

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
SEDE DE ATENAS

ÁREA DE TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROVECHAMIENTO DE LA PULPA RESIDUAL DEL PROCESO  
AGROINDUSTRIAL DEL CAFÉ (*Coffea Arábica*) PARA EL DESARROLLO DE  
PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN COOPERATIVAS CAFICULTORAS

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

ESTUDIANTES:

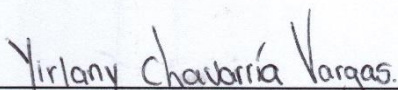
ELKY MADRIGAL BARRANTES  
YIRLANY CHAVARRÍA VARGAS

ATENAS, COSTA RICA  
2020

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Yirlany Chavarría Vargas, portadora de la cédula de identidad número 207330556 y Elky Madrigal Barrantes portadora de la cédula de identidad número 207540226 estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, conocedora (s) de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante el (la) Director (a) de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

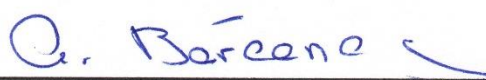
En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los Veintiséis días del mes de Agosto del Dos mil veinte.

  
\_\_\_\_\_  
Yirlany Chavarría Vargas  
207330556

  
\_\_\_\_\_  
Elky Madrigal Barrantes  
207540226

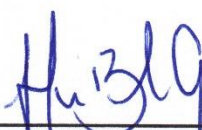
## HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos



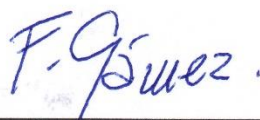
---

Ana María Barcenás Parra  
Director de Carrera



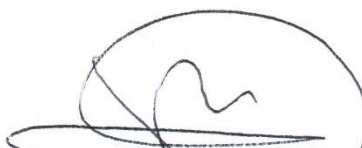
---

Angie Mariela Blanco González  
Tutor del TFG



---

Fernando Gámez Rodríguez  
Lectora TFG



---

Verny Montoya Delgado  
Lector TFG

## **DEDICATORIA**

Mi tesis la dedico, principalmente, a Dios, por haberme dado la vida, por permitirme vivir esta hermosa experiencia que, con mucho esfuerzo, he forjado.

También se la dedico a mis padres por todos esos sacrificios-y esfuerzos que han realizado para brindarme una carrera para mi futuro. Espero que me alcance la vida para poder devolverles tanta ayuda, amor y alegrías.

A mi novio por ser un pilar en mi vida, por siempre darme palabras de aliento y creer que sí era posible.

## **DEDICATORIA**

A Dios toda gloria, honra y alabanza sean dadas a ti por siempre, Señor.

A mis padres por tanto esfuerzo y sacrificio.

También se la dedico a mi hermano y a Oscar por ayudarme a crecer como persona y con firmeza hacerme saber que puedo lograr todo lo que me proponga, mi deseo al igual es que ustedes siempre puedan alcanzar todas sus metas.

A mi familia y amigos personas especiales que siempre me brindaron todo el apoyo y me desearon lo mejor.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primera instancia, a Dios por la vida, la salud y la bendición de compartir con los seres queridos.

A mis padres, Felipe Chavarría Vargas y Floribeth Vargas Monestel, por brindarme los medios para mi formación profesional y personal. Gracias por todas las enseñanzas que me han brindado para lograr llegar hasta donde estoy hoy.

Agradezco a mi amiga Ericka y a mi novio Jesús, quienes, durante esta etapa de la carrera siempre me apoyaron y brindaron su ayuda incondicional.

Agradezco a mi tutora, Angie Mariela Blanco González, por su apoyo, su guía y su dedicación en todo el proceso; a Fernando Gámez, por su tiempo y su colaboración en la lectoría de la tesis; a Karla Campos, por ayudarnos con las pruebas del laboratorio y, en especial, a Verny Montoya, por toda la ayuda, tiempo, y dedicación brindados en nuestro proyecto.

Mi agradecimiento también va dirigido a todo aquel que siempre me brindó su apoyo y a quienes jamás dejaron de creer en mí.

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento inicial, se dirige a Dios y a la Virgen por darme la fuerza y la inteligencia requeridas durante todos los años de universidad; además, de permitirme desarrollar, eficientemente, este proyecto y, desde ya, por la convicción de contar con su ayuda para afrontar el ámbito laboral con mucha sabiduría y éxito.

A mis padres, Carlos Madrigal Gamboa y Iris Barrantes Castro, por enseñarme buenos valores, corregirme cuando lo necesitaba e instruirme por el camino del bien para tratar de hacer siempre lo correcto, por motivarme a seguir adelante en los retos que me proponga y por darme la mejor herencia: el estudio, como dice mi mamá.

A mi hermano, Juan Carlos Madrigal Barrantes, el cual ha sido un ejemplo a seguir, desde niña siempre me ha recordado que yo soy capaz de lograr mis metas sola, que las mujeres tenemos las mismas capacidades que los hombres y que no somos ni el sexo débil ni signo de inferioridad, gracias por enseñarme a ser fuerte, valiente, por todo lo vivido y por ser tan buen hermano.

A Oscar Retana Muñoz, por el apoyo tan incondicional, por todo su amor, por estar a mi lado durante todo el proceso de colegio y universidad, por su compañía, paciencia, y por nunca dejar de creer en mí.

A la familia Barrantes y Retana Muñoz, a mi amiga Maricel y Raquel que han sido un impulso durante este proceso, agradezco los buenos deseos e intenciones.

Brindo mi agradecimiento, también, a mis profesores de universidad, por toda la educación, a nuestra tutora Angie Blanco, por toda la asesoría y, especialmente, a nuestro lector Verny Montoya, por toda la disponibilidad y su atención tan ética, profesional y comprometida.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Área de estudio .....	2
1.2 Delimitación del problema de estudio .....	2
1.3 Formulación del problema.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Estado de la cuestión .....	7
1.6 Objetivos .....	12
1.6.1 Objetivos general .....	12
1.6.2 Objetivos específicos .....	12
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 El café.....	13
2.1.1 Calificación botánica .....	13
2.1.2 Café arábica .....	14
2.1.3 Cosecha o recolección manual del fruto rojo del café.....	14
2.2 Proceso de maduración del fruto del café.....	15
2.3 Procesamiento del café .....	16
2.3.1 Procesado por vía seca.....	17
2.3.2 Procesado por vía húmeda .....	18
2.4 Subproductos cafetaleros.....	21
2.5 Aprovechamiento de los subproductos cafetaleros .....	26



2.5.1	Harina .....	26
2.5.1.1	Tipos de harina.....	27
2.5.1.2	Tipos de harina según su materia prima.:	28
2.5.1.3	Harina de pulpa de café.....	28
2.5.1.4	Valor nutricional de las harinas.....	28
2.5.1.5	Características sensoriales de las harinas.:	29
2.5.1.6	Métodos comunes de deshidratación. ....	29
2.5.2	Mermelada .....	31
2.5.2.1	Fruta.....	32
2.5.2.2	Pectina.....	32
2.5.2.3	Valor nutricional. ....	32
2.5.2.4	Características sensoriales de la mermelada. ....	33
2.6	Análisis proximales de los productos.....	34
2.7	Análisis sensoriales .....	37
2.7.1	Pruebas afectivas o hedónicas .....	37
2.7.2	Prueba de Wilcoxon.....	38
2.7.3	Focus Group.....	38
2.7.4	Estabilidad de los productos .....	38
<b>III.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>39</b>
3.1	Tipo de investigación .....	40
3.2	Fuentes y sujetos .....	40
3.3	Hipótesis o preguntas generadoras .....	41
3.4	Matriz de variables .....	42

3.5 Población y muestra .....	45
3.6 Descripción de la metodología .....	46
3.6.1 Obtención de la pulpa de café.....	46
3.6.2 Caracterización de la pulpa.....	46
3.6.2.1 Materiales y equipos de laboratorio. ....	47
3.6.2.2 Diseño experimental focus group.....	48
3.6.3 Desarrollo de pruebas piloto .....	48
3.6.3.1 Desarrollo de la harina de pulpa de café. ....	49
3.6.3.1.1 Materiales y equipos.. ....	49
3.6.3.1.2 Determinación de curvas de secado. ....	51
3.6.3.1.3 Evaluación de los equipos utilizados en los métodos de deshidratación. ....	52
3.6.3.2 Desarrollo de la mermelada.....	54
3.6.3.2.1 Determinación de la medición de los grados brix. ....	55
3.6.3.2.2 Materiales. ....	56
3.6.3.3 Análisis proximal.. ....	57
3.6.3.4 Propuesta de elaboración de pan dulce a partir de dos tipos de harina de pulpa de café. ....	60
3.6.3.5 Análisis sensorial. ....	60
3.6.3.6 Determinación de estabilidad. ....	63
3.6.4 Análisis financiero .....	63
3.6.4.1 Inversión inicial.....	64
3.6.4.2 Flujo de caja. ....	64
3.6.4.3 TIR. ....	65

3.6.4.4 VAN.....	65
3.6.4.5 Punto de equilibrio.....	65
3.6.5 Manual de elaboración de productos .....	65
3.7 Técnicas e instrumentos para recolección de información.....	66
3.8 Técnicas de análisis de la información.....	67
<b>IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
4.1 Caracterización de la pulpa y del mucílago.....	68
4.1.1 Composición de la pulpa .....	69
4.1.2 Composición del mucílago .....	73
4.1.3 Resultados de análisis físico-químicos .....	75
4.1.4 Alternativas de productos .....	76
4.2 Desarrollo de productos como alternativa de valor agregado a la pulpa residual de café .....	78
4.2.1 Diagrama de flujo de la harina de pulpa de café .....	78
4.2.1.1 Descripción de las etapas de obtención de harina de pulpa de café....	79
4.2.1.2 Curvas de secado.....	82
4.2.1.3 Peso y porcentaje de harina de pulpa de café obtenida .....	85
4.2.2 Diagrama de flujo de la mermelada de pulpa de café.....	85
4.2.2.1 Descripción de las etapas de obtención de mermelada de pulpa de café.....	87
4.2.2.2 Medición de sólidos solubles.. .....	91
4.2.2.3 Determinación del rendimiento.....	93
4.2.3 Pruebas físico-químicas y microbiológicas.....	94

4.2.3.1 Pruebas físico-químicas de las harinas de pulpa de café.....	94
4.2.3.2 Pruebas microbiológicas.....	97
4.2.3.3 Pruebas físico-químicas de mermelada de pulpa y mucílago de café.....	99
4.2.4 Formulación del pan dulce.....	99
4.2.5 Análisis sensorial.....	102
4.2.5.1 Resultados de escala hedónica.....	103
4.2.5.2 Resultados de prueba Escalar.....	107
4.2.5.3 Resultados de la prueba de Wilconxon.....	110
4.2.6 Estabilidad de la harina y la mermelada de pulpa de café.....	112
4.3 Evaluación financiera de los productos desarrollados.....	119
4.3.1 Supuestos de evaluación para el desarrollo de la estructura de costos de la harina de pulpa y mucilago de café.....	119
4.3.2 Inventario inicial para la realización de harina de pulpa y mucílago de café .....	120
4.3.3 Estructura de flujo de caja, VAN y TIR de la harina de pulpa y mucílago de café.....	121
4.3.4 Supuestos de evaluación para el desarrollo de la estructura de costos de mermelada de pulpa y mucílago de café.....	127
4.3.5 Inventario inicial para la realización de mermelada de pulpa y mucílago de café.....	128
4.3.6 Estructura de flujo de caja ,VAN y TIR de la mermelada de pulpa y mucílago de café.....	129
4.4 Manual de aprovechamiento de la pulpa residual del café.....	135

<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>136</b>
5.1 Conclusiones .....	136
5.2 Recomendaciones .....	137
<b>VI. REFERENCIAS.....</b>	<b>138</b>
<b>VII. GLOSARIO .....</b>	<b>152</b>
<b>VIII. APÉNDICE .....</b>	<b>154</b>
Apéndice 1: Contenido de aminoácidos en la proteína de la pulpa de café .....	154
Apéndice 2: Contenido de nitrógeno y mineral en la pulpa de café.....	155
Apéndice 3: Análisis físico-químicos y microbiológicos de la harina de pulpa y mermelada.....	156
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>161</b>
Anexo 1: Pruebas físico-químicas de la pulpa y el mucílago de café .....	161
Anexo 2: Evaluación de deshidratación en secador de bandejas. (45°C) .....	164
Anexo 3: Evaluación de deshidratación en secador de bandejas. (60°C) .....	164
Anexo 4: Evaluación de deshidratación en secador de bandejas. (70°C) .....	165
Anexo 5: Porcentaje de obtención de harina de pulpa de café mediante el deshidratador de bandejas .....	165
Anexo 6: Porcentaje de obtención de harina de pulpa de café mediante el deshidratador solar .....	166
Anexo 7: Formulación de mermelada de pulpa y mucílago de café .....	166

Anexo 8: Perfil de panelistas participaron en la prueba de mermelada de pulpa y mucílago de café .....	167
Anexo 9: Perfil de panelistas que participaron para la prueba de pan elaborado con harina de pulpa de café.....	167
Anexo 10: Datos obtenidos de la prueba de Wilcoxon .....	168
Anexo 11: Análisis sensorial, prueba Escalar .....	171
Anexo 12: Análisis sensorial, escala hedónica.....	172
Anexo 13: Análisis sensorial, prueba de Wilcoxon.....	173
Anexo 14: Datos obtenidos del flujo de caja proyectado de la harina .....	174
Anexo 15: Datos obtenidos del flujo de caja proyectado de la mermelada.....	176
Anexo 16: Punto de equilibrio de la harina.....	177
Anexo 17: Punto equilibrio mermelada.....	178
Anexo 18 Manual de elaboración de productos a base de pulpa y mucílago de café .....	179

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de variables metodológica.....	47
Tabla 2 Caracterización de los instrumentos que se utilizarán en el laboratorio.....	47
Tabla 3 Materiales y equipos que se utilizaran en la elaboración de los dos tipos de harina. .....	50
Tabla 4 Equipos que se utilizaran en la elaboración de la mermelada de pulpa de café.....	57
Tabla 5 Componentes de la pulpa de café.....	73
Tabla 6 Resultados obtenidos de la composición de pulpa y el mucílago de café.....	75
Tabla 7 Cálculo de grados Brix utilizados en la elaboración de la mermelada .....	91
Tabla 8 Cálculo de alteración de grados Brix .....	92
Tabla 9 Análisis físico químicos en base seca para harinas de pulpa de café obtenidas mediante dos equipos de secado. ....	944
Tabla 10 Análisis nutricionales de algunos tipos de harina .....	95
Tabla 11 Análisis microbiológicos de harinas de pulpa de café .....	98
Tabla 12 Formulación y porcentajes, utilizados en la elaboración de pan dulce .....	100
Tabla 13 Resultados obtenidos de la prueba de Wilconxon .....	111
Tabla 14 Posibles cambios que determinan la calidad de la harina y la mermelada desarrolladas.....	112
Tabla 15 Estabilidad de Mermelada de pulpa de café.....	113
Tabla 16 Estabilidad de la harina de pulpa de café.....	117
Tabla 17 Supuestos desarrollados durante la evaluación del proyecto de la harina .....	119
Tabla 18 Estructura Resumida de Inventario Inicial para la realización de la harina. ....	120
Tabla 19 Estructura de Flujo de caja, VAN y TIR de la harina de pulpa y mucilago de café. .....	121
Tabla 20 Costos comparativos por kilo de harinas no traicionales .....	126

Tabla 21 Supuestos desarrollados durante la evaluación del proyecto para la Mermelada de pulpa y mucílago de café.....	127
Tabla 22 Estructura Resumida de Inventario Inicial para la realización de Mermelada de pulpa y mucílago de café .....	128
Tabla 23 Estructura de flujo de caja, VAN y TIR de la mermelada de pulpa y mucílago de café .....	130



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Deshidratación en secador de bandejas a diferentes temperaturas .....	82
Gráfico 2 Deshidratación en secador solar a $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ x 2160 minutos.....	84
Gráfico 3 Porcentaje de resultados de prueba hedónica de mermelada de pulpa y mucílago de café.....	103
Gráfico 4 Grado de aceptación de las características sensoriales de la mermelada de pulpa y mucílago de café .....	104
Gráfico 5 Grado de aceptación de las características sensoriales de la mermelada de pulpa y mucílago de café en adultos .....	105
Gráfico 6 Intención de compra de mermelada de pulpa y mucílago de café .....	107
Gráfico 7 Porcentaje de resultados de prueba Escalar de pan dulce elaborado con dos tipos de harina de pulpa de café.....	108
Gráfico 8 Características de cambio del pan dulce por parte de los jóvenes .....	109
Gráfico 9 Características de cambio del pan dulce por parte de los adultos.....	110
Gráfico 10 Resultados obtenidos de la prueba de Wilconxon .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Granos de café (Coffe Arábica) durante su maduración.....	15
Figura 2 La transformación del fruto del cafeto en el proceso de beneficiado .....	17
Figura 3 Esquema general del proceso de beneficiado húmedo .....	20
Figura 4 Composición del café en fruta .....	21
Figura 5 Esquema para evaluación de un subproducto.....	23
Figura 6 Estructura de las capas de un fruto de café.....	24
Figura 7 Secador de bandeja .....	31
Figura 8 Esquema general de marco metodológico .....	39
Figura 9 Diagrama de flujo de la harina de quinua .....	49
Figura 10 Deshidratador solar.....	53
Figura 11 Diagrama de flujo mermelada de frutas.....	54
Figura 12 Escala de cinco puntos aplicada en la evaluación sensorial de los productos. ....	61
Figura 13 Codificación de las muestras de mermelada.....	62
Figura 14 Estructuras de los principales ácidos hidroxicinámicos encontrados en el café....	72
Figura 15 Proceso para la obtención de harina de pulpa de café .....	78
Figura 16 Proceso para la obtención de mermelada de pulpa de café .....	86
Figura 17 Pan dulce a partir de los dos tipos de harinas .....	100
Figura 18 Proceso de elaboración de pan dulce a base de pulpa de café .....	102
Figura 19 Mermelada con defecto sensorial .....	114
Figura 20 Mermelada de pulpa y mucílago de café.....	115
Figura 21 Mermelada con defectos de un inadecuado almacenamiento.....	116
Figura 22 Harina de la muestra uno de la tabla 16 con presencia moho.....	118
Figura 23 Harinas de la muestra dos de la tabla 16 sin presencia de moho .....	118

## RESUMEN

La industria cafetalera genera gran cantidad de residuos, específicamente: el 60% corresponde a pulpa y mucílago de café. Actualmente, las cooperativas buscan alternativas para utilizar estos subproductos de una forma viable económica, social y ambientalmente. Es por ello que el presente proyecto se planteó como objetivo evaluar alternativas de aprovechamiento de la pulpa de café para el desarrollo de subproductos, que permitan la diversificación productiva y la generación de alimentos con valor agregado, mediante un estudio de caso en una cooperativa de caficultores de la zona de Palmares, Costa Rica.

Para lograr el objetivo se caracterizó la pulpa y el mucílago de café mediante análisis fisicoquímicos y recopilación de datos de referencia, se evaluaron alternativas de aplicación mediante el desarrollo de pruebas piloto, se estimó la prefactibilidad calculando una inversión inicial, flujo de caja, VAN, TIR y punto de equilibrio, y finalmente se desarrolló un manual que le permita a las cooperativas aprovechar los subproductos con valor agregado.

La metodología desarrollada incluyó el diseño de un deshidratador solar, la ejecución de ensayos para determinar curvas de secado, el desarrollo de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, ensayos de desarrollo de productos, la aplicación de análisis sensoriales y la determinación de la estabilidad de los productos, entre otras actividades.

Entre los principales resultados se obtuvo que el subproducto es rico en proteínas, fibra, antioxidantes y minerales. Se establecieron dos métodos para obtención de la harina, mediante secador solar y deshidratador de bandejas sin diferencias significativas en la prueba de Wilcoxon aplicada. Se desarrollaron dos productos: harina y mermelada,

los cuales presentaron una buena aceptabilidad entre consumidores. Así mismo, el estudio de prefactibilidad determinó que el proyecto es viable. Como conclusión general el proyecto permitió proponer el aprovechamiento de los subproductos cafetaleros mediante el desarrollo de una harina y una mermelada, que permitirá disminuir el impacto ambiental y reducir el desperdicio con el aprovechamiento del subproducto.

## I. INTRODUCCIÓN

El café es una de las materias primas más comercializadas a nivel mundial, tanto por su alta calidad, como por los beneficios para el organismo, dentro de estos, se destacan las sustancias bioactivas, específicamente, la cafeína.

Desde su llegada a Costa Rica ha sido uno de los productos fundamentales para el desarrollo económico, social y cultural, por eso se le conoce en la jerga costarricense como “El Grano de Oro”. Sin embargo, esta industria genera gran cantidad de contaminación, lo cual conduce a que se deban formular investigaciones para mejorar el aprovechamiento de los subproductos cafetaleros y así disminuir el impacto ambiental.

Los residuos del café representan un 60% de su composición; por tal motivo, es significativo buscar alternativas que contribuyan con su manejo, además de que impulsen el desarrollo de productos finales rentables y la minimización del impacto ambiental con el propósito de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, los cuales son un llamado para proteger el planeta, abordar de una forma adecuada la problemática de las pérdidas y el aprovechamiento de los desperdicios alimentarios.

