * Al$	
				Agua Residual	960	$Fl = F * 1.04$
			Frijol Lavado	1040		
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado	1040			$Sal = 0.028 * F$ $Ajo = 0.025 * F$ $Ceb = 0.05 * F$ $Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.3932 * Agua$ $F_c = (Fl + Sal + Ajo + Ceb + Agua - A_e) * 0.5487$ $Sopa = (Fl + Sal + Ajo + Ceb + Agua - A_e) * 0.4513$	
	Sal	28				
	Ajo	25				
	Cebolla	50				
	Agua	4500				
				Agua Evaporada		1769.4
			Frijol Cocido	2125.44		
			Sopa	1748.16		
<b>Empacado</b>	Frijol	2125.44			$F_t = \frac{(100 * F_c)}{90}$	
	Sopa	236.16				
				Sopa		1512.00
<b>Eficiencia</b>	2.36					

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 3. Balance por etapas Frijol Negro Cocido Con Datos de Eficiencia

Etapa	Entrada	Salida	Perdidas	Ecuación		
<b>Recepción</b>	Alimentación	1000		0	$F = Alimentación$	
			1000			
<b>Lavado</b>	Agua	1000			$Al = 1 * F$	
	Frijol	1000			$Ar = 0.97 * Al$	
				Agua Residual		960
						$Fl = F * 1.04$
			Frijol Lavado	1040		
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado	1040			$Sal = 0.028 * F$ $Ajo = 0.025 * F$ $Ceb = 0.05 * F$ $Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.4024 * Agua$ $F_c = (Fl + Sal + Ajo + Ceb + Agua - A_e) * 0.6809$ $Sopa = (Fl + Sal + Ajo + Ceb + Agua - A_e) * 0.319$	
	Sal	28				
	Ajo	25				
	Cebolla	50				
	Agua	4500				
				Agua Evaporada		1810.8
			Frijol Cocido	2609.34		
			Sopa	1222.47		
<b>Empacado</b>	Frijol	2609.34			$F_t = \frac{(100 * F_c)}{90}$	
	Sopa	289.93				
				Sopa		932.54
<b>Eficiencia</b>	2.90					

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 4. Balance por etapas Frijol Retinto Molido Con Datos de Eficiencia

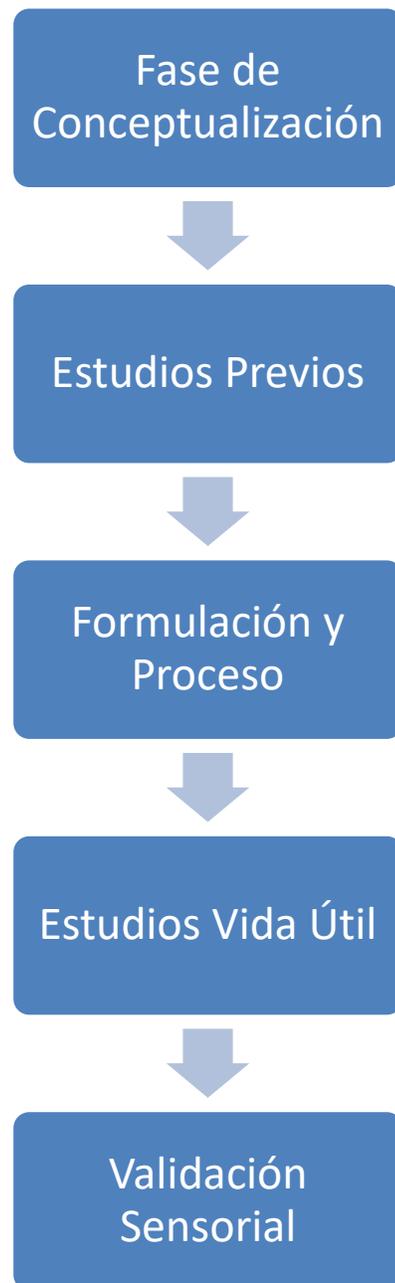
Etapa	Entrada		Salida		Perdidas		Ecuación
<b>Recepción</b>	Alimentación	1000				0	$F = Alimentación$
				1000			
<b>Lavado</b>	Agua	1000					$Al = 1 * F$
	Frijol	1000					
					Agua Residual	960	$Ar = 0.96 * Al$
			Frijol Lavado	1040			$Fl = F * 1.04$
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado	1040					$Agua = 4.5 * F$ $A_e = 0.2403 * Agua$ $F_c = (Fl + (Agua - A_e)) * 0.49$ $Sopa = (Fl + (Agua - A_e)) * 0.51$
	Agua	4500					
					Agua Evaporada	1081.35	
			Frijol Cocido	2184.74			
		Sopa	2273.91				
<b>Molido</b>	Frijol	2184.74					$F_m = \frac{(100 * F_c)}{50}$ $Salsa Inglesa = 0.0125 * (Frijol + Sopa)$ $Cebolla = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Sazonador = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$ $Chile en Polvo = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$
	Sopa	2184.74					
	Salsa Inglesa	54.62			Sopa	89.17	
	Cebolla	10.92					
	Sazonador	10.92					
	Chile en Polvo	10.92					
<b>Empacado</b>	Frijol Molido	4456.87					
<b>Eficiencia</b>	4.46						