La contaminación por los residuos cafetaleros, a pesar de ser un tema de suma importancia tanto para el ambiente como para la generación de opciones de subproductos alimenticios, no ha sido foco de interés para las industrias o los entes gubernamentales costarricenses. Es por eso que, la presente investigación aborda los inconvenientes que acontecen en las cooperativas e industrias respecto a los residuos del café, principalmente, la escasez de opciones para tratarlos debido al impacto ambiental que producen.

Con base en lo anterior, el estudio parte de la demostración de que la pulpa y el mucílago pueden transformarse en alternativas alimenticias viables, específicamente, a través de productos comestibles viables de desarrollar. Asimismo, surge como una

estrategia económica para las cooperativas que puedan aportar valor agregado al sector cafetalero y, colateralmente, disminuir el impacto ambiental.

### **1.1 Área de estudio**

La investigación está delimitada en la industria alimentaria y se adscribe a la carrera de Ingeniería en Tecnología de los Alimentos, de la Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas, centrada en el área de aprovechamiento de residuos cafetaleros y desarrollo de productos de alto valor agregado.

### **1.2 Delimitación del problema de estudio**

La industria cafetalera genera una gran variedad de residuos, los cuales están provocando serios problemas ambientales, por ejemplo, la forma de tratar el fruto y el mucílago; ya que, ambos son desechados en lugares como fincas productoras, o son utilizados como compostaje, donde se genera una gran cantidad de contaminación de suelos, ríos y malos olores.

En Costa Rica, la cosecha de café del periodo 2017-2018 alcanzó un crecimiento del 14,3%, como consecuencia de una mejor atención de las plantaciones, el volumen de la última cosecha (2018-2019), cerró en 1 715 253 fanegas en fruta, que corresponden a igual cantidad de sacos de 46 kilos de grano beneficiado, de acuerdo con la última estimación del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFÉ), como lo indica Barquero (2017) Estas cifras demuestran una gran cantidad de producto y residuos, que son considerados como una fuente potencial de contaminación, si no se cuenta con un sistema de tratamiento eficiente para poder controlarlos o aprovecharlos.

Según Rojas ( 2015) “el sector cafetalero mediante el beneficiado húmedo genera 0,615 toneladas de residuos biomásicos (aguas de proceso, pulpa y mucílago) por toneladas de producción de café fruta, donde 93% de esta biomasa no tiene un uso claro hasta el día de hoy” (p. 9).

El manejo de estos residuos ha llegado a ser un gran reto, no solo para las cooperativas que procesan este fruto, sino que también para los pequeños productores que no cuentan con los conocimientos necesarios para utilizar estos residuos que, por naturaleza propia, cuentan con características fermentativas aceleradas.

En épocas pasadas los beneficios de café eran construidos cerca de los ríos para usar las aguas en las producciones, así como un medio para transportar los desechos que se generaban en estos procesos, estas acciones implicaban la formación de contaminantes residuales que eran arrastrados por los ríos, lo que ocasionaba malos olores y, a su vez, la muerte de muchas especies de animales. Según Céspedes (1997) “hace aproximadamente veinte años se reportó grandes niveles de contaminación en los ríos, estas correspondían solo a la Gran Área Metropolitana, en la que vive el 50% de la población costarricense (1,5 millones de personas) estos contaminantes equivalen a la producida por una población de 6 millones de personas” (párr.6).

Durante muchos años, el Estado ha tratado de crear reglamentos y convenios que eviten parte del deterioro de los cauces de agua; según La Nación (2012) “A principios de 1990, se firmó un convenio entre AyA, MIRENEM, Ministerio de Salud y el Icafé, en el que los caficultores se comprometerían a tratar las mieles del café.” (párr.6).

No obstante, en los últimos años, se han observado descuidos en algunos beneficios, lo que provoca, de nuevo, el derrame de los subproductos en los ríos, y territorios aledaños, acción que genera, además, malos olores, plagas y erosiones en los suelos.

Ante esta situación es esencial activar los convenios que se establecieron para disminuir el deterioro de las aguas y fomentar nuevas alternativas que ayuden a generar métodos para el procesamiento de estos subproductos.

Actualmente, muchos costarricenses apoyan la iniciativa de las empresas por utilizar los residuos cafetaleros de una manera ecológica, para así disminuir los efectos contaminantes que se observan otra vez. Parte de la problemática de los beneficios radica en la poca información con la que se cuenta para emplear estos subproductos de una manera que ayude a generar valores agregados, sin ocasionar tanto impacto al ecosistema, un ejemplo de ello, se evidencia en la utilización de la pulpa para la realización de abonos orgánicos que son suministrados a las plantas de café para aportar nutrientes para su crecimiento.

La problemática de la utilización de estos abonos reside en que estudios realizados sobre el efecto de la pulpa de *Coffea arábica* en los suelos “evidencian que los fenoles y polifenoles constituyentes de la pulpa son sustancias tóxicas para la mayoría de las especies de artrópodos y microorganismos. Un alto contenido de pulpa de café en los suelos puede afectar las poblaciones de la microflora edáfica.” (Cervantes, Castro, Mesa , Ocampo, y Fernández, 2015,párr.3).

De igual manera, las industrias cafetaleras utilizan estos residuos como alimentos para el consumo animal, sin embargo, existen varias sustancias, tales como: taninos, otros polifenoles, cafeína y potasio en la pulpa de café, que pueden generar efectos adversos a los animales; puesto que, elevadas cantidades de dichas sustancias pueden conducir a la mortalidad, especialmente, en las especies menores como ratas y polluelos, aunque también ha aumentado la mortalidad en rumiantes alimentados, exclusivamente, con la pulpa de café o con raciones altas en ella (Acuña, Noriega, y García, 2008).

Es por ello que, los beneficios y pequeños caficultores, deben implementar nuevas alternativas que ayuden a procesar estos subproductos de forma que aumente la utilidad de sus propiedades y generen valor agregado en la elaboración de nuevos productos.



### **1.3 Formulación del problema**

¿Cuáles son las alternativas existentes para el aprovechamiento de los residuos del proceso agroindustrial del café en la elaboración de productos de alto valor para el consumo humano?

### **1.4 Justificación**

Es evidente la importancia del aprovechamiento de residuos como una de las tendencias actuales. En este sentido, Gines (2008) ha señalado que los “subproductos de la industria alimentaria constituyen un problema serio de residuos en gran parte del mundo” (párr.6). Es por esto que la industria alimentaria persigue un desarrollo sostenible, en su intento de reducir al máximo la gran cantidad de residuos generados; de manera que, en la actualidad se está valorando la utilización de estos subproductos como métodos alternativos, ya sea para la generación de alimento de uso animal, generación de combustibles, desarrollo de abonos, o bien, para el procesamiento de productos que generen valor agregado y aporten mayor rentabilidad económica.

Por otro lado, es importante mencionar que el grano de café es una fruta atípica, en tanto que el proceso tradicional de consumo de las frutas se basa en: pelarlas, consumir la pulpa y eliminar o sembrar la semilla; mientras que, en el caso del café se aprovecha, únicamente, la semilla, la cual se procesa, se le realiza un secado y un molido, con el fin de obtener el café que se consume en todo el mundo. No obstante, los subproductos de dicho grano de café son eliminados y desechados al ambiente, lo cual lleva una alta contaminación por el tiempo de degradación. (Macrae, 2017).

Desde 1821 a la actualidad, el desarrollo económico del país se vio relacionado con la producción y exportación del café. Sin embargo, esto ha generado grandes modificaciones en los suelos, tales como: niveles altos de contaminación en los ríos,

mares, suelos erosionados, alteración de la microfauna y pérdida de la fertilidad, entre otras problemáticas más que han desencadenado gran preocupación en la sociedad.

Las cooperativas cafetaleras costarricenses constituyen un componente importante en la economía del país, pero de acuerdo con los datos presentados por Solís (2008), desechan cada año más de tres millones de toneladas de mucílago y pulpa de café, utilizadas, mayoritariamente, para el desarrollo de abonos orgánicos.

Según las cifras expuestas por PROCOMER (2020) “determinan que para 2019 las exportaciones de café alcanzaron las 69 053 toneladas, para un monto de \$280,1 millones de dólares incluyendo el café de oro, café tostado y el descafeinado” (párr.1). Esto refleja una producción de miles de toneladas de pulpa y mucílago de café, que son utilizadas en abonos o desechadas en ríos, por falta de conocimientos y métodos que ayuden a utilizar estos residuos de forma proactiva.

Actualmente, estas cooperativas deben cumplir con reglamentos y normativas que establece el Ministerio de Salud, las cuales ordenan la utilización de estos residuos de una manera más amigable con el ambiente, sin embargo, es notorio observar que muchos beneficios privados no están cumpliendo con estos reglamentos. Es por ello, que se promueve la corrección de impactos negativos sobre el ambiente y el aprovechamiento de los residuos para que tengan una rentabilidad aceptable y se genere una conciencia ambientalista en la industria.

Por tal motivo, los subproductos obtenidos, a partir de lo que mal se llama desperdicios, comprueban que existen maneras de aprovechar los residuos del café, en nuevos productos, para disminuir los volúmenes de contaminación que son generados por esta industria.

En el presente trabajo, se plantean diversos tipos de productos que se adaptan a las necesidades de las cooperativas y pequeños caficultores, estos productos se

desarrollaron según las propiedades bromatológicas del residuo del proceso del café. Entre ellos resalta la alternativa de elaboración de productos a base de bebidas fermentadas y no fermentadas, la utilización de azúcares, la implementación de posibles productos de panificación, entre otros. Entre las metodologías que se emplearon se incluye métodos de secado de la pulpa de café, ya sea por secados solares y otros instrumentos de secado.

Se analiza la inocuidad de estos productos y su fácil desarrollo para el personal del beneficio, al contar con una guía para su elaboración. Además, al estimar el costo monetario de realizar estos alimentos, se concreta la rentabilidad en la producción de los mismos.

### **1.5 Estado de la cuestión**

A pesar de que la semilla de café es la única que se aprovecha, hace pocos años se comenzó a investigar cómo se podrían utilizar los residuos generados en la industria cafetalera. En el 2010, se realizó una investigación sobre el uso que, los musulmanes desde la Segunda Guerra Mundial, hacían de la pulpa para realizar vinos e infusiones, este último producto es conocido como “qishr” y consiste en una bebida caliente hecha a base de cascaras de café con especias de jengibre y canela. Asimismo, se determinó que la pulpa de café, contiene una fuente de carbono que ayuda a sintetizar la beta-glucosidasa, una enzima que posee actividad hidrolítica, la cual actúa sobre los enlaces  $\beta 1 \rightarrow 4$  que unen dos glucosas o moléculas con sustituciones de glucosa; en la actualidad, esta enzima es utilizada para la producción de bebidas y, especialmente, vinos, la cual permite valorizarlos y ayudar a posicionarse en un mejor nivel frente a la competencia. (Suárez, 2018).

La utilización de la cáscara del café para la realización de infusiones es realmente sobresaliente, a pesar de provenir de la misma planta, la cáscara separada del grano

presentas sabores y olores distintos cuando es expuesta a temperaturas altas. Durante su proceso de secado, genera sabores dulces y ácidos, estas propiedades son las que las hacen atractivas para los consumidores.

En la actualidad, son muy pocos países de Centroamérica que utilizan las cerezas del café para la realización de productos alimenticios, y solo en algunos mercados es posible observar esta cereza fermentada y deshidratada utilizada para bebidas, según Fuchs (2016) “las infusiones de cereza presentan propiedades: energéticas, antioxidantes y diuréticas”.

De igual manera, un estudio realizado por Suárez (2018) indica que mediante la cascarilla y la pulpa se puede desarrollar harina de café, además que es un producto muy beneficioso para la salud, debido a que es libre de gluten, lo que ayuda a la población celiaca para preservar su salud, también contiene más fibra que la harina integral de trigo y más hierro que las espinacas, por dicha razón puede potenciar los beneficios nutricionales.

Haciendo referencia a lo anterior sobre los niveles altos de fibra que presenta la harina de cereza de café, es muy importante destacar que puede brindar beneficios a largo plazo para la salud, además ayuda a mantener un adecuado funcionamiento del sistema digestivo y contribuye como alimento a la microbiota intestinal.

Por otra parte, en el año 2011, se realizó una investigación internacional sobre el aprovechamiento de los coproductos del café en la producción de proteínas, polifenoles, vitaminas y minerales, bajo procesos de concentración y conservación del mucílago y la pulpa, para obtener miel y harina de pulpa. Durante la investigación, se caracterizó la pulpa de café y, seguidamente, se desarrolló la harina, por último, se efectuó una evaluación comparativa para identificar los beneficios nutricionales. (Veladez y López, 2011).

Los resultados obtenidos al realizar el análisis arrojaron que las características de la harina de café eran mucho mejores que las del maíz, debido que todos los resultados de proteína, fibra, ceniza y extracto libre de nitrógeno fueron mayores, solo en el caso de la grasa, la harina de maíz contiene más cantidad, lo que garantiza que la invención de la harina de café es un alimento que, realmente, nutre.

En la investigación, también se elaboró una miel que se probó en cerdos, debido a que el organismo de dicho animal es el más cercano al organismo del ser humano. Al finalizar las pruebas, los cerdos presentaron grandes cambios, por ejemplo: eliminación de problemas diarreicos, ahorro hasta de un 25% en la alimentación, aumento en la leche de las cerdas gestantes, las cerdas en promedio producían 9,5 animales vivos y el indicador pasó a 13 animales vivos; al nacer los lechones en promedio pesan 1,447 gr y al alimentarse con la miel de café como un suplemento promedio aumentó a 1,600 gr por lechón (Veladez y López, 2011).

En la Universidad de Costa Rica, se desarrolló un trabajo final de graduación sobre la estabilidad de un extracto rojo en polvo de la broza de café, para su aplicación como ingrediente colorante en alimentos (Villalta, 2016). En esta investigación se pudo observar un efecto positivo en la estabilidad del extracto rojo en polvo de la broza de café ante la presencia de iones calcio, pues se encuentran diferentes significancias entre la presencia o ausencia total de calcio. Este efecto es más evidente al alcanzar la concentración máxima de estudio, concentración de 200 mg / 100 ml de calcio. Además, se pudo comprobar el efecto del pH sobre la estabilidad de las antocianinas presentes en el extracto rojo en polvo de la broza de café, al observar cómo varía el color al cambiar el pH del medio. (Villalta, 2016).

En el año 2009, se realizó otra investigación en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, en esta se desarrollaron productos no convencionales a partir de café y de sus

subproductos. Ejemplo de esto son los confites a partir de la pulpa de café, para obtener dicho producto realizaron diez pruebas, y se obtuvieron los mejores resultados en las últimas dos; en dichas formulaciones se usó glucosa en polvo y leche condensada en lugar de jarabe de glucosa y leche en polvo, los confites quedaron con buena textura, la cristalización fue rápida y desmoldarlos fue una labor sencilla. (Abarca, Chan, Arguedas, y Mora, 2009;Hernández y Vilanova,1969)

Una gran parte de las investigaciones, realizadas en el lapso de los últimos diez a quince años, determinan la utilización de los subproductos cafetaleros, como alternativas de procesos de lombricompostaje y su utilización como alimento animal, esto se evidencia en el documento desarrollado por Blandón, Dávila, y Rodríguez (1999), en el cual determina la caracterización microbiológica y físico- química de la pulpa de café sola y con mucílago en el proceso de lombricultura; por otro lado, Acuña, Noriega y García, (2008) habla sobre la utilización de la pulpa de café en la alimentación animal.

Las investigaciones anteriores demuestran cómo la innovación, la creatividad, las tecnologías emergentes y las necesidades ambientales, se agrupan para suplir una condición generada por la obtención de subproductos cafetaleros. Dentro de estos estudios se evidencia la utilización de la pulpa en procesos largos y de constante control, como lo es el estudio de la velocidad de fermentación, la producción de alcohol, la realización de compostaje, etc.

El tiempo requerido y estimado para la obtención de resultados en los procesos mencionados, anteriormente, determinan una duración entre cinco y ocho meses. Además de esto, es importante mencionar que ciertos procesos, como: la sustracción de extractos rojos en polvo de café, requieren un entorno equipado y capacitado para realizar estos análisis, en manos del profesional y especialista idóneos.

El presente trabajo de investigación está enfocado en la utilización de subproductos cafetaleros para el desarrollo de bienes de consumo humano fáciles de desarrollar y con requerimientos poco sofisticados, en cuanto a las instalaciones, para su respectiva producción; además de que los resultados y los productos elaborados, se desarrollen de una manera rápida, y con una duración de elaboración entre los cinco o quince días.

Por otra parte, es importante mencionar que, actualmente, la mayoría de investigaciones se centran en reprocesar los subproductos para alimento de consumo animal, por el aporte de una gran cantidad de vitaminas, minerales, aminoácidos, lípidos y carbohidratos, otra de las opciones es utilizarlo como abono, sin embargo, también es una gran alternativa como alimento humano, para ello, la industria de alimentos se debe involucrar más, para realizar investigaciones desde la parte nutricional del ser humano, también para proponer más usos viables que ayuden al medio ambiente e innovar con productos que son oportunidades ocultas.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivos general**

Evaluar alternativas de aprovechamiento de la pulpa de café para el desarrollo de subproductos que permitan la diversificación productiva y la generación de alimentos con valor agregado, mediante estudio de caso, en una cooperativa de caficultores de la zona de Palmares, Costa Rica.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

1. Caracterizar la pulpa y mucílago del café, mediante análisis y recopilación de datos, para la generación de información técnica que permita la propuesta de alternativas de aprovechamiento alimenticio de los subproductos.
2. Desarrollar, a nivel piloto, dos alternativas de productos con valor agregado mediante el uso de la pulpa y mucílago, con la ejecución de ensayos y medición de aceptabilidad para la definición de parámetros físico-químicos, microbiológicos, sensoriales y de proceso.
3. Evaluar la factibilidad financiera del desarrollo de los productos propuestos, mediante un análisis de la inversión inicial y los flujos de caja proyectados, como referencia para la toma de decisiones de inversión.
4. Elaborar un manual para el aprovechamiento de la pulpa residual del café, a partir de los parámetros generados y resultados de los ensayos, como guía para productores y cooperativas cafetaleras.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 El café

En adelante, se describirá la calificación botánica, el café arábica y la cosecha o recolección manual del fruto rojo, para referencia del presente estudio.

#### 2.1.1 Calificación botánica

El fruto de café es la fruta cruda producida a partir de la planta del género botánico *coffea*, es uno de los productos agrícolas más esenciales del mundo; ya que, constituye una parte importante de la economía de exportaciones de muchos países. (Mora, 2008, p. 2-3).

El nombre cafeto identifica a todas las plantas que forman parte del género *coffea*, en estas, la semilla de café está contenida en el fruto del arbusto, que al llegar a su estado de madurez fisiológica se torna de un color rojizo denominado cereza. Actualmente, existen numerosas especies de plantas *coffea*, no obstante, a nivel mundial, únicamente, se comercializan tres de ellas: *C. arábica*, *C. robusta* y en menor cantidad *C. libérica* (Mora, 2008, parr.1). La especie *C. arábica* es la que más se utiliza en la producción mundial, esta especie representa el 70-80% de su utilización, mientras que la variedad de *coffe robusta*, que es más acida, representa alrededor del otro 20-25% de su utilización. (Moscoso, 2015,p.6).

En Centroamérica únicamente se cultiva la especie *C. arábica*, la cual se considera de excelente calidad, pero su costo de producción es muy elevado. El *C. Robusta*, aunque tiene bajos costos de producción y, por lo tanto, se puede comercializar a un precio más bajo que el *C. arábica*, se caracteriza por una baja calidad y un pobre aroma. (Minga, 2017)

### **2.1.2 Café arábica**

Un arbusto de café, si se deja crecer libremente, puede llegar a los 20 metros de altura y vivir por 200 años, aproximadamente. Sin embargo, de acuerdo con los ciclos productivos y las funciones biológicas y metabólicas y facilidad de recolección, es difícil encontrar árboles de más de dos metros de altura y más de ocho años. (IQ, 2017).

Otros aspectos relevantes respecto al café son sus hojas, las cuales tienen una forma oval, son, aproximadamente, de 15 cm de largo y tienen un tono de verde más oscuro en una de las caras de cada hoja. Las flores del árbol de café, conocidas como flores de azahar, son de color blanco y se producen en grupos. Su olor es muy agradable, y es muy similar al olor de jazmín. Dichas flores, luego, dan paso a los frutos del árbol de café, que tienen forma ovalada y crecen en forma de racimos a lo largo de las ramas del árbol. (IQ, 2017).

Cada fruto contiene en su interior dos semillas o granos de café, los cuales se conocen como *peaberry*, estas semillas presentan una superficie plana que se encuentra recubierta por un delicado tejido conocido como película. Estas dos fracciones se sostienen dentro del endocarpio, membrana conocida también con el nombre del pergamino o cascarilla de café que es dura y quebradiza cuando se seca. (Villalta, 2016).

### **2.1.3 Cosecha o recolección manual del fruto rojo del café**

El período total de cosecha del café se sitúa entre los meses de noviembre y enero, dependiendo de la altitud. De septiembre a diciembre se cosecha en las zonas bajas (hasta 1000 m.), de noviembre a enero en alturas intermedias (hasta 1400 m.) y de enero a abril se realiza la de mayor altura (más de 1400 m.). Durante la cosecha, los productores realizan al menos cuatro cortes, de los cuales en el primero y el último se concentran los granos con mayores problemas de calidad; en los cortes intermedios se cosecha solo grano maduro. (Toledo A. L., 2014).

## 2.2 Proceso de maduración del fruto del café

Durante la fase final de la maduración, ocurren transformaciones en los granos, de los cuales se pueden mencionar: la degradación de la clorofila, síntesis de pigmentos, reducción de compuestos fenólicos y aumento de compuestos volátiles. Lo anterior significa que sólo los frutos que alcanzan su plena madurez llegan a su punto óptimo de calidad.

En la figura 1, se observa el crecimiento del fruto hasta alcanzar su madurez fisiológica, que es la condición en la que éste llega a su máximo contenido de materia seca. La respiración climatérica se inicia cuando los frutos alcanzan el máximo tamaño, razón por la cual aquellos en estado verde-amarillo tienen respuesta respiratoria.

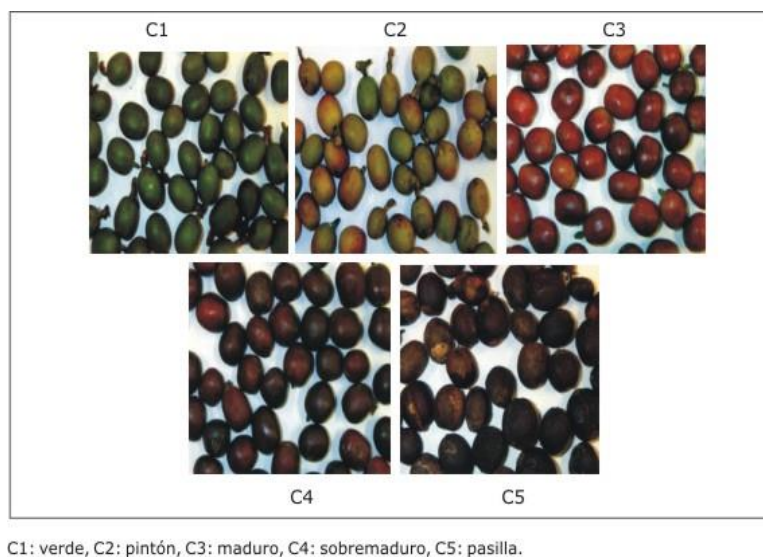


Figura 1 Granos de café (Coffe Arábica) durante su maduración

Fuente: (Puertas Mejía, Rivera Echeverry, Villegas Guzmán, y Rojano, 2012)

La cosecha de los frutos de café se hace, habitualmente, con el criterio empírico del color de la cereza, la cual al madurar muestra una mezcla de tonalidades verdes, amarillas y rojas, según el cultivo o variedad, y como resultado se obtiene un producto cosechado que incluye frutos verdes, pintones, maduros, sobre maduros y secos. (Marín, 2003).

Al cosechar cerezas de café en un estado de madurez temprano (tonalidades verdes y amarillas), estas pueden carecer de condiciones apropiadas para el consumo y, además, realizar una cosecha prematura implicará pérdidas en peso y en rendimiento, debido a que los frutos son de menor tamaño que los maduros. (Vidal, 2014).

Por otra parte, los frutos recolectados tardíamente pueden estar sobremaduros o secos, y presentan un comportamiento elástico de la pulpa que perjudica las condiciones para un óptimo beneficio, al igual que disminuyen sus cualidades sensoriales, con una mayor predisposición a sabores de tipo fermento, a las alteraciones fisiológicas y al ataque de insectos o de patógenos. (Vidal, 2014).

La madurez o plenitud del café está, directamente, relacionada con la calidad de la bebida o infusión que se obtiene. Las etapas de maduración del café son tres: fruto verde, fruto maduro y fruto sobremaduro. Cada uno de estos tiene una relación directa con las características sensoriales que tendrá la taza, en la que se sirve, al momento de ser consumida.

### **2.3 Procesamiento del café**

El café antes de ser molido, pasa por una sucesión de procesos de elaboración que le aporta distintos niveles de calidad. Los procesos de beneficiado inician desde el manejo de la finca, a partir de una serie de variables como: temperatura, región, humedad, tiempo de cosecha entre otros.

Estos procesos suelen ser industriales, semiindustriales y artesanales. El procesamiento industrial del café puede realizarse por tres diferentes sistemas: el primero consiste en un tratamiento en seco de café natural, el segundo es un proceso intermedio semi seco, y, el tercero es un proceso húmedo de café lavado. (Alfaro y Rodríguez, 1994).

En general, estos procesamientos del café involucran las siguientes operaciones: recolección, clasificado, despulpado, desmucilaginado, lavado, secado y, posteriormente,

la separación de la cascarilla para ser clasificado, tostado, molido y envasado. En la siguiente figura 2, se puede observar la transformación del fruto del café, expuesto a las etapas de cosecha, despulpado, secado, y descascarillado.



Figura 2 La transformación del fruto del café en el proceso de beneficiado

Fuente: Instituto de investigación en Colombia, 2018

### 2.3.1 Procesado por vía seca

El procesamiento del café por la vía seca es más antiguo, no obstante, se considera que produce un café de menor calidad y, por lo tanto, cotizado a un menor precio que el café procesado por la vía húmeda. Este tipo de proceso se utiliza para, prácticamente, todo el café *C. arábica* y para el café *C. robusto* de muchas partes del mundo (Peralta, 2008).

Cuando se prepara el café para procesar por medio de la vía seca, se deja en la planta hasta que esté sobremaduro y, parcialmente, seco. Posteriormente, por medio de máquinas cosechadoras, se realiza la cosecha y los granos verdes, sobremaduros y secos que han caído al suelo se recolectan por medio de labor humana (Peralta, 2008).

Durante la clasificación, se genera una separación de los granos inmaduros, e los maduros y los dañados. Esta clasificación se lleva a cabo por medio de corrientes de agua. Este es el único proceso que utilizará agua; ya que, es necesario para obtener una adecuada clasificación. Una vez que el grano ha sido clasificado, pasa a la etapa de secado, la cual consiste en esparcir las bayas a lo largo de patios, de tal manera que estén en contacto con el sol. Las bayas son volteadas unas tres semanas hasta alcanzar una humedad del 12% o inferior (Peralta, 2008).

Finalmente, las bayas secas pasan a la etapa conocida como descascarillado, la cual consiste en eliminar las cubiertas secas del café con el objetivo de liberar las semillas. Esta operación se puede realizar de forma manual y a partir de este momento, el proceso es el mismo para los procesos de café, tanto húmedo como seco.

### **2.3.2 Procesado por vía húmeda**

El proceso del café por vía húmeda tiene un mayor costo de producción, puesto que los requerimientos de equipo, mano de obra y tiempo son mayores (Banks, Mcfadden, y Atkinson, 2007). La cosecha se lleva a cabo de manera selectiva en varias etapas, puesto que un mismo árbol tiene frutos con diferentes grados de maduración. Posterior a la recolección, el café pasa por las etapas de clasificación, despulpado, fermentación o desmucilaginado, lavado y, finalmente, secado.

Una vez que el café ha sido recolectado, continúa en su proceso de clasificación por medio del sistema de flotación (Varnam y Sutherland, 1996); el cual, se basa en transportar las bayas con agua, a través de un sistema de canales que contiene diversos tamices y tanques. A lo largo del recorrido, se pueden descartar las bayas inmaduras, las sobremaduras, así como impurezas como piedras y ramas ( Alvarado y Rojas, 1994).

Después del proceso de clasificación, el café pasa a la despulpadora, etapa que es considera de las más importantes; puesto que, en esta se elimina gran parte de la pulpa y

la piel que rodea la semilla de café. El despulpado se debe llevar a cabo entre las 12 y 24 horas siguientes a la recolección del café, para evitar fermentaciones que conlleven a malos olores y aromas en la bebida final (Alvarado y Rojas, 1994).

Posteriormente al despulpado, los granos de café quedan cubiertos con restos de pulpa, mucílago y pergamino. En la etapa de desmucilaginado, se eliminan los restos de pulpa y mucílago. Para ello, se utiliza una fermentación producida por enzimas, a través de métodos químicos, como el uso de soda caustica, o métodos mecánicos, como una máquina eliminadora de mucílago, la cual utiliza fricción para separar esta capa de la semilla. (Alvarado y Rojas, 1994; Varnam y Sutherland, 1996).

Una vez que las semillas de café están libres de mucílago, son lavadas y, simultáneamente, clasificadas mientras son arrastradas por el agua a través de canales de concreto. (Alvarado y Rojas, 1994). Los granos clasificados y lavados pasan ahora a la fase de secado. Esta fase, igual que con el procesamiento por vía seca, pretende reducir la humedad del grano desde, aproximadamente, un 52% hasta menos de un 12%. Se puede realizar extendiendo los granos en patio de cemento u otros materiales impermeables. (Alvarado y Rojas, 1994; Banks, Mcfadden, y Atkinson, 2007).

La siguiente operación de trilla o despergaminado consiste en eliminar la cubierta del pergamino que cubre el grano. Esta puede llevarse a cabo por diferentes métodos, pero el más usual, en Costa Rica, es el uso de máquinas llamadas trilladoras (Alvarado y Rojas, 1994).

El tostado es una etapa esencial en el procesamiento del café, pues es en esta donde se generan el aroma, sabor y color característico de la bebida, durante el tostado, se elimina del 10% al 12% del agua, a este proceso lo sigue una caramelización de la sacarosa. Usualmente, este procedimiento se realiza en tostadoras, que son hornos que

trabajan de modo continuo o discontinuo, donde se lleva a cabo el calentamiento con una temperatura de 202 °C. (Varnam y Sutherland, 1996).

Según Guerra (2018) la molienda del café es una etapa importante puesto que permite que, cuando se vaya a preparar la bebida, los compuestos solubles presentes en el grano de café puedan ser extraídos por medio del contacto con el agua.

El proceso a nivel industrial, observado en la figura 3, indica que la molienda del café se realiza, usualmente, con molinos de rodillos. El café se hace pasar a través de un grupo de pares de rodillos, los cuales ejercen una acción que reduce el tamaño del café.

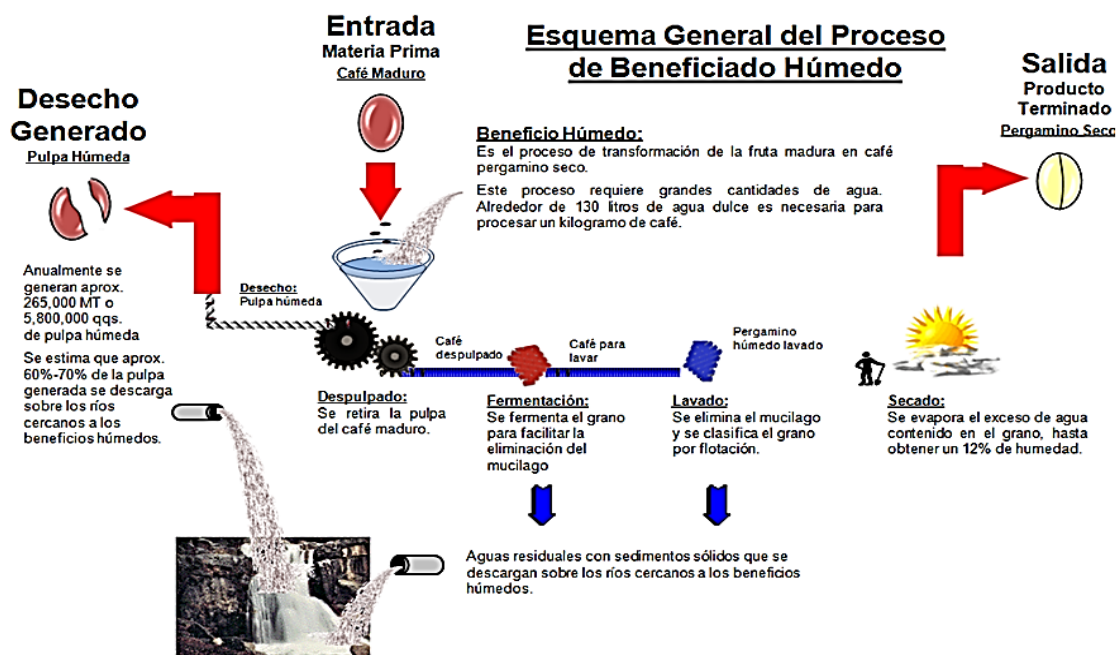


Figura 3 Esquema general del proceso de beneficiado húmedo

Fuente: Herbert Ardón, 2014

En Costa Rica, el sistema más utilizado es el beneficiado húmedo, la razón es que el procesamiento de café requiere del empleo de agua para las distintas operaciones de separación del grano. (Alfaro y Rodríguez, 1994, p.21). En la figura 4 se pueden observar los subproductos que se extraen como resultado.



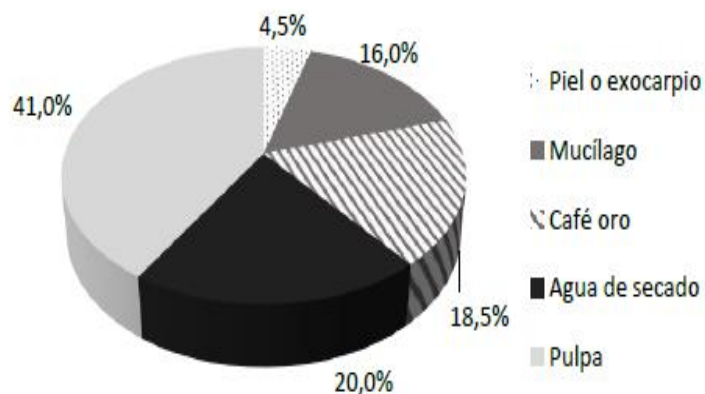


Figura 4 Composición del café en fruta

Fuente: Alfaro y Rodríguez, 1994.

#### 2.4 Subproductos cafetaleros

Durante el procesamiento del café, se generan desechos o subproductos que ocasionan alteraciones directas e indirectas en el medio ambiente, como es el caso de la pulpa, las aguas residuales y la piel o cáscara de café. (Alfaro y Rodríguez, 1994).

Los problemas de contaminación se iniciaron a partir de 1820, cuando los cafetaleros fundaron la “Junta Acuaria”, a cargo de don Juan Rafael Mora, con el propósito de aumentar los caudales del río Tiribí para aprovechar el líquido en esa actividad. Lamentablemente, el proceso de lavado ocasionó que el agua de los ríos utilizada para consumo humano, se contaminara de forma paulatina. (Nación, 2012).

Ante el panorama descrito, en la actualidad, se han hecho esfuerzos para aprovechar los subproductos del café como materia prima, con el fin de desarrollar una serie de productos de valor añadido, tales como: enzimas, azúcares, ácidos orgánicos, y alimentos de consumo humano.

Los subproductos pueden generar grandes beneficios al encontrar las utilidades de los desechos, con el propósito de ser reaprovechados, además, es una ventaja para el

medio ambiente; debido a que se elimina el residuo que iba a recibir el entorno. (FAO,s.f.).

Además, Rusiñol (2016) menciona que un subproducto es cualquier sustancia u objeto resultante de un proceso de producción, pero para considerarse subproducto debe cumplir ciertos requisitos por mencionar a continuación:

1. Se debe tener la seguridad de que la sustancia va a ser usado en un momento determinado.
2. La sustancia se podrá utilizar, directamente, sin tener que someterse a una transformación distinta.
3. El uso final que se le dé al subproducto debe cumplir con todos los requisitos pertinentes a los productos.

En caso de que no se cumpla con las condiciones es considerado como un residuo no útil de procesos de producción, el cual, carece de valor para ser transformado en un subproducto para consumo humano, por lo que se destina a ser desechado, por otra parte, es importante que se clasifique según el tipo de desecho para darle un tratamiento adecuado, disminuir los efectos negativos en el ambiente y reducir el volumen al máximo.

Es importante recordar que este subproductos genera grandes cantidades de fermentación cuando se encuentra en proceso de descomposición, ya que es un residuo rico en minerales los cuales ayuda a generar la proliferación de bacterias no aptas para el consumo humano, es por ello que antes de que este subproducto sea procesado debe cumplir con ciertas especificaciones que lo hagan apto para el reprocesamiento.

En la figura 5 se muestra el proceso tanto del producto como de los residuos, según la descripción hecha, hasta este punto:

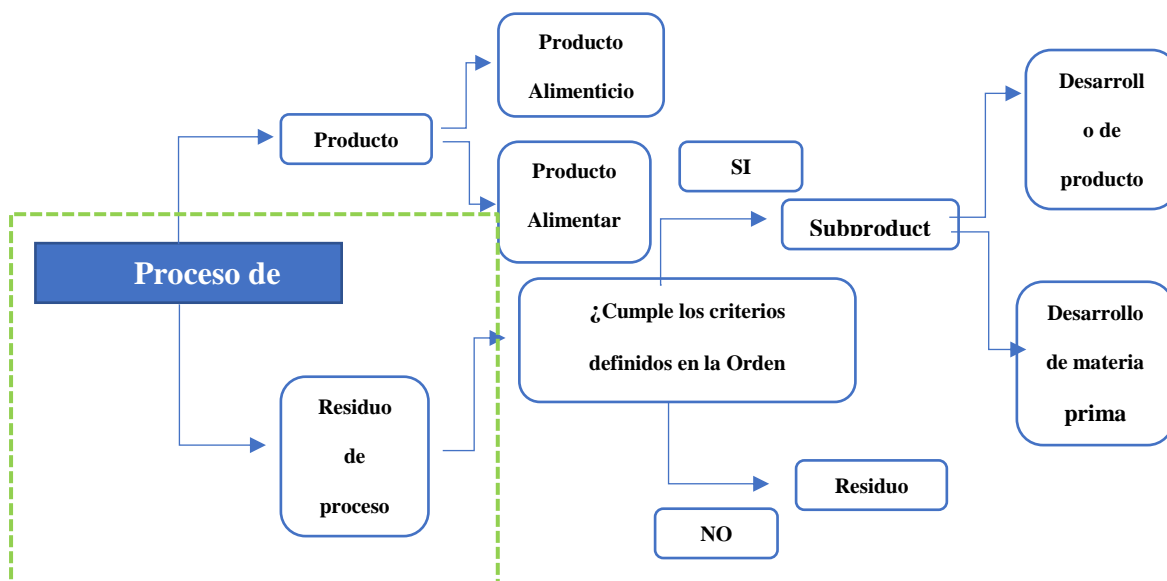


Figura 5 Esquema para evaluación de un subproducto

Fuente: Propia adaptada a Rusiñol, 2016.

Los subproductos del café poseen características que los destacan por sus componentes benefactores, tanto para el ser humanos como para otros seres vivos, de ahí la importancia de indagar y determinar esas cualidades.

El café es una mezcla de diferentes compuestos químicos con propiedades beneficiosas; dentro de estos compuestos se encuentran carbohidratos, lípidos, vitaminas, y otras sustancias; tales como: la cafeína, el ácido clorogénico, alcaloides, moléculas nitrogenadas, y compuestos fenólicos. (Medina, 2016).

Una cereza de café mide, aproximadamente, 6/10 pulgadas (1,5 cm) de largo y comienza como una luz verde, baya inmadura que madura, gradualmente, a amarillo y, luego, adquiere un color anaranjado/carmesí, antes de volverse oscura, de color rojo cereza/negro rojizo, este es el momento en el que la fruta está lista para ser cosechada. (Coffee Hat, 2015).

El fruto de café, como se puede observar en la figura 6, consiste en un papel suave, externo pericarpio o cáscara, generalmente, de color verde en las frutas inmaduras, pero

que se vuelve rojo oscuro cuando esté maduro. El pericarpio cubre la pulpa de color amarillento, fibroso, dulce y suave, llamado mesocarpio exterior. Esto es seguido de una capa de mucílago, translúcida, incolora, delgada, viscosa y, altamente, hidratante. Luego, hay un endocarpio fino de color amarillento, también llamado pergamino. (Medina, 2016, párr5).

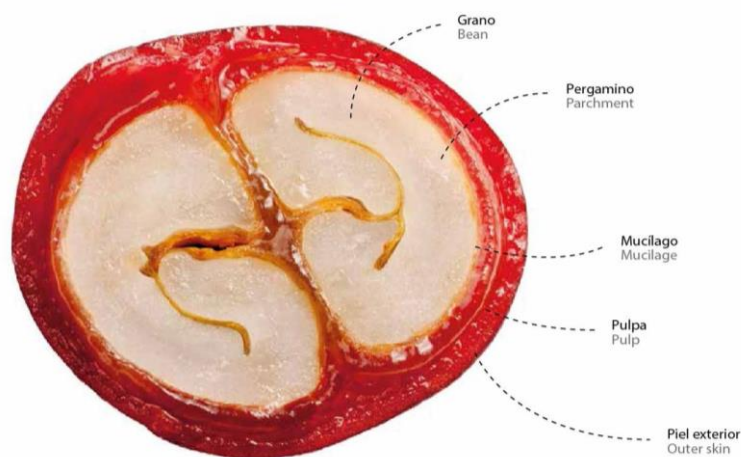


Figura 6 Estructura de las capas de un fruto de café

Fuente: (Instituto del café Costa Rica, 2015)

Es importante recordar que el mucílago del café se caracteriza porque tiene abundantes cantidades de carbohidratos, azúcares, proteínas, cenizas, potasio, calcio y magnesio. (Puerta y Ríos, 2011, p.23).