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 5. Balance por etapas Frijol Negro Molido Con Datos de Eficiencia

Etapa	Entrada	Salida	Perdidas	Ecuación		
<b>Recepción</b>	Alimentación	1000		0	$F = Alimentación$	
			1000			
<b>Lavado</b>	Agua	1000			$Al = 1 * F$	
	Frijol	1000				
				Agua Residual	960	$Ar = 0.96 * Al$
						$Fl = F * 1.04$
		Frijol Lavado	1040			
<b>Cocción</b>	Frijol Lavado	1040				
						$Agua = 4.5 * F$
	Agua	4500				$A_e = 0.2403 * Agua$
				Agua Evaporada	1081.35	$F_c = (Fl + (Agua - A_e)) * 0.49$
						$Sopa = (Fl + (Agua - A_e)) * 0.51$
		Frijol Cocido	2184.74			
		Sopa	2273.91			
<b>Molido</b>	Frijol	2184.74				
	Sopa	2184.74				
	Salsa Inglesa	54.62		Sopa	89.17	$F_m = \frac{(100 * F_c)}{50}$
	Cebolla	10.92				$Salsa Inglesa = 0.0125 * (Frijol + Sopa)$
	Sazonador	10.92				$Cebolla = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$
	Chile en Polvo	10.92				$Sazonador = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$
					$Chile en Polvo = 0.0025 * (Frijol + Sopa)$	
<b>Empacado</b>	Frijol Molido	4456.87				
<b>Eficiencia</b>	4.46					

Anexo 6. Fases para el desarrollo de un nuevo producto alimenticio



## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 7. Propuesta de modelo de ficha técnica para considerarse y ajustarse como ficha técnica de los productos.

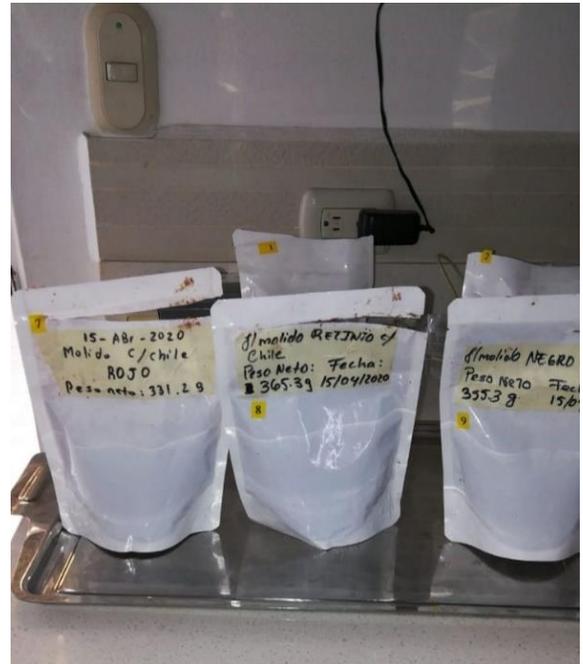
<b>Ficha Técnica del Producto</b>	
<b>Denominación de venta</b>	
<b>Ingredientes</b>	
<b>Ingredientes Alérgenos</b>	
<b>Características Físicoquímicas y Microbiológicas</b>	
<b>Formato y Presentación</b>	
<b>Tratamientos Tecnológicos</b>	
<b>Condiciones de Conservación</b>	
<b>Vida Útil</b>	
<b>Destino</b>	
<b>Uso Esperado</b>	

## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

Anexo 8. Infografía de la elaboración de los productos.



## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales



## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales



## Formulación de productos a base de frijoles con sabores no tradicionales