La fermentación del mucílago es una de las etapas en la que se produce gran cantidad de defectos, que son motivo de rechazo en la compra, por lo tanto, genera pérdidas económicas para el caficultor con consecuencias desfavorables para el mercado.

El contenido de humedad en la pulpa es muy alto, por lo cual representa una de las mayores desventajas en su utilización. Sin embargo, el material deshidratado contiene cerca de 10% de proteína cruda, 21% fibra cruda y 8% de cenizas. Pero, además, contiene

sustancias como la cafeína y otros compuestos fenólicos entre los que se encuentran: flavonoides, isoflavonoides, xantos, así como los ácidos hidroxicinámicos, ligninas, fenoles simples, ácidos fenólicos, ácidos clorhídricos, sustancias pépticas y ácido cafeico (Macrae, 2017). Justamente, en la broza de café de la variedad *coffe arábica* se pueden encontrar dos clases principales de polifenoles, a saber: carotenoides, antocianinas.

Es importante recordar que los polifenoles tienen capacidad antioxidante debido a su facilidad para reducir la producción de radicales libres, la cual está relacionada con el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares y cáncer. También, los polifenoles previenen el deterioro de la calidad y el valor nutritivo de algunos productos, sobre todo los de alto contenido en grasas y lípidos. (González R. M., 2012,párr.13).

Por su parte, los carotenoides también cuentan con una importante acción antioxidante, porque funcionan como precursores de la vitamina A, la cual ayuda a prevenir: ciertos tipos de cáncer, la aparición de enfermedades cardiovasculares y los problemas como las cataratas o la degeneración macular; también, fortalecen el sistema inmunológico y protegen las membranas de las células, las mucosas y la memoria. (González R. M., 2012, párr.14).

Ahora bien, la proteína de la pulpa de café contiene niveles similares o más altos de aminoácidos que otros productos, tal como la harina de algodón y la harina de soya. Por otro lado, la pulpa de café muestra concentraciones, generalmente, más altas de aminoácidos que el maíz, pero es deficiente en los aminoácidos azufrados. Además, es importante notar el contenido, relativamente, elevado de lisina en la pulpa, el cual es alto como el de la harina de soya, cuando se expresa como mg/g de nitrógeno. (Jaramillo, 2013).

## **2.5 Aprovechamiento de los subproductos cafetaleros**

Desarrollar nuevos productos a partir de subproductos es una necesidad creciente e indispensable para las empresas, y aquellas que no lo practiquen corren un gran riesgo, de acuerdo con el perfil de los consumidores que modifican, vertiginosamente, sus preferencias y expectativas, aunado a la influencia de las tecnologías, las cuales provocan, a diario, la aparición de novedades que, automáticamente, generan nuevos tipos de alimentos.

De acuerdo con esta capacidad de adaptación y respuesta proactiva ante el cambio, los avances tecnológicos desarrollan productos de distintos rangos de calidad, un ejemplo de ello es el aprovechamiento de los residuos, el cual trae como efecto la disminución del impacto ambiental; además, beneficia, económicamente, la organización por el valor agregado que aporta en la realización de nuevos productos.

Kleef, Hans y Luning (2006) indican: “para que los estudios sean efectivos dentro de un proceso de investigación y desarrollo, debe identificar las percepciones que tiene el consumidor sobre los atributos del producto, incluyendo los beneficios personales y valores que proveen la base para interpretar y escoger los productos.” (p.16).

### **2.5.1 Harina**

La harina es un polvo fino que se obtiene del cereal molido u otros alimentos, según Peládez (2013). La harina, sin otro calificativo, suele relacionarse, directamente, con aquella que procede del trigo, si se trata de harinas originarias de otro vegetal, habrá que mencionar su procedencia, por ejemplo, las más reconocidas son: harina de maíz, harina de centeno, harina de cebada, harina de avena, harina de arroz y harina de garbanzos.

La harina puede contener mayor o menor cantidad de grano entero, de acuerdo con el grado de extracción, también se puede clasificar según la fuerza, ejemplo de ello,

es la harina fuerte, la cual procede de trigos duros, se caracteriza por contener gran cantidad de gluten, lo que permite la formación de masas elásticas y consistentes.

Por otra parte, en el tema de los controles de calidad aplicados a productos de harina y sus derivados, se basa en su contenido de humedad, por la cualidad del producto.

**2.5.1.1 Tipos de harina.** Existen diversos tipos de harina a continuación se detallará cada una de estas:

1. **Harinas Modificadas:** Estas son tipos de harinas que se han manipulado para modificar sus características, por ejemplo: las harinas mezcladas son la combinación de diferentes materias primas y están desarrolladas para elaborar un tipo de pan en específico; por lo tanto, se consolidan como una forma de hacer más variada y atractiva la gama de pan.
2. **Sin gluten:** Harina libre de pequeñas proteínas llamadas gluten. Dicha harina tiene bajo contenido en gliadinas, las cuales son las proteínas del gluten y las responsables de la enfermedad celiaca en las personas. (Barro, 2014).
3. **Harina Enriquecida:** Harina a la cual se le ha adicionado algún producto para elevar su valor nutricional como proteínas o vitaminas. Dicha harina debe cumplir con las especificaciones exigidas por las harinas ordinarias e incluir en el etiquetado del empaque el nutriente que se le añadió. (Excelencia Internacional Agroalimentaria , 2013).
4. **Harina Integral:** Es el producto resultante de la trituration del cereal, con una previa limpieza y acondicionamiento, sin separar sus componentes. Para su comercialización, es importante que estas harinas lleven en su etiqueta una leyenda en la que figuren las palabras “Harina integral”, seguidas de la denominación del cereal del que procede. (Excelencia Internacional Agroalimentaria , 2013).

**2.5.1.2 Tipos de harina según su materia prima.** Las harinas se clasifican, también, de acuerdo con el producto que les da su origen, es decir, según su materia prima, a continuación, se enlistan:

1. **Harinas de cereales:** son aquellas que provienen del: trigo, maíz, centeno, cebada, avena, y arroz.
2. **Harinas vegetales:** son las que derivan de: garbanzos, habas, guisantes, castañas, yuca, patatas, acacias, entre otros.
3. **Harinas de origen animal:** estas se originan de: huesos, pescado, sangre y cuernos.

**2.5.1.3 Harina de pulpa de café.** Muchas de las investigaciones realizadas, han utilizado la harina de pulpa de café para la elaboración de productos alimenticios como: galletas, *cupcake*, queques, sobre los que han realizado análisis sensoriales, que permiten conocer la aceptación del producto.

**2.5.1.4 Valor nutricional de las harinas.** El valor nutricional varía según el tipo de harina. En general, las harinas contienen hidratos de carbono en forma de almidón, dicho polisacárido se caracteriza por aportar buena fuente de energía, además, es un nutriente bien asimilado por el cuerpo humano. En cuanto a las proteínas, la que, mayormente, se encuentra en la harina es el gluten, lo que permite proporcionar la elasticidad durante el proceso, para lograr un pan esponjoso.

En el caso de las vitaminas, las harinas mantienen pocas después del proceso de horneado, sin embargo, las más importantes son la vitamina B y E. La B es la que se encuentra en más cantidad y forma parte de las llamadas vitaminas hidrosolubles: Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Niacina (B3), Piridoxina(B6). La Vitamina E o tocoferol pertenece a las liposoluble, ayuda a aumentar la vida útil del pan y en el cuerpo humano funciona como antioxidante. (Universidad de Córdoba,s.f).



**2.5.1.5 Características sensoriales de las harinas.** Son aquellas relacionadas con el color, el sabor, el olor y la textura, en adelante, se describen:

1. **Color:** El color de la harina depende de la procedencia, sin embargo, la mayoría presentan colores entre blancos y amarillos. Las harinas de buena calidad son reconocidas por presentar un color blanco amarillento, las de mediana calidad se caracterizan por ser blancas, y las que son consideradas de mala calidad tienen tonos rojizos. (Peládez, 2013).
2. **Sabor:** El sabor de las harinas crudas se caracteriza por ser ácido y amargo, no obstante, conforme pasa el tiempo su sabor mejora y tiende a ser dulce. Las papilas gustativas de la lengua son las encargadas de identificar el sabor. (Peládez, 2013).
3. **Olor:** El olor, comúnmente, se utiliza para verificar que el producto esté en buen estado y debe generar olores neutrales y agradables. (Peládez, 2013).
4. **Textura:** Deben ser untosas, uniformes, frescas y suaves, de lo contrario, serían harinas en mal estado, las cuales son: ásperas, no se pegan en los dedos durante la elaboración del pan y no dejan sensación de frescura. (Peládez, 2013).

**2.5.1.6 Métodos comunes de deshidratación.** La deshidratación es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos, el cual permite preservar alimentos altamente perecederos, como las frutas y las hortalizas, cuyo contenido de agua es, típicamente, superior al 90%. El objetivo principal de esta tecnología es reducir el contenido de humedad de los alimentos, para favorecer su conservación (Díaz 2012). Según el procedimiento, se clasifica en:

1. **La deshidratación por exposición al sol:** consiste en colocar el alimento sobre la tierra (acondicionada) o piso de concreto, con exposición directa al sol. La desventaja de este método radica en la vulnerabilidad del alimento a la

contaminación por polvo, infestación por insectos o esporas. Las ventajas de la deshidratación solar radica en los bajos costos de operación y en ser ecológicos, puesto que, generalmente, no utilizan energía eléctrica o derivada de combustibles fósiles (Díaz,2012).

Los alimentos que son deshidratados con este tipo de energía mantienen una gran proporción de su valor nutricional original, si el proceso se realiza en forma adecuada.

El deshidratador consta, básicamente, de dos componentes: la cámara de secado, donde se alojan los alimentos y el colector solar, donde se calienta el aire que absorberá la humedad. La radiación solar es absorbida por el colector, por lo que calienta el aire que hay en el interior. Este calentamiento provoca la circulación del aire en el interior.

2. ***La deshidratación en estufa:*** consiste en una cabina aislada provista, en su interior, por un ventilador para circular el aire a través de un calentador; el aire caliente sale por una rejilla de láminas ajustables y es dirigido, horizontalmente, entre bandejas cargadas de producto.

Estos secadores pueden disponer de reguladores para controlar la velocidad de aire nuevo y la cantidad de aire de recirculación. Los calentadores de aire pueden ser quemadores directos de gas, serpentinas calentadas por vapor o, en los modelos más pequeños, calentadores de resistencia eléctrica (Díaz, 2012, párr.4)

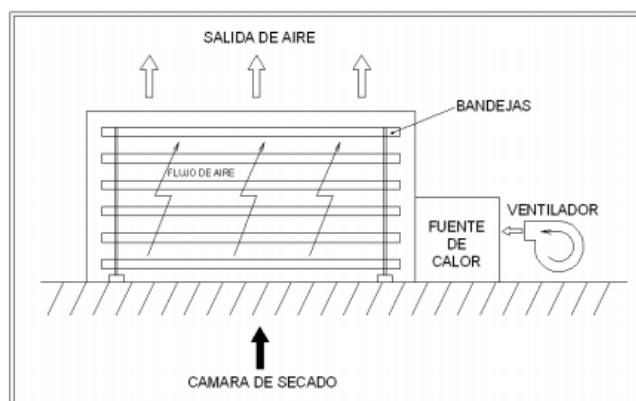


Figura 7 Secador de bandeja

Fuente: Andrés, 2017

### 2.5.2 Mermelada

Según la FAO (2003) las mermeladas son una mezcla de fruta y azúcar que se presenta en forma semisólida. La mezcla se hace en caliente con adición de pectina y, en algunos casos, se agrega ácido para ajustar el pH en el cual se forma el gel. Se pueden elaborar mermeladas a partir de una amplia variedad de frutas, pero se prefieren aquellas que presentan un buen balance entre azúcar y acidez (p.128).

Además, la mermelada es un producto de consistencia pastosa obtenido de frutas maduras, las que son sometidas a un pulpeado y, posteriormente, a un concentrado, también pueden contener trozos o tiras según las exigencias y necesidades del mercado.

El objetivo principal de la mermelada es lograr una rápida concentración de la fruta con el azúcar, hasta tener 68% de azúcares, lo cual equivale a sólidos solubles de 68°Brix. Durante el proceso de elaboración del producto, el agua contenida en la fruta se evapora, lo que ocasiona que: los tejidos se ablanden, la fruta absorbe azúcar y libere pectina y ácidos.

**2.5.2.1 Fruta.** Las frutas que son utilizadas para mermeladas deben tener una madurez comerciable, es decir, la fruta debe estar madura, pero no pasada.

Por otra parte, la calidad de la fruta tiene una gran importancia en la preparación de mermeladas, las que están, ligeramente, verdes proporcionan cantidades suficientes de ácido y sustancias pépticas, mientras que las frutas maduras concentran su aroma y sabor característicos, lo que da más fluidez; por ello, para obtener una buena mermelada se deben elegir las frutas con el mejor estado. (Hernández y Vilanova, 1969,p.2).

**2.5.2.2 Pectina.** Según Coronado y Hilario (2001), la fruta contiene, en las membranas de sus células, una sustancia natural gelificante que se denomina pectina. La cantidad y calidad de pectina presente depende del tipo de fruta y de su estado de madurez. En la preparación de mermeladas, la primera fase consiste en emblandecer y romper las membranas de las células para extraer la pectina, obtenida dicha sustancia, se logra la coagulación del producto. (p.9).

**2.5.2.3 Valor nutricional.** El consumo de mermelada es otra buena opción para asegurar el consumo de frutas, sin embargo, al cambiar el estado de la fruta, esta pierde algunas propiedades; en cuanto a las vitaminas, la mayoría se conservan y los minerales se mantienen intactos, también tiene una gran contribución de energía, glucosa y fibra, esta última se debe por la presencia de trozos de fruta en el producto final, en general, el aporte nutricional depende mucho del tipo de fruta con la que se elabore la mermelada. (Hernández y Vilanova, 1969).

**2.5.2.4 Características sensoriales de la mermelada.** La determinación de las características sensoriales de la mermelada, se realiza para analizar la calidad del producto y se basa en los siguientes cuatro parámetros:

1. **Color:** Una mermelada de calidad presenta un color brillante y atractivo, con la representación del color propio de la fruta. Cuando su color varía significativamente, se debe a una cocción muy prolongada, un insuficiente enfriamiento después de envasar, pulpa descolorida o madurez excesiva. (Díaz, 2001, p. 27).
2. **Textura:** Debe ser bien gelificada sin demasiada rigidez, de forma que pueda extenderse fácilmente. La textura de la mermelada depende, en gran parte, de la pectina que contenga la fruta, si la textura no es la óptima, se corrige dicha deficiencia al agregar pectina para lograr la textura adecuada (Díaz, 2001, p. 27).
3. **Sabor:** Debe presentar un balance óptimo entre el dulzor y la acidez, siempre en busca de mantener el sabor característico de la fruta. De lo contrario, se debe a una formulación inadecuada, demasiada azúcar respecto a la pectina, baja acidez, fruta en mal estado o contaminación del producto (Díaz, 2001, p. 27).
4. **Olor:** Debe presentar el olor característico de la fruta, este permite identificar la calidad del producto, en el caso de que se presenten, simultáneamente, dos olores y, cada uno de ellos es lo suficientemente diferente, se da la posibilidad de que el producto no se encuentre en buen estado. (Díaz, 2001, p. 27).

Utilizar el azúcar para conservar la comida, en especial las frutas, es una técnica tradicional en casi todas las culturas. Según López (2017) “El azúcar en solución concentrada desempeña un papel antiséptico en la conserva de la fruta y de los alimentos en general. Al hervir el azúcar en agua, adquiere una

consistencia que varía en función de la ebullición y por consiguiente, de la evaporación” (párr.1).

Con el propósito de conservar el producto, se controla el pH del agua, el cual, normalmente, está entre 6,7 – 7,8; con la adición de ácido cítrico, el pH se baja a 3,5 en promedio, esto alarga la vida útil del producto y disminuye las posibilidades del crecimiento bacteriano. (Chacon, 2006).

**2.6 Análisis proximales de los productos.** Se desarrolla a continuación el análisis de proximales, para atender su relación con el tema en cuestión.

1. **Análisis de proteína:** Por su costo, es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. (Verdini, 2017).
2. **Análisis de cenizas:** Se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o en sus ingredientes, mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra.
3. **Análisis de humedad:** Durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado; ya que, niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14% existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias. (Cockerell, 1971,párr.1). El método se basa en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.

4. **Análisis de grasa:** Los lípidos son moléculas orgánicas compuestas, principalmente, por hidrógeno, oxígeno y carbono, y son conocidos como aceites y grasas. Las grasas buenas son necesarias para la salud del cerebro, células, corazón y nervios, de manera que garantizan el buen funcionamiento del cuerpo. (Masson, 2016).

Soxhlet y Goldfish son métodos gravimétricos utilizados para la determinación de lípidos, grasas, extractos etéreos en alimentos, bebidas, raciones, aguas y efluentes, con base en la pérdida de peso del material seco sometido a la extracción, por medio de solventes orgánicos en caliente.

5. **Análisis de fibra dietética:** Está compuesta por polisacáridos no amiláceos y/ u otros componentes que incluyen: almidón resistente, inulina, pectinas y  $\beta$ -glucanos. Se conocen y utilizan, ampliamente, en varios métodos analíticos para la cuantificación de la FD total y/ o sus componentes individuales. (Brunt y Sanders, 2013, párr.3).

En lo que respecta a la metodología analítica para medir la fibra dietética, se utilizan métodos gravimétricos y métodos enzimático-químicos. Los métodos gravimétricos se basan en pesar el residuo que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no son fibra. Los métodos enzimático-químicos consisten en aislar los residuos de FD por acción enzimática y en liberar, por hidrólisis ácida, los azúcares neutros que constituyen los polisacáridos de la fibra, y medirlos por cromatografía líquida de alta presión. (Brunt y Sanders, 2013,párr.3).

6. **Análisis de antioxidantes:** Debido a la dificultad de medir por separado la capacidad antioxidante de las moléculas y sus efectos sinérgicos, se han desarrollado distintos métodos para evaluar su capacidad antioxidante total.

Uno de los más empleados en alimentos es el de Capacidad de Absorción de Radicales Libres (ORAC), debido a que permite comparar alimentos de distinta naturaleza, en cuanto a su riqueza en moléculas antioxidantes, y a que mide la capacidad de los antioxidantes presentes en la muestra, para proteger una proteína del daño oxidativo. (Periago, Navarro y Garcia, 2017, párr.3)

7. **Análisis de polifenoles:** Ignacio Agudelo (2015) “describe que los polifenoles se caracterizan por dar positivo la reacción de fenoles y precipitan a los alcaloides, la gelatina y otras proteínas en solución.” (p.161).
8. **Análisis de pH:** El valor de pH es utilizado como indicador del contenido ácido que existe en un determinado alimento o bebida, el cual varía entre 0 y 14. De esta manera, cuando un alimento o bebida presenta un valor de pH menor a 7 se considera ácido, esto significa que alimentos o bebidas con niveles por debajo de 5,3 podrían, entre otros aspectos, poner en riesgo el esmalte de los dientes. (Pérez C, 2018, párr.6).

pH-metro es el instrumento utilizado para realizar las mediciones de los pH, el valor del pH de una sustancia varía, ligeramente, con la temperatura, por tanto, los pH-metros suelen indicar siempre, además del valor de pH, la temperatura de la muestra analizada. Lo recomendable es siempre hacer la medición a temperatura ambiente.

9. **Sólidos solubles totales:** Los sólidos solubles totales ayudan a determinar la concentración de sacarosa por 100 ml de una solución y se determinan con el índice de refracción, el cual se expresa con los grados brix (°Brix) a una temperatura standard de 20° C, en la cual no varían, pero si la temperatura es menor, la medición de °Brix disminuye, levemente.



## **2.7 Análisis sensoriales**

El análisis sensorial es el examen de las propiedades sensoriales de un producto, realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones ejercen sobre el juicio del consumidor. (García, 2007, párr.1).

Actualmente, el desarrollo de los análisis sensoriales ha permitido que su aplicación, en la industria alimentaria, sea reconocida como una de las formas más importantes de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor.

### **2.7.1 Pruebas afectivas o hedónicas**

Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas ayuda no sólo a establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto permite mantener o modificar la característica del producto. Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas se encuentran pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad. (Domínguez, 2007, p.18 ).

En cuanto a las pruebas de aceptabilidad, se asume que el nivel de aceptabilidad del consumidor existe en un continuo, en el que, no necesariamente, existe el mismo nivel de escala entre las opciones: “me gusta mucho” y “me gusta”, que entre “me disgusta mucho” y “me disgusta”. Las respuestas están categorizadas en escalas desde “gusta” a “no gusta”, también se pueden evaluar otros atributos del alimento, por ejemplo: salado, dulce, espeso, aguado, etc. Para el análisis, se asigna un valor numérico a cada escala. No

se debe buscar otra alternativa o alternativas intermedias, se usa las que están dadas. (Domínguez, 2007 ).

### **2.7.2 Prueba de Wilcoxon**

Se utiliza para comparar la mediana de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas.

### **2. 7.3 Focus Group**

El Focus Group es una metodología de investigación de mercado que tiene la función de analizar y captar la retroalimentación sobre productos, servicios y campañas de *marketing* de una empresa. (Lisboa, 2019).

### **2.7.4 Estabilidad de los productos**

El estudio de estabilidad permite conocer los datos de la durabilidad del producto a través del tiempo, de igual manera ayuda a determinar cambios que se presentaran en sus propiedades, y establece la calidad desde el momento de fabricación hasta el momento en el que el consumidor abre el producto. (Soriano, 2016).

### III. MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo desarrolla, de forma precisa, los datos para la implementación de los objetivos propuestos en la presente investigación, además, se describen los métodos y técnicas utilizadas para la recolección de información que demuestra y valida la aplicación.

A continuación, se presentará un esquema con los objetivos y las propuestas de cada uno:

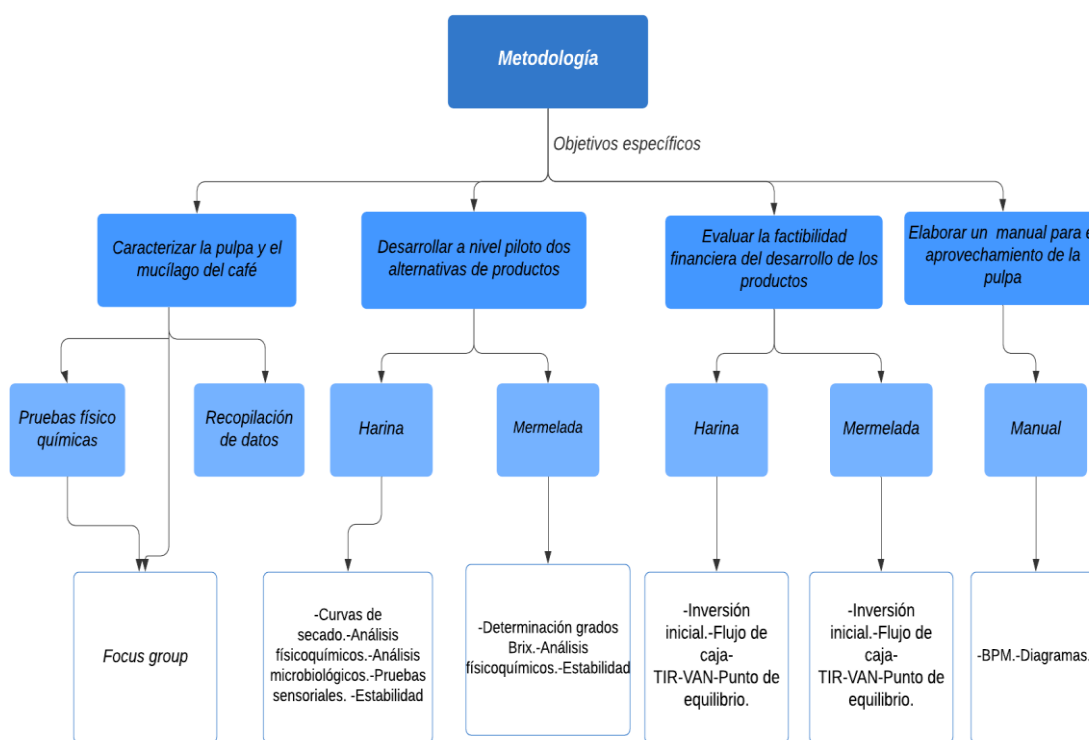


Figura 8 Esquema general de marco metodológico

Fuente: Elaboración propia

### **3.1 Tipo de investigación**

En el estudio de interés, se presentan dos tipos de investigación, a saber: la exploratoria y la experimental.

Las actualizaciones informativa y tecnológica es constante, a esto se le suma el aumento en las investigaciones y el desarrollo de innovaciones de gran valor, sin embargo, en el ámbito de interés, es carente la información relevante que ayude a generar nuevos estudios, un ejemplo de ello es la limitada información e investigación sobre la caracterización y la utilización de los subproductos cafetaleros, por lo tanto, se investigará a fondo en libros, revistas, entrevistas y sitios web, hasta permitir generar bases para nuevas investigaciones a futuro, de ahí, que se diseñe una investigación de tipo exploratorio.

Con la investigación experimental, se obtendrá la identificación y manipulación de las variables de estudio de una manera controlada, para el aumento o la disminución de estas, el fin es describir de qué modo o por qué se produce una situación o acontecimiento.

Estas variables se identificarán por medio de pruebas piloto, resultados físico-químicos, microbiológicos y análisis sensoriales.

La presente investigación se enmarca en ese parámetro, puesto que se investigará y se desarrollará alternativas alimentarias para el uso de los subproductos cafetaleros.

### **3.2 Fuentes y sujetos**

La información de la presente investigación, se recopilara por medio de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias son llamadas de primera mano, en esta lista se encuentran tesis obtenidas sin ser resumidas, libros sin ser filtrados e información compilada por empresas relacionadas con la industria cafetalera. En cuanto a las fuentes secundarias, se utilizan diferentes informes, para confirmar información, artículos

científicos y de revista, para ampliar la investigación. Todas las fuentes bibliográficas que se utilizaran son de carácter confiable, por ello, se cuenta con la referenciación de cada dato aportado, además, de que se caracteriza por ser teoría reconocida, de buena calidad y fundamentada adecuadamente.

### **3.3 Hipótesis o preguntas generadoras**

**H1:** Es factible establecer procesos de aprovechamiento de la pulpa y mucílago del café a través del desarrollo de productos alimenticios para las cooperativas.

### 3.4 Matriz de variables

Tabla 1

*Matriz de variables metodológica*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INSTRUMENTAL
<b>Caracterizar la pulpa y mucílago del café, mediante análisis y recopilación de datos, para la generación de información técnica que permita la propuesta de alternativas de aprovechamiento alimenticio de los subproductos.</b>	1. Características físico-químicas de la pulpa y mucílago <ul style="list-style-type: none"> <li>• PH.</li> <li>• Cenizas.</li> <li>• Humedad.</li> <li>• Sólidos solubles totales.</li> <li>• Proteína.</li> </ul>	Determinación de la composición química, de la pulpa y el mucílago del café, a través de acidez (pH), cenizas, porcentaje de humedad, contenido de sólidos solubles y proteína.	Realización de diversas pruebas físico-químicas en la pulpa y el mucílago del café para determinar su composición y su aporte nutricional en los alimentos, mediante el uso de equipo de laboratorio y metodologías estandarizadas, que incluye análisis de pH, cenizas, humedad, sólidos solubles totales y proteína.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pHmetro.</li> <li>• Mufla.</li> <li>• Estufa.</li> <li>• Refractómetro.</li> <li>• Determinador de proteína.</li> <li>• Instrumento de recolección de datos (registro).</li> </ul>
<b>Desarrollar, a nivel piloto, dos alternativas de productos con valor agregado, utilizando la pulpa y mucílago, mediante la ejecución de</b>	Análisis físico-químicos y microbiológicos aplicados a la harina y la mermelada de café.	Determinación de la composición química de la harina y la mermelada de pulpa de café, respecto al contenido de proteína, fibra dietética, grasas, cenizas,	Ejecución de pruebas físico-químicas para determinar las características de la harina y la mermelada de pulpa de café, que incluyeron la realización de ensayos por triplicado, en las	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pHmetro.</li> <li>• Mufla.</li> <li>• Estufa.</li> <li>• Refractómetro.</li> </ul>

<p><b>ensayos y medición de aceptabilidad para la definición de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y de proceso</b></p>		<p>antioxidante, pH y grados brix.</p> <p>Determinación de análisis de levaduras, mohos y <i>escherichia coli</i> en las harinas.</p>	<p>cuales se establece el contenido de proteína, grasas, cenizas, antioxidante, pH, fibra dietética y grados brix.</p> <p>Comprobación de pruebas microbiológicas para determinar recuentos de moho, levaduras y cantidad de <i>Escherichia coli</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinador de proteína.</li> </ul>
	<p>Tipo de productos desarrollados</p> <p>Aceptabilidad sensorial de los productos desarrollados.</p>	<p>Desarrollo de productos tipo panificación y conservas.</p> <p>Análisis con técnicas estandarizadas que ayudan a determinar las propiedades sensoriales de los productos.</p>	<p>Ejecución de ensayos de elaboración de productos tipo panificación y conservas.</p> <p>Implementación de un panel sensorial, a través de escala Likert, la cual determina la aceptabilidad de los productos desarrollados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deshidratador de bandejas.</li> <li>• Deshidratador solar, cocina, licuadora, termómetros, pHmetro</li> <li>• Panel sensorial conformado por 200 jueces o catadores no entrenados.</li> </ul>
<p><b>Evaluar la factibilidad financiera del desarrollo de los productos</b></p>	<p>Evaluación financiera:</p> <p>1. Harina</p>	<p>La evaluación financiera es el estudio que dispone el éxito o fracaso de un</p>	<p>Estimación de la viabilidad, mediante modelado del costo; determinación de inversión, por</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización modelado-algorítmica del costo.</li> </ul>

<p><b>propuestos, mediante un análisis de la inversión inicial y los flujos de caja proyectados, como referencia para la toma de decisiones de inversión.</b></p>	<p>2. Mermelada de pulpa de café.</p>	<p>proyecto, puesto que garantiza, a largo plazo, su rentabilidad económica, la cual incluye: inversión inicial, gastos fijos, costos de producción, ventas y punto de equilibrio.</p>	<p>medio de cotizaciones de los equipos que se necesitarán para la elaboración de los productos, así como gastos fijos y costos de producción variables, mediante estimación del costo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cotizaciones.</li> </ul>
<p><b>Elaborar un manual para el aprovechamiento de la pulpa residual del café, a partir de los parámetros generados y resultados de los ensayos, como guía para productores y cooperativas cafetaleras.</b></p>	<p>Componentes del manual de productos a base de pulpa y mucilago de café.</p>	<p>Secciones y componentes de la herramienta digital que permite demostrar, mediante esquemas y procedimientos, la elaboración de los productos a partir de pulpa y mucílago de café.</p>	<p>Elaboración de índice de secciones del manual, cuadros de formulaciones una vez establecida la estandarización de los procesos, diagramas de flujo, descripción de procesos, determinación de puntos de control y características óptimas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto CAD.</li> <li>• Microsoft office.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia



### 3.5 Población y muestra

La población de estudio la representan los productores de café de la zona de Palmares, en la provincia de Alajuela. Asimismo, la población meta está constituida por los productores de café que ostentan el aprovechamiento de los subproductos generados durante el despulpado del café, para elaborar sus propios productos y darle un valor agregado a lo que es considerado un desperdicio.

Para la realización de esta investigación, se emplea la pulpa de café (*Coffea Arábica*), facilitada por una cooperativa de la zona de Palmares, provincia de Alajuela.

La materia prima que se empleará corresponde a la cosecha de café 2019, y se obtuvo del despulpado de café realizado en las instalaciones de la cooperativa

En cuanto al muestreo, se ejecuta uno aleatorio, en el que se toman muestras de lote de broza de café, en cuatro secciones: arriba, abajo, lado izquierdo y derecho.

Inicialmente, se recolectan 33 kg de pulpa de café, extraídos después del proceso de triturado, la pulpa recolectada se lava por un lapso de quince minutos, seguidamente, se almacena en refrigeración a una temperatura de  $-7^{\circ}\text{C}$  en bolsas plásticas, con un tiempo máximo de almacenamiento de 12 h, antes de ser procesada.

Una vez transcurrido su tiempo de almacenamiento, los 33 kg de pulpa de café se separan en bolsas de 5 kg para realizar tres repeticiones de la harina de café y, en el caso de la mermelada, se organiza en bolsas de 1 kg, para realizar, también, tres pruebas.

Tanto para las pruebas físico-químicas, como para las curvas de secado, se realizan tres repeticiones de cada análisis, con una cantidad mínima de 600g, por producto desarrollado.

Para utilizar este residuo, es necesario que su maduración esté completa, es decir, que el fruto se observe de color rojo, por lo tanto, su recolección debe realizarse a principios de diciembre y finales de enero, para las zonas de Palmares.

### **3.6 Descripción de la metodología**

#### **3.6.1 Obtención de la pulpa de café**

Para la obtención de la harina y la mermelada de pulpa de café, se ha seleccionado la variedad *Coffea Arábica*, por ser una de las más utilizadas en las zonas occidentales, esta especie de café aporta beneficios como: resistencia a plagas, alto rendimiento durante la cosecha y aporte de características adecuadas para obtener un café de alta calidad.

Se llevan a cabo visitas a una cooperativa de Palmares, con el fin de conocer el procesamiento del café y el tratamiento de sus residuos.

Al observar el flujo del proceso en el beneficio, se debe saber cómo manipular la pulpa de café para obtener un producto inocuo y generar, no solamente un desecho que será utilizado en abono, sino que pasen a formar parte de la cadena de valor.

#### **3.6.2 Caracterización de la pulpa**

En función de la implementación del primer objetivo, a saber: Caracterizar la pulpa y mucílago del café, mediante análisis y recopilación de datos, para la generación de información técnica que permita la propuesta de alternativas de aprovechamiento alimenticio de los subproductos; se realizan diversas pruebas físico-químicas, para determinar su composición y, así, efectuar una comparación de sus características con los estudios ya realizados, el fin de esto es establecer las propiedades de la pulpa y del mucílago que son de gran ayuda para generar nuevos productos de fácil preparación.

Las pruebas de laboratorio que responden a estos fines son: humedad, cenizas, proteínas, sólidos totales y pH; a cada prueba, se le realizan tres repeticiones de muestra, para obtener resultados más confiables.

Estos análisis se desarrollan el mismo día de la trituración de la pulpa, y se efectúan en las instalaciones de la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas. (Ver anexo No.1)

**3.6.2.1 Materiales y equipos de laboratorio.** Para realizar las pruebas físico-químicas es necesario el uso de los siguientes equipos de laboratorio: beakers, pH metro, refractómetro, mufla y potenciómetro, a continuación, se detalla el instrumento requerido para cada etapa de las pruebas:

Tabla 2  
*Caracterización de los instrumentos que se utilizan en el laboratorio*

INSTRUMENTO	MODELO/MARCA	ANÁLISIS
<b>Determinador de proteína</b>	VELP SCIENTIFICA	Proteína
<b>Digestor</b>		
<b>Determinador de proteína</b>	VELP SCIENTIFICA	Proteína
<b>Destilador</b>		
<b>Mufla</b>	GALLENKAMP	Cenizas
<b>Potenciómetro</b>	HANNA	pH
<b>Refractómetro</b>	MILWAUKEE	Sólidos totales
<b>Balanza Analítica</b>	ADAM PW254	Todos los análisis
<b>Estufa / Horno</b>	GALLENKAMP	Humedad
<b>Balanza de humedad</b>	OHAUS MB46	Humedad

Fuente: Elaboración propia.

### **3.6.2.2 Diseño experimental focus group**

El focus group se implementa con siete personas, quienes tienen una trayectoria de años como caficultores de la zona de Palmares y se encuentran familiarizadas con las características propias del fruto del café. Inicialmente, son instruidas en la utilidad de los subproductos del café, con el objetivo de que estos generen un valor agregado, se les listan cinco tipos de productos basados de este residuo, y se les indica que seleccionen dos de su preferencia para implementarlos, de acuerdo con: propiedades físicas del lugar, características del fruto, facilidad de preparación, preferencias, etc.

### **3.6.3 Desarrollo de pruebas piloto**

Al identificar las características físico-químicas del fruto del café y al llevar a cabo la investigación sobre la utilidad de estos residuos, se desarrollan dos pruebas a nivel piloto, con base en el alcance del segundo objetivo, el cual versa así: Desarrollar, a nivel piloto, dos alternativas de productos con valor agregado, mediante el uso de la pulpa y mucílago, con la ejecución de ensayos y medición de aceptabilidad para la definición de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y de proceso. De acuerdo con este alcance, se elaboran dos harinas, mediante la utilización de dos procesos distintos, la primera harina se desarrolla con un secador de bandejas, y la segunda harina, a través de un secador solar de elaboración propia.

La segunda alternativa corresponde a la elaboración de una mermelada a base de pulpa de café y mucílago, a este producto se le efectúan diversos cálculos para determinar el pH y grado Brix, necesarios para obtener las características deseadas.

Con las formulaciones adecuadas y los procesos estandarizados de los productos, se aplican diversos análisis físico-químicos, microbiológicos, y sensoriales para determinar el grado de aceptación del producto.

### 3.6.3.1 Desarrollo de la harina de pulpa de café.

Para la producción de la harina de pulpa de café, se parte del siguiente diagrama de flujo de harina de quinua:

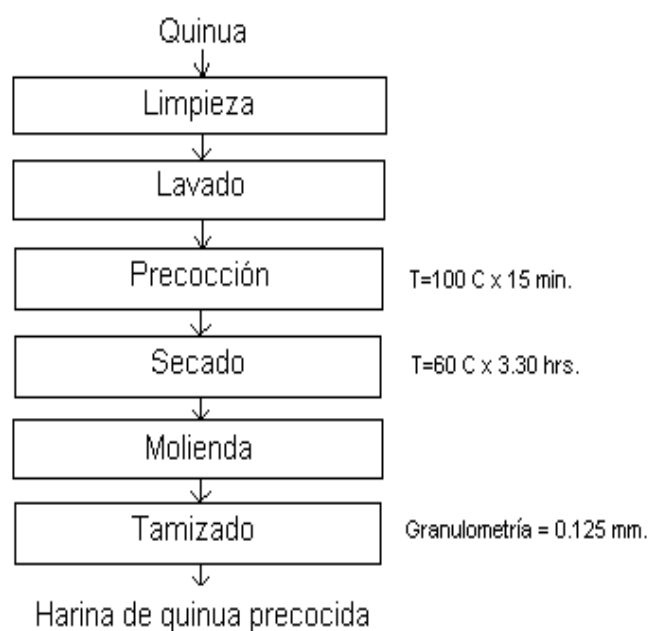


Figura 9 Diagrama de flujo de la harina de quinua

Fuente: Cruz, (2009)

Con base en el diagrama anterior, se aplican tres pruebas preliminares para cada tipo de harina, en los procesos hasta obtener el diagrama idóneo para el proyecto.

**3.6.3.1.1 Materiales y equipos.** Para la realización de la harina es fundamental el uso de equipos especiales que permitan desarrollar, con éxito, la elaboración de productos. En la tabla [No.3] se muestran los equipos especiales para la realización de la harina de pulpa de café.

Tabla 3

*Materiales y equipos que se utilizarán en la elaboración de los dos tipos de harina.*

PRODUCTO	NOMBRE	USO	INSTRUMENTO
<b>Harina de pulpa de café mediante deshidratador</b>	Despulpadora	Máquina que permite desprender la cáscara del grano de café.	
	Deshidratador	Equipo que funciona con un ventilador, el cual permite que el aire caliente circule por todo el equipo, hasta deshidratar el alimento.	
	Balanza de humedad	Instrumento que determina la sustancia seca que queda en el producto, luego de un proceso de secado.	
<b>Harina de pulpa de café mediante secador solar</b>	Secador solar artesanal	Equipo que utiliza la energía solar para calentar el flujo de aire, el cual permite secar los alimentos que se encuentran en el secador.	
	Termómetro	Instrumento que permite medir la temperatura de la harina.	
	Medidor de humedad	Instrumento que permite medir de forma rápida la humedad de los granos.	

Fuente: Elaboración propia

**3.6.3.1.2 Determinación de curvas de secado.** Para el desarrollo de las harinas a base de pulpa de café, se requiere determinar tanto las temperaturas como los tiempos óptimos de secado, para esto, se emplean las curvas de secado, acompañado de un análisis que incorpora variables como: humedad requerida vs. tiempo consumido.

El secado se aplica hasta que la humedad alcance el porcentaje máximo de 15,5% m/m, este valor lo establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 Harinas de Trigo.

La humedad del producto del secador de bandejas, se establece gracias a una balanza de humedad, en el caso del secador solar, se usa un medidor de humedad.

La siguiente ecuación permite fijar el porcentaje de humedad fresca de la pulpa de café, además, de los rendimientos y pesos finales de las muestras secas.

$$(1) H_f = (P_f - P_{ms}) / P_f * 100\%$$

$$(2) R = (100\% - H_f) / (100\% - H_s) = P_s / P_f$$

$$(3) P_s = R * P_f$$

Donde:

$P_s$  = peso seco       $H_f$  = humedad fresca en %\*

$P_f$  = peso fresco       $H_s$  = humedad seca en % \*

$P_{ms}$  = peso materia seca       $R$  = rendimiento

\* Los datos de humedad fresca y humedad seca se obtendrán de valores ya establecidos.

Para la aplicación de este diseño experimental es necesario el estudio de diversas variables; (tiempo, temperatura), ya que, aportan valores comparativos entre los efectos del secado; para ello, se emplean dos métodos diferentes de deshidratación, a saber: solar y

deshidratador de bandejas. A continuación, se detallará la metodología utilizada en estas variables:

1. **Tiempo:** el deshidratador solar abarca tres muestras de pulpa de café, cada una con un peso de 100g, el tiempo del deshidratado es relativo, por las condiciones climáticas del lugar, por esta razón se mide en intervalos de 180 minutos con una balanza electrónica, hasta alcanzar, el peso calculado; es fundamental controlar el peso final, por lo tanto, se determinan 90 minutos para alcanzar la estabilidad del peso constante.

El deshidratador de bandejas comprende, también, tres muestras de pulpa de café de 100g; Para calcular el tiempo de deshidratación, se mide en intervalos de 60 minutos, en un lapso que transcurre entre la mañana y la tarde. Se emplea una balanza analítica, para determinar el peso final. Es necesario que en las dos deshidrataciones, se establezca el tiempo de 90 minutos para alcanzar el peso constante.

2. **Temperatura:** el deshidratador de bandejas evalúa las siguientes temperaturas: 45°C, 60°C y 70 °C. Por la naturaleza del método y en relación con el deshidratador solar, se calcula la temperatura tres veces al día, con un termómetro de espiga, durante la mañana, el mediodía y la tarde, y, posteriormente, se determina el promedio de las temperaturas.

#### **3.6.3.1.3 Evaluación de los equipos utilizados en los métodos de deshidratación.**

De acuerdo con las características de la investigación en curso, es un requerimiento el empleo de dos equipos de deshidratación de alimentos, cada uno con estructuras desiguales que les aportan las características necesarias para la realización de las harinas de pulpa de café, a continuación, se detalla cada uno de estos equipos:

1. **Deshidratador solar:** el deshidratador solar empleado es de carácter artesanal, su construcción parte de una investigación sobre el diseño de un deshidratador solar de



frutas, desarrollado (García , Mejía, Mejía, y Valencia, 2011) por el cual consiste en un proceso de secado por medio de acción de aire cálido y seco, que pasa por los productos por secar, ubicados en las bandejas en el interior del deshidratador. De esta forma, la humedad generada por los alimentos se evapora, en la superficie de los mismos.

En el caso del presente trabajo, la estructura del secador solar se consolida en madera, con forma de cajón en las medidas: 55 x 75 cm.

La base del cajón se forra con una bolsa negra para absorber el calor, encima de esta bolsa se coloca una malla de mosquitero, que separa el producto de la bolsa plástica. El siguiente paso, consiste en cubrir todos los marcos del cajón con cedazo antimosquitos, con la medida: 55 x 75 cm, y con plástico transparente para evitar la salida del calor y la entrada de polvo, esta capa con la medida: 57 x 78 cm. En uno de los laterales largos del cajón, se sitúan las bisagras con los tornillos, una en cada esquina para abrirlo y cerrarlo. En la parte superior del cajón, se coloca una ventana de cristal, con la medida: 55 x 75 cm, llamada colector, esta permita la captura de los rayos del sol. En la siguiente figura, se muestra:

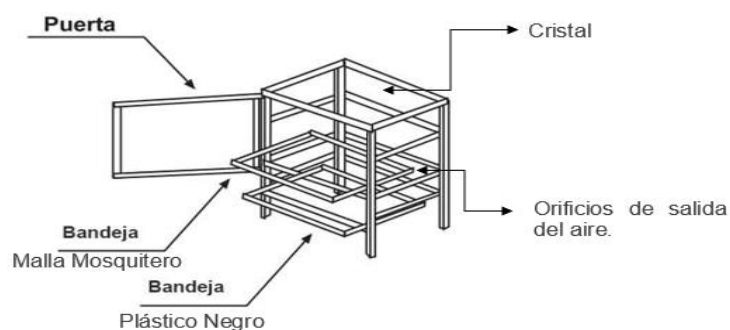


Figura 10 Deshidratador solar

Fuente: (Adaptado de Scheer,1993)

2. **Deshidratador de bandejas:** para este tipo de secado, se utiliza un deshidratador de bandejas que posee la planta de tecnología de alimentos de la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas. Las condiciones de este deshidratador, se controlan; ya que, cuenta con un panel de control que ayuda a inspeccionar la temperatura y la velocidad del aire del equipo. Se emplean bandejas de acero inoxidable, en las cuales, se coloca la pulpa de café de manera uniforme.

### 3.6.3.2 Desarrollo de la mermelada.

Para la realización de la mermelada de pulpa de café y mucílago se tomará como guía un diagrama de flujo de mermelada de frutas, ver la figura 11. Al mismo se le realizará diversas modificaciones conforme se vaya desarrollando el producto hasta obtener el diagrama idóneo para la realización de la mermelada de pulpa de café.

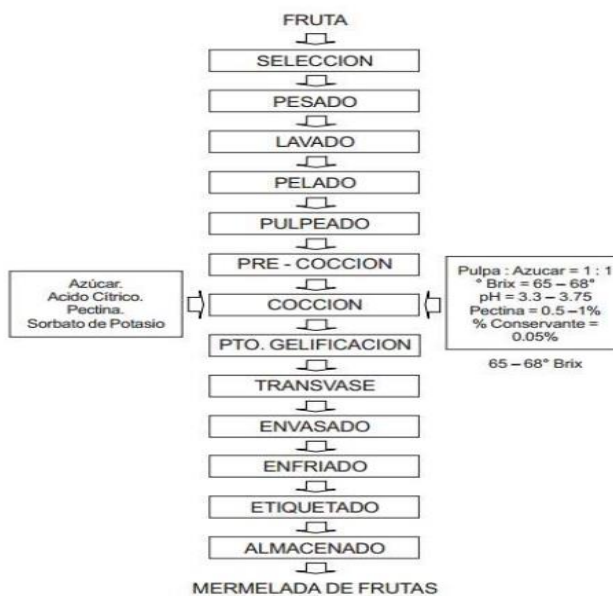


Figura 11 Diagrama de flujo mermelada de frutas

Fuente: Loyola, 2012

**3.6.3.2.1 Determinación de la medición de los grados brix.** Para la realización de la mermelada de pulpa de café, se miden los grados Brix, este paso, permite definir la concentración de un alimento o la cantidad de azúcar requerida para que los alimentos se preserven por mucho más tiempo.

En el presente proyecto, se aplican tres tipos de muestras de pulpa de café, cada una con un peso de 1kg, las fórmulas para obtener estas mermeladas se varían hasta alcanzar los grados Brix necesarios para mantener la estabilidad del producto.

La referencia de la cantidad de grados Brix de estas mermeladas, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{Brix} = (X * 100) / V1$$

Donde:

X= Cantidad de azúcar que se desea adicionar.

$^{\circ}\text{Brix}$ = porcentaje de azúcar disuelta en la solución.

V1= Volumen de la solución.

La cantidad de agua necesaria para variar los  $^{\circ}\text{Brix}$  de una solución, resulta de la siguiente fórmula:

$$VF = (100 * X1) / ^{\circ}\text{Brix}2$$

Donde:

$^{\circ}\text{Brix}2$ = grados Brix en los que se desea dejar la solución.

X1= cantidad de azúcar inicial que debe ser calculada con el despeje de la ecuación.

VF= volumen resultante de mezclar V1 y V agua.

VF= V1 + V agua. Lo que lleva al siguiente despeje:

$$V \text{ agua} = VF - V1$$

El cálculo del rendimiento en cada proceso, permite controlar los costos de producción y conocer la cantidad de materia prima por emplear en el desarrollo de los productos esperados, este cálculo, se expresa como porcentaje y se obtiene de la siguiente manera:

$$R = (Pf/Pi) * 100$$

Donde:

R= Rendimiento.

Pf= Peso final.





Pi= Peso inicial.

#### **3.6.3.2.2 *Materiales:***

Para la realización de la mermelada es fundamental determinar los equipos que se utilizarán en su elaboración, y el uso adecuado que se le otorgué a estos para obtener un producto de alta calidad, en la tabla 4 se observan estos equipos y la funcionalidad de cada uno de ellos.

Tabla 4

*Equipos que se utilizarán en la elaboración de la mermelada de pulpa de café*

PRODUCTO	NOMBRE	USO	INSTRUMENTO
<b>Mermelada de pulpa y mucilago de café</b>	pHmetro	Instrumento utilizado para medir el grado de acidez.	
	Refractómetro	Instrumento óptico que mide la concentración de sacarosa de una solución.	
	Termómetro	Utilizado para medir la temperatura de la mermelada.	
	Cocina de gas	Se emplea para realizar la cocción de la mermelada.	

Fuente: Elaboración propia.

**3.6.3.3 Análisis proximal.** Una vez adquiridos los productos finales, con las características idóneas para su consumo, se realizan los análisis físico- químicos. Los dos tipos de harinas, obtenidas por los distintos procesos de secado, se analizan, de acuerdo con los siguientes criterios: humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra dietética y antioxidantes totales.

En el caso de la mermelada, se ejecuta el control de pH, grados Brix, y el análisis para determinar la cantidad de polifenoles.

Los análisis de humedad, cenizas, proteína, grasa, pH, y grados Brix, se realizan en la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas, para los demás análisis físico-químicos y microbiológicos, se emplea el servicio externo del Centro Nacional de Ciencias y Tecnología de Alimentos (CITA), ubicado en Mercedes, San José, y del laboratorio Lambda, ubicado en San Francisco, San José. Los análisis se efectúan el mismo día de elaboración de cada lote, con el fin de verificar las condiciones del producto.

A continuación, se detallan los procedimientos para cada uno de los análisis de:

1. Humedad, cenizas, proteína y grasa, en estos criterios se realizan tres réplicas con cada tipo de harina
2. pH y grados Brix, para ambos se efectúan tres de pruebas con la mermelada de pulpa y mucílago de café.

Para cada uno de los análisis, se realiza un promedio de los resultados obtenidos, de acuerdo con:

**A) *Humedad***

1. El procedimiento se observa en el anexo 1: Pruebas Físico-químicas, sección: A) Análisis de humedad.
2. El peso de la muestra cambia, específicamente, se pesan 5g de cada harina (solar, secador de bandejas).

**B) *Cenizas***: La metodología para la realización del análisis se detalla en el anexo 1: Pruebas Físicoquímicas, sección: B) Análisis de cenizas.

**C) *Proteína***

1. Los pasos que reúnen este análisis, se observan en el anexo1: Pruebas Físicoquímicas, sección: C) Análisis de Proteína.

2. De cada una de las muestras de harina (solar y secador de bandejas o deshidratador), se pesan 2g.

#### D) *Grasa*

1. Se pesan tres muestras de harina de pulpa de café de 2g.
2. Se preparan los disolventes para la extracción: hexano o éter de petróleo a 40-60 °C, con un residuo de evaporación no superior a 10 mg / l.
3. Se realiza la extracción de la muestra hidrolizada: 70 ml del disolvente elegido (hexano) 60 minutos con crisol sumergido en disolvente hirviendo, 60 minutos de lavado a reflujo.
4. Secado del extracto: se realizan en recipiente de extracción con piedras hirviendo, en un horno a 100 °C, durante 30 minutos. Se deja enfriar en un desecador.
5. Pesaje: el recipiente que contiene el extracto con piedras hirviendo, se pesa a 1 mg de proximidad.
6. Expresión del resultado: como porcentaje de grasa total, con dos cifras decimales, con la indicación de disolvente en uso X 100% de grasa, g de extracto, g de muestra.

#### E) *Sólidos solubles totales*

1. El procedimiento se observa en el anexo 1: Pruebas Fisicoquímicas, sección: D) Análisis de sólidos solubles totales.
2. La muestra de mermelada es una pequeña cantidad.
3. Se excluye el paso 1 y 2 descrito en el anexo, en dicho análisis.

#### F) pH

1. La metodología del análisis se incluye en el anexo 1: Pruebas Fisicoquímicas, sección: E) Análisis de pH.
2. El peso para este tipo de muestra cambia, por ello se pesan 10,0 – 0,1g de mermelada.

#### **3.6.3.4 Propuesta de elaboración de pan dulce a partir de dos tipos de harina de pulpa de café.**

Una vez obtenida las harinas de pulpa de café, se aplican diversas fórmulas que conllevan a la obtención de una receta patrón, con las características idóneas para el desarrollo de dos tipos de panes dulces, ligados con los análisis sensoriales, para conocer si los panelistas identifican diferencias en las propiedades sensoriales de ambos productos.

**3.6.3.5 Análisis sensorial.** La aplicación de la prueba hedónica al consumidor, se realiza con la participación de cien panelistas inexpertos, de ellos, sesenta y nueve corresponden a estudiantes y docentes de la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas, y treinta y uno a caficultores del área de Palmares y personal de la empresa. (Ver anexo 9).

Para esta evaluación, se emplea la escala Likert, en la cual se detectan las similitudes o diferencias identificadas entre dos tipos de panes desarrollados con dos tipos harinas de pulpa de café diferentes (solar, secador de bandejas).

De igual manera, la escala Likert permite determinar la aceptabilidad de una mermelada de pulpa de café. (Ver anexo 8).

Para la prueba de similitud de los panes, se generan códigos con tres dígitos aleatorios, con el fin de identificar cada una de las muestras y evitar el sesgo de la evaluación. Las muestras se marcan con una R, esta seña corresponde al pan desarrollado con la harina del



secador solar, y las muestras codificadas con números representan las del pan con la harina del deshidratador de bandejas.

La escala propuesta para esta medición, utiliza cinco puntos, tal como se muestra en la siguiente figura:

Se parecen				
Extremadamente	Mucho	Ligeramente	Poco	Nada
5	4	3	2	1

Figura 12 Escala de cinco puntos aplicada en la evaluación sensorial de los productos.

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial se cuantifican, mediante una base de datos, que incluye: el número de panelista, el género (femenino, masculino) y la edad.

Los jueces manifiestan la percepción originada al comparar la muestra R con la muestra enumerada, gracias a la escala, cuyos valores son: se parece extremadamente (tiene la mayor puntuación =5), se parece mucho (=4), se parece ligeramente (=3), se parece poco (=2), y: no se parece nada (tiene la puntuación menor =1). Con los datos recolectados, se completa la tabla y se aplica la fórmula: CONTAR.SI, esta contabiliza los valores que cumplen un criterio o aquellos que se repiten en un rango, es decir, cuántas personas califican con la puntuación 5 o el criterio extremadamente, luego, se divide el valor de cada elemento entre el total de la composición y el resultado lo indica como un número real con decimales, el cual se cambia a porcentaje, para interpretar los datos.

Además de ello, se evalúa, por medio de porcentajes, el cambio que le realizarían los panelistas a los atributos del pan, en cuanto a: sabor, aroma, apariencia y textura.

El análisis de los datos obtenidos en esta escala, se determina mediante la prueba de Wilcoxon, con el fin de verificar si existen o no diferencias significativas entre las dos medias de los productos, este análisis se realiza con un nivel de significancia alfa del 0.05.

Para la realización de esta prueba se escogen, al azar, sesenta panelistas no entrenados, a quienes se les indica que anoten la siguiente numeración, según su satisfacción ante los dos tipos de panes elaborados: 1=Nada satisfecho, 2=Poco satisfecho, 3= Neutral, 4= Muy satisfecho, 5= Total satisfecho.

El análisis de la mermelada del pulpa de café, se realiza en la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas y a caficultores de la zona de Palmares, en total son cien panelistas inexpertos, a quienes se presenta una hoja de evaluación sensorial con una escala hedónica de cinco puntos, en la cual deberán anotar: 1= Me disgusta muchísimo, 2= Me disgusta ligeramente, 3= Ni me gusta ni me disgusta, 4= Me gusta ligeramente, 5= Me gusta mucho. Las muestras de la mermelada se codifican con números aleatorios, como se observa en la figura 13:



Figura 13 Codificación de las muestras de mermelada

Fuente: Elaboración propia

De igual forma que con la muestra del pan dulce, con la mermelada, se analizan los resultados a partir de la escala de Likert; pero, en este caso, con una escala de gusto, puesto que solo se necesita conocer la aceptación o rechazo por el producto, no se comparan dos

productos, sin embargo, la cuantificación de resultados o cálculo de porcentajes se realiza de igual forma, en Excel, a través de una base de datos, en formato tabla y la fórmula CONTAR.SI.

Una vez finalizada la evaluación de la mermelada, los panelistas anotan la intención por comprar el producto, según la siguiente escala: 1=No lo compraría, 2= Tal vez lo compraría, 3= Sí lo compraría

#### **3.6.3.6 Determinación de estabilidad.**

Para determinar la estabilidad de los productos, se desarrolla una tabla con los posibles defectos, con la finalidad de analizar las características generales, tanto de la harina como de la mermelada, por criterio experto. Para aplicar la prueba en el caso de la mermelada, se eligen cinco muestras: una que no cumple con los requerimientos y las otras cuatro que sí los cumplen.

Por otro lado, para la aplicación de la prueba en la harina, se desarrolla una muestra que no cumple con los requerimientos, mientras las otras tres sí los cumplen. Al finalizar el proceso de producción del lote de las últimas muestras, se verifica que cumplan con las características sensoriales (textura, sabor, color y olor), una vez que se cumpla con todos los tratamientos estipulados y con todos los requisitos de calidad, se almacena durante seis meses. Cada 1,5 meses (mes y medio), se procede a abrir el frasco o empaque, para observar los cambios a través del tiempo, se evalúan los posibles defectos por criterio de expertos y se determinan los factores que producen los cambios.

#### **3.6.4 Análisis financiero**

El análisis de la factibilidad financiera es una de las partes más importante al incursionar en el desarrollo de un nuevo producto; ya que, mediante esta técnica se refleja la

posibilidad que tiene una empresa o proyecto de crecer y mantenerse en el mercado, por ello, este apartado se enfoca en el alcance del tercer objetivo, a saber: Evaluar la factibilidad financiera del desarrollo de los productos propuestos, mediante un análisis de la inversión inicial y los flujos de caja proyectados, como referencia para la toma de decisiones de inversión.

Para determinar la factibilidad de las alternativas de los productos desarrollados en la investigación, se dispone de en una evaluación de proyectos que engloba un análisis de inversión inicial, un flujo de caja proyectado, la tasa interna de retorno, el valor actual neto y un punto de equilibrio.

Como parte de la evaluación financiera, se determinan los lotes de producción, costo de materias primas directas e indirectas, costo de la mano de obra, el costo de los servicios públicos, la depreciación de los equipos y planta, los materiales directos e indirectos empleados en la producción, y la cuantificación de los gastos administrativos y de ventas, etc.

**3.6.4.1 Inversión inicial.** En el proyecto se cuantifica la inversión inicial, la cual contempla aspectos como: las compras de los equipos, utensilios, mejoras en infraestructura y el funcionamiento de la planta.

**3.6.4.2 Flujo de caja.** Se realiza un informe financiero, en el que se representan los ingresos por ventas de los productos, también, se evidencian los egresos del proyecto, en: materias primas y suministros, salarios de los operarios, la depreciación de equipos y servicios públicos.

El tiempo que se establece, para realizar el flujo de caja proyectado, inicia en la temporada cafetalera que va de noviembre a febrero, y finaliza en julio, el cual es el último

mes donde los productos están disponibles en el mercado. De ahí, se evalúan cuatro ciclos productivos mediante la técnica financiera del flujo de caja proyectado.

Durante este tiempo, se acumulan los activos generados, el propósito del flujo de caja es que funcione como indicador para demostrar que el proyecto cuenta con la capacidad de hacer frente a las obligaciones a corto plazo.

**3.6.4.3 TIR.** Se determina la tasa interna de retorno de la inversión inicial del proyecto, que se desagrega a partir de los flujos de caja proyectados.

**3.6.4.4 VAN.** El valor actual neto de la inversión es reconocido como un indicador financiero y se calcula para determinar la viabilidad de realizar el proyecto, mediante una estimación de los flujos de caja traídos a valor presente.

**3.6.4.5 Punto de equilibrio.** El punto de equilibrio determina la cantidad mínima de unidades que se debe vender para cubrir los costos fijos de producción de los productos de interés. Para calcular el punto de equilibrio, se clasifican los costos directos, indirectos y gastos del periodo, en los cuales incurre la empresa, mensualmente, para la fabricación de los productos.

### **3.6.5 Manual de elaboración de productos**

Una vez estandarizados los procesos para la realización de la mermelada y la harina de pulpa de café, se lleva a cabo la elaboración de un manual, el cual se confecciona para que las cooperativas y los pequeños caficultores tengan una guía para la utilización de estos subproductos, en seguimiento del cuarto objetivo, el cual indica: Elaborar un manual para el aprovechamiento de la pulpa residual del café a partir de los parámetros generados y resultados de los ensayos, como guía para productores y cooperativas cafetaleras.

En este manual, se analizan los equipos utilizados, las materias primas (formulaciones), diagramas de flujo, controles de calidad para cada producto, límites

máximos permitidos de parámetros microbiológicos, según el Reglamento Técnico Centroamericano: RTCA 67.04.50 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, requisitos de calidad en el cual se menciona: textura, sabores, aromas y color de los productos. Y, por último, se determinan recomendaciones que son de gran importancia para alargar la vida útil de estos productos.

### **3.7 Técnicas e instrumentos para recolección de información**

Para esta investigación es fundamental partir de las características del fruto del café y sus utilidades, en la actualidad. Para ello, se utilizan los siguientes instrumentos: libro, revistas, documentos, sitio web, videos, reglamentos e información de las páginas oficiales de las instituciones involucradas en este tipo de proyectos, como: ICAFE, CITA, entre otros.

Se aplican, también, entrevistas y *focus group* para hacer uso del criterio de expertos de la industria cafetalera, con el propósito de determinar preferencias con base en la realización de productos.

Se realizan análisis físico-químicos tanto a la materia prima, como a los productos desarrollados para determinar características idóneas favorables, para ello, se utilizan los siguientes instrumentos: pH metro, refractómetro, termómetro, mufla, hornos, estufa, determinador de proteína y determinador de grasas.

Además, se realizan pruebas sensoriales, de las cuales se obtiene la información por medio de escalas de medición y encuestas.

Se solicitan cotizaciones de equipo de procesamiento para obtener datos de los costos asociados a la elaboración de los productos por desarrollar.

### **3.8 Técnicas de análisis de la información**

La recolección de la información, se realiza a lo largo de la elaboración de cada producto, las variables del secado de los diferentes métodos de deshidratación, se interpretan por medio de un gráfico de curvas de secado, donde se determina la relación que existe entre la temperatura y los tiempos de secado.

Durante las pruebas, se completa una bitácora, en la cual se anotan las desviaciones, cambios de temperatura, humedad, grado Brix, etc. Además, se utilizan tablas en Excel para relacionar los días de secado con la humedad extraída, grados Brix, y pH.

En los diseños experimentales, la utilización de la estadística es fundamental; porque permite inferir sobre los resultados obtenidos, en las diversas pruebas, e identificar si los tratamientos presentan muestras diferentes o si existe algún tipo de relación entre ellas.

Para el análisis estadístico del presente proyecto, se utiliza una prueba denominada Wilcoxon, la cual es no paramétrica, con el fin de comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. En el caso de los dos tipos de harina, se implementa esta prueba para determinar si existe alguna diferencia significativa por parte de los panelistas y determinar si el tipo de secado causa alteraciones sensoriales en las harinas.

## IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Económicamente, el café ha sido un producto muy rentable, tanto en Costa Rica como en fuera de sus fronteras. Al ir aumentando este mercado, las cooperativas se ven en la necesidad de proyectar alternativas para utilizar los subproductos y disminuir la contaminación. Lo anterior, sustenta la importancia de realizar una investigación sobre los nutrientes y compuestos presentes en la pulpa y el mucílago, para justificar su potencial y permitir que la industria cafetalera ofrezca un uso más eficiente para lo que, hasta el momento, es considerado un desecho. A continuación, se describen los resultados obtenidos, luego de aplicar las diferentes metodologías para evaluar alternativas de uso de la pulpa y mucílago.

### 4.1 Caracterización de la pulpa y del mucílago

Según Noguera, Gigante, Menoni, Aude, Montero, Peña (2018), la calidad de un alimento está relacionada con: su valor nutritivo, la percepción que se tenga sobre el producto y la ausencia de defectos, es decir, sin degradación de sus componentes, alteración de sabores y ausencia de contaminantes químicos. Por dicha razón, se determinó la estabilidad de la pulpa y el mucílago, hasta su posible uso y disposición, se cuantificó los contenidos de agua, cenizas, proteínas, carbohidratos, azúcares, fibra, antioxidantes, cafeína, taninos y minerales.

Por medio de revisiones bibliográficas, se obtuvo que la pulpa de café, en comparación con el maíz y el trigo, presentaba niveles altos de aminoácidos por lo que se considera una materia prima de alto valor proteico, por otro lado, se evidenció que la pulpa de café presenta niveles altos de minerales, de los cuales se mencionan, específicamente: el potasio, hierro, y Zinc. Además de ello, se logró determinar que la pulpa de café contiene altas cantidades de antioxidantes, lo cual la convierten en una materia prima atractiva por sus



efectos beneficiosos. A continuación, se detallará con más precisión estos resultados obtenidos.

#### **4.1.1 Composición de la pulpa**

La pulpa es el primer subproducto que se genera y representa en base seca, un 29%, y, en base húmeda, un 39% del peso del fruto entero. La pulpa se caracteriza por ser un subproducto abundante, sólido y húmedo, el cual contiene, aproximadamente, un 86% de agua (Armas, Cornejo y Murcia, 2008). Al poseer gran cantidad de humedad puede ocasionar ciertos inconvenientes, como: el crecimiento de microorganismos, cambio de apariencia en el tamaño, color, olor y algunas desventajas para el transporte.

Por lo tanto, el proceso que se le dé a dicho subproducto y la rapidez con el que se haga es, realmente, importante para su calidad; ya que, la percepción de su color, olor y textura será la evaluación final, para proceder con la elaboración de algún alimento dirigido al consumo humano, o, para la realización de algún otro proceso como: la preparación de abonos.

La pulpa de café está compuesta por el epicarpio y la parte carnosa del mesocarpio del fruto del café, es una capa gruesa de, aproximadamente, 5 mm de célula esponjosa que rodean al grano. En cuanto a su composición, la pulpa deshidratada contiene cerca de un 10% de proteína. (Armas, Cornejo y Murcia, 2008).

Como se muestra en el apéndice 1, la pulpa de café está compuesta por la mayoría de aminoácidos, con un total de dieciocho, contiene tanto los esenciales, los cuales el organismo no es capaz de sintetizar, como los no esenciales; además, se puede comprobar que la pulpa de café en comparación con el maíz, las harinas de soya y de semilla de algodón, tiene los niveles más altos de aminoácidos, por lo que, se considera que la pulpa de café contiene una proteína de alto valor biológico, que lo constituye como un subproducto rico en proteína

vegetal, con el aporte de beneficios que la proteína animal no posee. Esta condición, lo cual identifica como una gran alternativa para aprovechar en el desarrollo de productos saludables, por el aporte de una cantidad considerable de proteínas de buena calidad.

Por otro lado, Mora (2018), determinó que la pulpa contiene una gran cantidad de fibra dietética, la cual está representada en porcentajes que van desde los 30,63% hasta el 36,07% de fibra de pulpa, tanto en base seca como en base húmeda. Esta propiedad se puede emplear en la industria alimentaria en la formulación de productos farináceos, razón por la cual, se consideró la elaboración de harinas y pan como alternativas para los caficultores. El desarrollo de una bebida con esta fibra no es factible tanto a nivel técnico, como a nivel sensorial (visual, textura, color), debido a que la densidad de esta materia es alta y generaría una bebida no homogénea; porque, se formaría una capa de fibra en la parte superior del líquido.

En cuanto a los carbohidratos, en la pulpa en base seca se encuentran en la celulosa, con un 27,65%, los azúcares reductores representan un 12,40%; en azúcares no reductores hay un 2,02 %, y en las sustancias pépticas totales 6,52%. Los carbohidratos en la dieta humana son de gran importancia, debido a que constituyen la principal fuente de energía y durante el metabolismo se queman para liberar energía, dióxido de carbono y agua. (Braham y Bressani, 1978).

De acuerdo con Mora(2018), en un análisis realizado la pulpa de café contiene los minerales que se muestran en el apéndice 2. Estos mismos datos se utilizaron para compararlos con los arándanos y los resultados obtenidos fueron muy buenos, debido que la pulpa de café demostró que contiene mejores cantidades, específicamente, diez veces más de los niveles de fósforo (P), potasio (K), calcio (CA), el doble de magnesio (Mg), y los niveles más similares, se encuentran en: el hierro (Fe) y el Zinc. A lo largo de la historia, los

minerales se han convertido en recursos naturales muy significativos para la vida de los seres humanos, esto permite el aprovechamiento de los alimentos que contienen dichas sustancias, para realizar productos que posean gran cantidad de beneficios y ayuden a cumplir numerosas funciones en el cuerpo humano.

Por el contrario, en el caso de que la pulpa sufra una descomposición y se realice el proceso de despulpado, esta libera una solución acuosa rica en nutrientes, especialmente, potasio (K), que no aportaría buenos resultados a los alimentos; puesto que, las características para realizar algún producto cambiarían, debido que los microorganismos podrían producir compuestos con mal sabor o deteriorar los productos, de ahí la importancia de un tratamiento rápido, luego de la cosecha del café. Por otra parte, la cuantificación de los nutrientes de la pulpa puede variar si mejoran las condiciones físicas y químicas de los suelos.

En cuanto a las pruebas de cenizas, según Mora (2018), obtuvo porcentajes aproximados del 8% del contenido de minerales que poseía este residuo, se debe tener presente que los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo, por lo tanto, el 8% de ceniza obtenida de la pulpa del café, representa el residuo inorgánico que queda tras quemar los componentes orgánicos.

En el caso de la pulpa del café, las características deseables para este subproducto es que disponga de alto contenido de ceniza, para que proporcione niveles apropiados de minerales, necesarios en la elaboración de productos alimenticios. (Acuña, Scielo Zootecnia, 2009).

Según Jiménez (2016), la pulpa de café, además de ser rica en proteínas, carbohidratos y minerales, destaca cantidades apreciables de compuestos como: ácidos clorogénicos e hidroxycinámicos (2,6 %), y cafeína (1,3 %). El ácido cafeico corresponde a uno de los principales ácidos hidroxycinámicos presentes en el café, además de los ácidos ferúlico y

cumárico, cuyas estructuras se muestran en la figura 14. Estos han sido reconocidos como compuestos de alto valor funcional por sus propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias y antioxidantes.

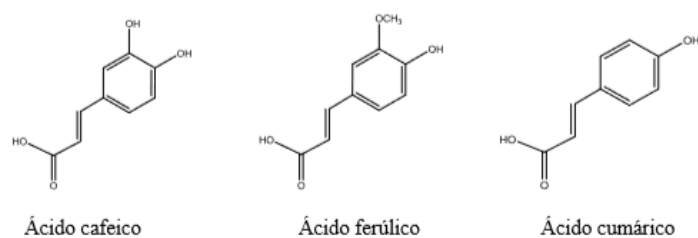


Figura 14 Estructuras de los principales ácidos hidroxicinámicos encontrados en el café

Fuente: Fabián Herrera, 2016

Otro de los compuestos presentes en la pulpa son los polifenoles, estos representan un 2.90 % en base seca, es un compuesto muy reconocido por sus propiedades antioxidantes, las cuales son moléculas con la capacidad de retardar y prevenir la oxidación de un sustrato oxidable. (Herrera, 2016).

Estos compuestos, que son ricos en antioxidantes, convierten la pulpa de café en un producto atractivo por los efectos beneficiosos que tiene sobre la salud si se consume, debido a que la presencia de antioxidantes naturales en los alimentos son la forma más efectiva para la disminución de enfermedades crónicas como el cáncer y aquellas que limitan la calidad y expectativas de vida de la población mundial. El efecto principal o rol de los antioxidantes que se halla en algunos alimentos es: prevenir, retardar y revertir reacciones conducentes a la oxidación de sustratos biológicos (proteínas, lípidos y ácidos nucleicos).

En cuanto al contenido de taninos obtenidos de la composición química de la pulpa del café, se obtuvo información por parte del Instituto del Café en Costa Rica, donde el

porcentaje en base seca es de un 8.0%. Los taninos son los causantes del sabor astringente en los alimentos, los frutos no maduros tienen alto contenido de taninos que le aporta sabores muy amargos. En el caso del café, los granos verdes que no se han madurado contienen un alto grado de taninos, estos compuestos suelen tener un efecto pimienta sobre los alimentos.

En la tabla 5 se observan los componentes de la pulpa del café en sus tres estados: fresco, deshidratado y fermentado.

Tabla 5  
*Componentes de la pulpa de café*

COMPONENTE	UNIDAD	FRESCA	DESHIDRATADA
Humedad	%	85,37	12,05
Materia Seca	%	2,3	87,4
Proteína	%	9,04	10,63
Cenizas	%	1,5	9,58
pH		4.21	_____
Sólidos solubles	Brix	3	_____

Fuente: Elaboración propia con base en: Mora,2018

#### **4.1.2 Composición del mucílago**

El mucílago o mesocarpio es otro de los subproductos que se obtiene durante el procesamiento del café, está localizado entre la pulpa y la cáscara del grano, representa alrededor del 5% del peso seco y del 15 al 22% del peso del fruto maduro. En relación con el contenido de humedad, el mucílago está compuesto por un sistema coloidal líquido, liofílico, por tanto, es considerado un hidrogel. Los sólidos presentes en este subproducto tienen un 80% de ácidos pépticos y 20% de azúcares. (Samayoa, 2014).

Las sustancias pépticas en el mucílago pueden alcanzar altos valores, específicamente, hasta un 39%; sin embargo, su valor promedio es de 35,8%, estas sustancias

pépticas hacen referencia a un grupo de materiales vegetales coloidales y su estructura está compuesta por cadenas de ácido D-galacturónico, unidas por enlaces glucosídicos. (Guzmán, 2008).

Las sustancias pépticas son compuestos que se obtienen, fácilmente, en el café, para ello es indispensable lavar el grano y despulparlo, así se aprovecha tanto la pectina como los azúcares, Según Calle (1962), en análisis realizados se ha demostrado que el mucílago es más rico en compuestos pépticos y azúcares que la pulpa, y su capacidad más importante es formar hidrogeles en presencia de concentraciones de azúcar y ácidos orgánicos. Además, se ha demostrado mediante pruebas de laboratorio, que en procesos de fermentación del mucílago, no se ha encontrado degradación de los compuestos pépticos, únicamente, se observaron variaciones en la concentración.

Por lo tanto, dichos compuestos son una excelente opción para que se aproveche en la industria alimentaria en alimentos como jaleas, mermeladas, rellenos para panificación, confitería y bebidas, debido a la gran importancia que han adquirido por ser agentes gelificantes, estabilizantes y espesantes. Además, frecuentemente, la pectina que contienen otras frutas es utilizada para restituir ciertas texturas o ayudar a ciertos alimentos adquirir una forma apropiada y, lograr, así, proporcionar el uso específico. La mayoría de los azúcares utilizados en la elaboración de estos productos equivale a azúcares sencillos, que aportan los grados Brix necesarios para alcanzar la gelificación de estos alimentos y obtener productos adecuados, para el consumo o su preservación.

Por otro lado, Puerta y Ríos (2011), comenta sobre la cantidad de azúcares totales presentes en el mucílago, los cuales equivalen del 6,2% al 7,4% del peso húmedo del mucílago de café maduro y comprende los azúcares reductores y no reductores.

Los azúcares reductores conforman el 30% del peso del mucílago fresco y son fermentados por las levaduras y bacterias para producir el etanol, el ácido láctico y otros compuestos. Por otra parte, los azúcares no reductores como la sacarosa conforman el 20% del mucílago fresco. Por lo tanto, la degradación de los azúcares del mucílago y la acidificación son los cambios primordiales, con respecto a la composición química del mucílago, durante la fermentación del café.

#### 4.1.3 Resultados de análisis físico-químicos

En la tabla 6, se muestran los resultados de los análisis de la pulpa de café, realizados en el Laboratorio de la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas, llevados a cabo para recopilar datos más fidedignos y compararlos con la información recolectada en fuentes bibliográficas, ya desarrolladas anteriormente.

Tabla 6

*Resultados obtenidos de la composición de pulpa y el mucílago de café*

COMPONENTES	PULPA Y MUCÍLAGO
<b>Humedad</b>	87,9%
<b>Cenizas en base húmeda</b>	1,1%
<b>Proteína en base húmeda</b>	1,9%
<b>Proteína en base seca</b>	18,5%
<b>pH</b>	4,75%
<b>Sólidos totales</b>	4,8 °Brix

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos de la tabla 5 (fuentes bibliográficas) en comparación con la tabla 6, muestran valores muy similares con poca diferencia, a pesar de que, los datos bibliográficos son de cultivos de diferentes zonas de Costa Rica, sin embargo, puede variar el clima, la composición física y química de los suelos y la altitud del lugar, no obstante, dichas variables encontradas mostraron una composición muy semejante al café de Palmares.

#### **4.1.4 Alternativas de productos**

Los datos recopilados mostraron cómo la pulpa y el mucílago contienen una gran cantidad de propiedades, que se pudieron utilizar para el desarrollo de nuevos productos, entre estos, se menciona: el desarrollo de harinas que sean empleadas para la elaboración de productos de panificación como: galletas, pasteles, barritas energéticas etc. Estos tipos de harinas presentaron características físico-químicas favorables para el desarrollo de productos de panificación, entre las propiedades se puede mencionar el gran contenido de fibra alimentaria, el aporte proteico, que es mucho mayor que en ciertos tipos de harinas, y el gran contenido de antioxidante, como: los polifenoles. Este tipo de harinas puede ser consumido por personas que presenten algún tipo de enfermedad celiaca; ya que, no presentan propiedades atributivas a esta enfermedad.

Otra aplicación alimentaria de estos subproductos, recae sobre la elaboración de confites, mermeladas, jaleas, rellenos dulces y, todo lo que relacione con características del dulzor, puesto que, como se mencionó, en la caracterización de los subproductos, la pulpa y sobre todo el mucílago presentaron una gran cantidad de azúcares que ofrecen múltiples beneficios para el desarrollo del producto, entre estos, se mencionan las propiedades osmóticas, las cuales ayudan en la conservación del alimento. Además, cabe destacar que, de igual manera, estos subproductos aportan una cantidad considerable de pectinas que brindan la textura adecuada a los productos.

Para la realización de las mermeladas fue fundamental que el producto o materia prima que se empleó para el desarrollo de las mismas, presentara una acidez idónea para que actuará la pectina, la pulpa por sí sola presenta una acidez de 4,56 apto para la elaboración de estos productos.



Asimismo, los azúcares presentes en estos subproductos, son aprovechables en la elaboración de bebidas alcohólicas por su alto nivel de fermentación; debido a que las levaduras en condiciones anaeróbicas obtienen la energía necesaria para separar las diferentes moléculas de los azúcares totales, lo que genera residuos como CO<sub>2</sub> y bebidas alcohólicas.

Existen otros tipos de bebidas implementables y que no son alcohólicas, entre ellas se puede destacar la realización de: infusiones y bebidas energéticas con propiedades antioxidantes.

Por otro lado, según los resultados obtenidos del *focus group* aplicado para la escogencia de los productos a base de pulpa y el mucílago de café, se confirma una mayor preferencia por parte de los caficultores hacia los productos como harinas, mermeladas, y tés.

La inclinación del grupo hacia la harina está relacionada por ser un producto en el que ciertos procesos se relacionan mucho con el proceso del café, y ya cuenta con un amplio conocimiento para su manipulación, además, de que las instalaciones cuentan con la facilidad de adaptarse al producto.

Por otro lado, se identificó la mermelada como un producto de gran utilidad; debido a que es de fácil preparación.

De igual manera, se mencionó un último producto que responde a la demanda de los entrevistados, este fue el té de pulpa de café, por utilizar la pulpa seca y, de igual manera, su familiaridad con el proceso del café, les confiere una preferencia hacia él.

## 4.2 Desarrollo de productos como alternativa de valor agregado a la pulpa residual de café

### 4.2.1 Diagrama de flujo de la harina de pulpa de café

Para obtener la harina de pulpa de café por medio de los dos métodos de secado, se implementó el diagrama de proceso que se describe en la figura 15. Para validar la efectividad del proceso, se realizaron pruebas con variaciones en tiempo, temperatura y humedad.

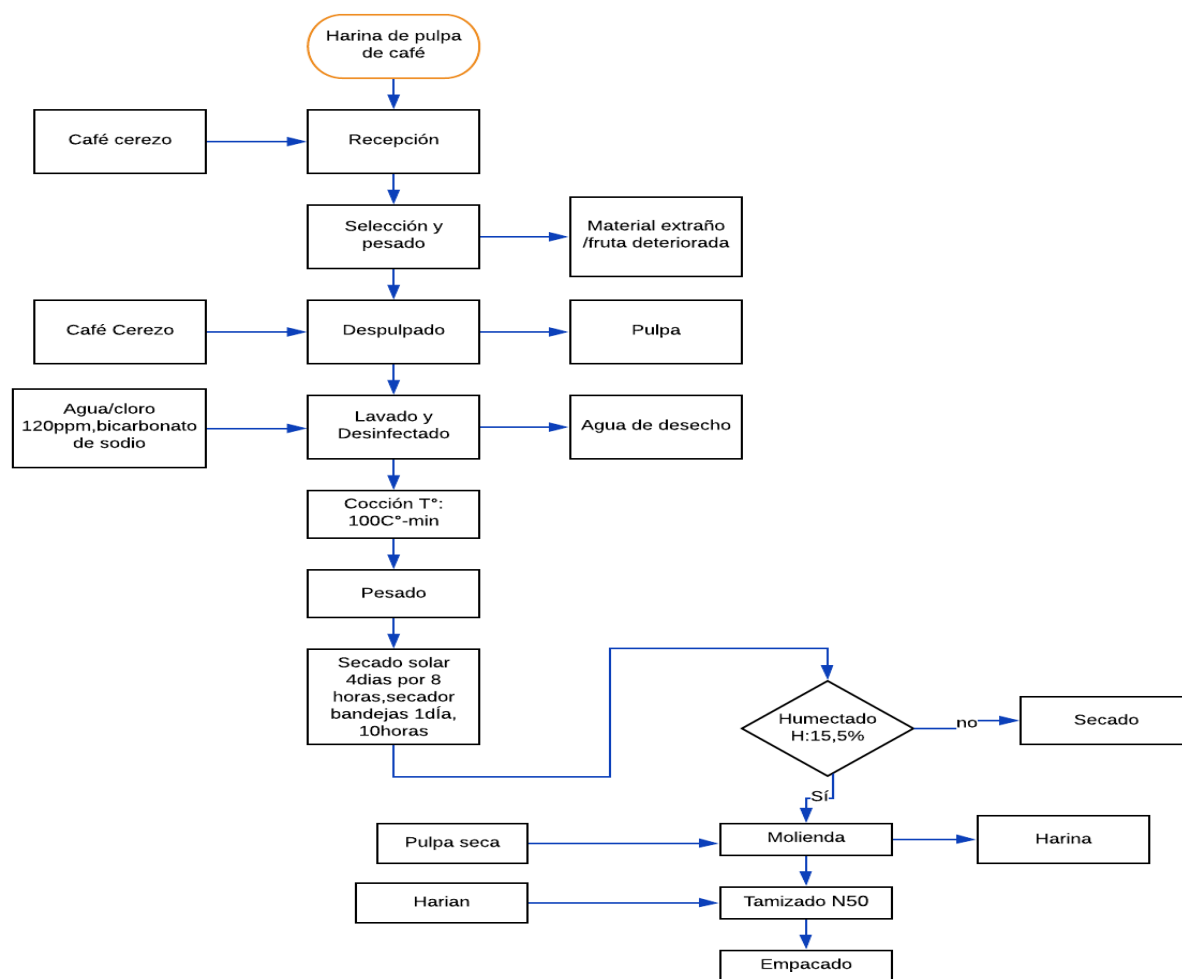


Figura 15 Proceso para la obtención de harina de pulpa de café

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.1 Descripción de las etapas de obtención de harina de pulpa de café

La obtención de la pulpa de café requiere de una estandarización de los procesos, para alcanzar el producto deseado, este se describe a continuación:

1. **Recepción:** En el momento que el café es cosechado, es enviado al beneficio donde es recibido y sumergido en agua.
2. **Selección y pesado:** Se seleccionó la pulpa que tuviera el índice de madurez adecuado, lo recomendado es utilizar la pulpa que contenga una coloración roja; ya que, esto indica que su proceso de maduración es la idónea y sus características físico-químicas son las adecuadas para su utilización. Durante la selección, se eliminaron las materias extrañas y frutos deteriorados o sobre madurados; porque estos repercutirán sobre la vida útil de los productos. Una vez obtenida la selección, se prosiguió a realizar el pesado.
3. **Despulpado:** En este proceso, se retiró la pulpa del grano del café mediante una despulpadora, este equipo cuenta con un tornillo sin fin, el cual tritura la pulpa hasta separar el grano de café.
4. **Lavado y desinfección:** Inicialmente, a la pulpa se le realizaron tres tipos de lavados, el primero consiste en sumergir la pulpa en agua, y realizar movimientos constantes por un plazo de veinte minutos, el propósito de este primer lavado era remover partículas orgánicas (arena, hojas, piedras) que se encontraban adheridas a la pulpa.

Una vez removidas las partículas de suciedad, se realizó un segundo enjuague, con la incorporación de bicarbonato de sodio, la forma correcta de su aplicación es diluir 10g de bicarbonato de sodio en dos litros de agua, se debió dejar en reposo durante diez minutos, y una vez cumplido ese plazo se realizaron movimientos de agitación constante por dos minutos.

Los compuestos cáusticos (pH mayor 7) fueron utilizados para la limpieza de azúcares solubles, hidratos de carbono y proteínas. En general, son sustancias corrosivas; que actúan sobre partículas de suciedad incrustadas en frutas y verduras.

Por otro lado, un estudio realizado por Garmendia (2015) demostró que el bicarbonato de sodio reduce la carga superficial de *E.coli.*; puesto que, actúa sobre la integridad de la membrana celular.

El tercer lavado consistió en la desinfección del producto, en una tina plástica de 20l se incorpora 16 ml de cloro al 12%, hasta llegar a una concentración de 120 000 ppm, se sumergió la pulpa de café por un tiempo de 15 minutos, y se retiró la solución de cloro con abundante agua.

El cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria, se emplea para desinfectar superficies y en la reducción de cargas microbianas.

5. **Cocción:** durante el despulpado del fruto, se liberan enzimas como la polifenoloxidasa (PPO) y la peroxidasa (POD), lo que degrada los pigmentos y polifenoles y genera el aumento de sustancias fermentativas, debido al daño celular que se produce en esta capa externa.

Uno de los métodos para inactivar las enzimas es por medio de la aplicación de calor, se utilizaron temperaturas alrededor de 80-100 °C, durante un intervalo de tiempo que va desde los 15 minutos. Al utilizar temperaturas menores a 80°C genera un aumento en la actividad enzimática, mientras que en temperaturas mayores a 100°C provoca una excesiva lixiviación de sustancias importantes, tales como: vitaminas, minerales, pigmentos, etc.

6. **Pesado:** se determinó cuanto peso adquirió la broza después de los lavados y el proceso de cocción, para así confirmar los rendimientos finales.

7. **Secado:** debió colocarse en un secador solar con cortinas laterales plásticas, para aumentar la temperatura y evitar el ingreso de partículas de polvo e insectos, cada tres horas, se realizaron volteos del producto para garantizar la uniformidad de la eliminación de humedad, hongos y malos olores, se debió hacer por cuatro días, aproximadamente, nueve horas por día, a una temperatura entre  $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ .

En el caso del deshidratador de bandejas, se debió colocar la pulpa por diez horas, a una temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y con la ejecución de volteos de producto, cada media hora, para generar la uniformidad del secado completo.

8. **Humectado:** Se realizó un análisis de humedad, para llevar a niveles de entre el 15% y el 12%, lo que conllevó a la eliminación de un porcentaje de humedad entre 85% y 88%, sino se encuentra entre esos rangos, el producto continúa el proceso de secado, puesto que porcentajes mayores al 15% de humedad generan la proliferación de hongos, levaduras y bacterias.
9. **Molienda:** Se agregó la pulpa seca en un molino eléctrico, hasta obtener un producto con partículas muy finas, que ayudaron a maximizar el rendimiento.
10. **Tamizado:** En este proceso, se realizó un control de calidad de salida de la harina del molino, para comprobar si el proceso de secado y molido se desarrolló, correctamente, para esto el 98% del producto atravesó el tamiz y el 2% restante se pudo eliminar. En el presente trabajo, se utilizó un tamiz N50 que permite que las partículas tengan una forma fina adecuada al producto desarrollado.
11. **Empacado:** La harina de café se empacó, en bolsas de polipropileno, porque ayuda a proteger la harina de la humedad.

**4.2.1.2 Curvas de secado.** Uno de los parámetros importantes que caracterizan el comportamiento de los diversos tipos de deshidratadores de alimentos, es su relación entre la humedad extraída y el tiempo requerido para alcanzar la estabilidad del alimento.

La humedad relativa interna tiene un comportamiento que depende de la etapa en la que se encuentra el proceso de secado. En las primeras etapas, la humedad relativa interna aumenta, debido a que el producto libera la mayor cantidad de vapor de agua.

A continuación, se presentan los resultados de las diversas curvas de secado según su método de deshidratación, en los anexos 2, 3 y 4, se observan los datos obtenidos para la realización de estas gráficas:

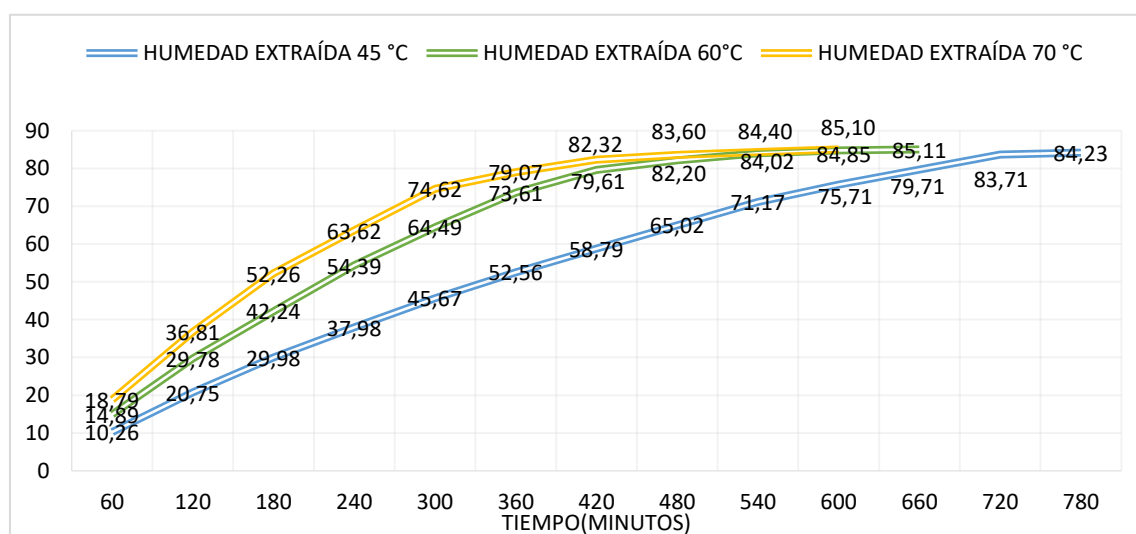


Gráfico 1 Deshidratación en secador de bandejas a diferentes temperaturas

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación.

En el gráfico 1 Deshidratación en secadores de bandejas a diferentes temperaturas, se observa una comparación de las tres curvas de secado con respecto a la eficiencia de la operación, según las tres temperaturas seleccionadas.

Inicialmente, se observa que, a los 60 minutos del proceso de deshidratación, la humedad extraída del producto a las tres temperaturas dadas varía con valores de deshidratación, entre un 4% y un 8%. A los trescientos minutos, se evidencia una pérdida significativa de humedad entre las temperaturas de 45°C, 60°C y 70°C, lo que resulta en promedios de extracción, entre un 45,67%, 64,49% y 74,62%, estos valores obtenidos demuestran una mayor extracción de humedad en temperaturas mayores o iguales de 60°C.

Conforme el tiempo transcurre, la cantidad de humedad que el producto pierde es menor, hasta obtener una constante, la cual indica que el producto está próximo a alcanzar su humedad idónea. Como se observó, anteriormente, la humedad extraída está relacionada con la temperatura elegida para su deshidratación, las constantes de deshidratación para los tres procesos van a ser diferentes, debido a que, sus porcentajes de humedad varían en cada temperatura; en el caso de los 45°C, la constante de humedad se originó hasta las doce horas; a los 60°C, se determinó a las nueve horas, y, a los 70°C, se observó a las ocho horas. Una vez obtenida la constante, se debe mantener controlado el producto de secado para evitar la sobre deshidratación de la pulpa, causante de pérdidas de nutrientes, vitaminas y minerales.

Como se observa en el gráfico 1, entre los 720 minutos y los 780 minutos, se perdió el 0,52% de humedad, y se obtuvo un resultado final del 84,23%. El Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 Harinas de Trigo, establece porcentajes de deshidratación del 15,5%, por lo tanto, el proceso de deshidratación a 45°C, se finalizó en quince horas. Con respecto a las demás temperaturas, el proceso de deshidratación final conlleva un menor tiempo de secado, a los 60°C, se necesitan once horas, y, a los 70°C, se requieren diez horas para obtener su humedad requerida.

En el caso de los rendimientos finales, se estableció que entre mayor temperatura se genere, en un proceso, menor va a ser el rendimiento que se origine. Para el presente proyecto,

una temperatura de 45 °C, originó un rendimiento de harina del 15,72%, a 60°C, se obtuvo 15,25%, y, a 70°C, 13,6%.

En el gráfico 2 Deshidratación en secador solar a 38 °C ± 2 x 2160 minutos, se observa que en los primeros 180 minutos se ha perdido 8,67% de la humedad, esta extracción se acentúa, con mayor fuerza, durante las horas de mayor radiación solar, de las 9:00 a.m. a las 3:00 p.m.

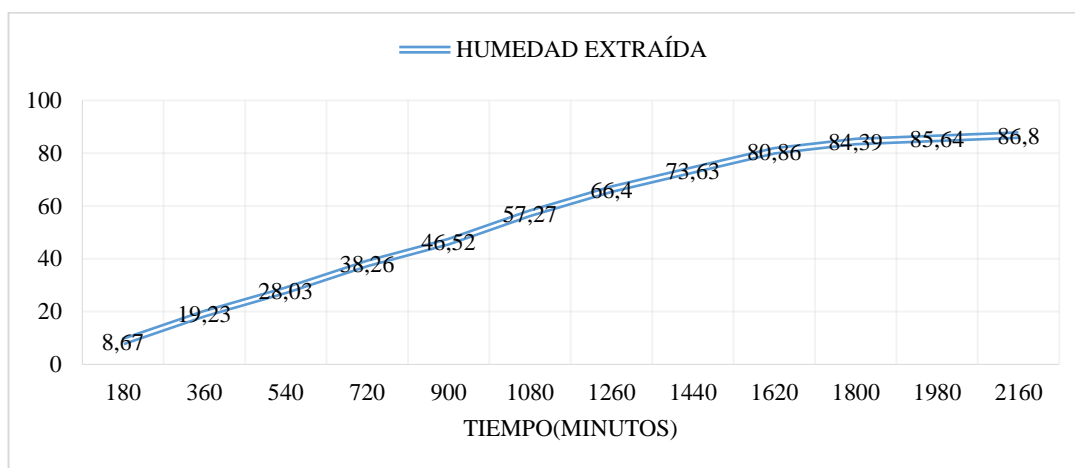


Gráfico 2 Deshidratación en secador solar a 38 °C ± 2 x 2160 minutos

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

Tal como se muestra, a las dieciocho horas se ha perdido el 57,27% de la humedad total del fruto de café, conforme el tiempo transcurre, la humedad va disminuyendo. Entre 1620 y 1800 minutos, se ha perdido, únicamente, el 1,25% de humedad, por lo tanto, se evidencia que el producto ha perdido, a ese momento, la mayor parte de su humedad total.

Transcurridas treinta y tres horas, se aprecia que la harina ha alcanzado su humedad requerida del 15,5% m/m, este valor lo establece el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 Harinas de Trigo.



**4.2.1.3 Peso y porcentaje de harina de pulpa de café obtenida.** Se procesaron en total 30 kg de cáscara de pulpa de café, de los cuales 15 kg se designaron al proceso de deshidratación de bandejas, y 15 kg al proceso de deshidratación solar.

En el caso del deshidratador de bandejas, el rendimiento de la materia prima fue de 15 000 g de pulpa de café fresca, se obtuvo un total del 2,526g de pulpa deshidratada, que represento un 16,84% del rendimiento. Una vez que se realizó la operación de molido y tamizado, se obtuvo un total de rendimiento del 2,228g de harina de pulpa de café, que representó el 14,85% del rendimiento total.

En el caso del deshidratador solar, el rendimiento de la materia prima fue del 2,818 g de pulpa deshidratada, que representó un 18,79% del rendimiento. Después del proceso de molienda y tamizado, se obtuvo un rendimiento total del 2,363 g de harina de pulpa de café, es decir, el 15,75%.

En los anexos 5 y 6, se muestra el peso y porcentaje de pulpa de café, obtenidos después de los procesos de deshidratación, y el rendimiento alcanzado, después del proceso de molienda y tamizado.

#### **4.2.2 Diagrama de flujo de la mermelada de pulpa de café**

Para obtener la mermelada de pulpa de café, se implementó el diagrama de proceso que se describe en la figura 16. Para validar la efectividad del proceso, se realizaron pruebas con variaciones en tiempo y temperatura, además, se efectuaron diferentes formulaciones hasta alcanzar un balance entre los grados Brix (azúcar), la acidez y la pectina, esto garantiza que el producto cumple con los requerimientos de una mermelada. A continuación, se presenta el diagrama de flujo obtenido como resultado de las pruebas realizadas.

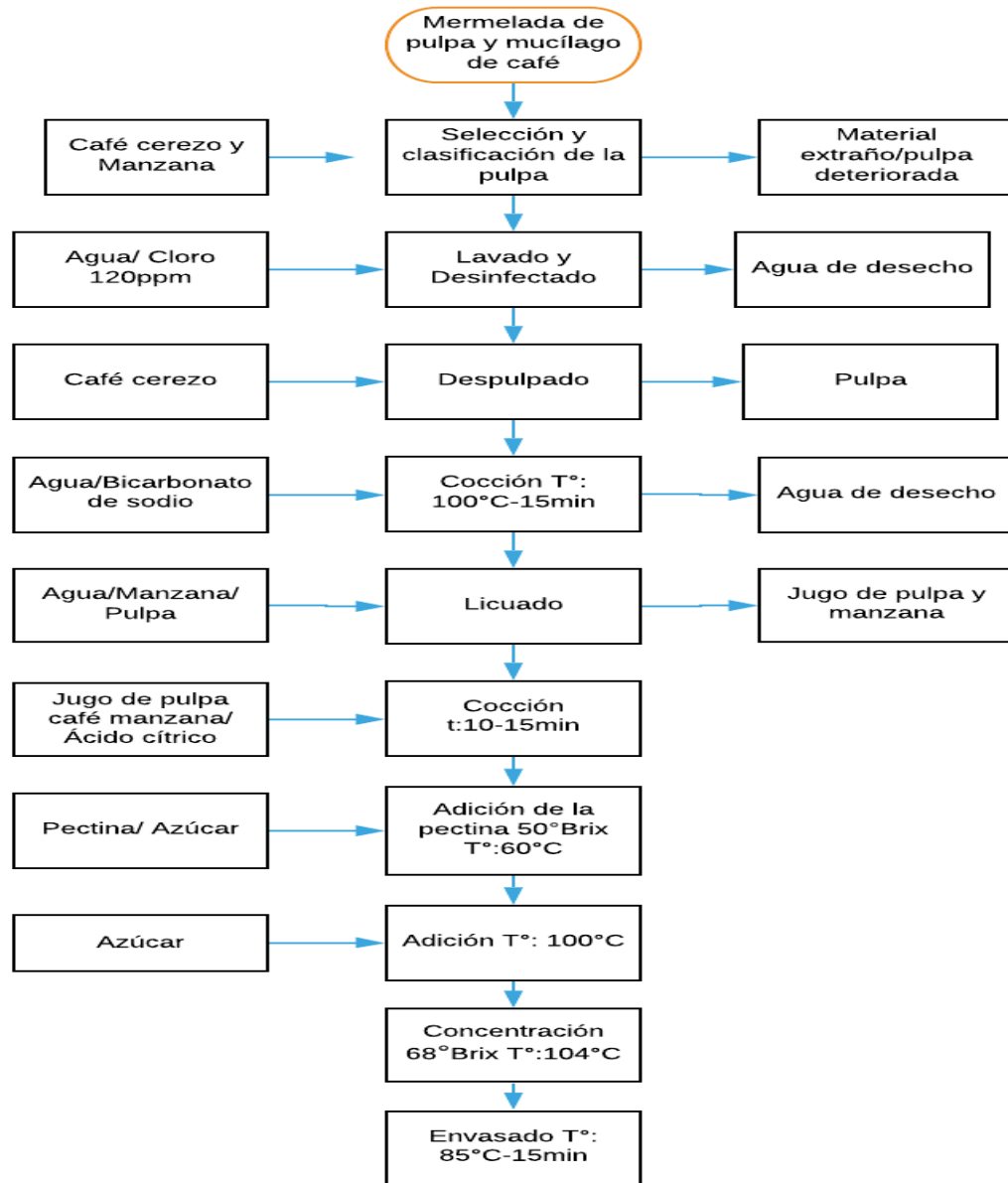


Figura 16 Proceso para la obtención de mermelada de pulpa de café

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2.1 Descripción de las etapas de obtención de mermelada de pulpa de café. Para

la obtención de mermelada con base en la pulpa de café, es menester seguir con detalles y precisión etapas que permiten un producto de calidad, a continuación, sus detalles:

1. ***Selección y clasificación de la pulpa:*** Se seleccionaron, manualmente, las pulpas que tuvieron el índice de madurez adecuado, que no estuvieran defectuosas ni fermentadas, dado que dichas características influyen en la vida útil, el sabor y el olor del producto. Lo más recomendable es utilizar la pulpa que esté en el mejor estado y que haya alcanzado su plena madurez, para mantener la calidad.
2. ***Lavado y desinfección:*** Se realizaron tres tipos de lavado, el primer lavado consistió en sumergir la pulpa de café en agua y realizar movimientos constantes, por un plazo de veinte minutos, el propósito de este primer lavado es remover partículas orgánicas (arena, tierra, hojas y piedras), que se encuentren adheridas a la pulpa.

Una vez removidas las partículas de suciedad, se debió realizar un segundo enjuague, en este se incorporó bicarbonato de sodio, la forma correcta de su aplicación es diluir 10g de bicarbonato de sodio en dos litros de agua, se debió dejar en reposo durante diez minutos, una vez cumplido ese plazo, se realizaron movimientos de agitación constante por dos minutos.

Como se mencionó en la etapa de lavado de la harina, la disolución básica (bicarbonato) elimina, completamente, los residuos de las superficies de las frutas, además de reducir la carga superficial de *E.coli*.

El tercer lavado consistió en la desinfección del producto en una tina plástica de 20l, en la cual se debió agregar 16 ml de cloro, al 12%, hasta llegar a una

concentración de 120 000 ppm, seguidamente, se sumergió la pulpa de café por un tiempo de quince minutos y se retiró la solución de cloro con abundante agua.

El cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria, es importante recordar que se debió desinfectar tanto la pulpa como los equipos, utensilios y superficies empleadas durante el proceso, con el fin de reducir la carga microbiana.

3. **Despulpado:** En este proceso, se retiró la pulpa del grano del café mediante una despulpadora, este equipo cuenta con un tornillo sin fin, el cual tritura la pulpa hasta separar el grano de café.
4. **Precocción:** Como se mencionó, la precocción ayuda a la eliminación y liberación de enzimas polifenol oxidas, a una temperatura de 80-100°C.

La forma correcta de realizar la precocción se logra al agregar 5g de bicarbonato de sodio, por cada litro de agua, la cantidad de agua dependerá de la materia prima utilizada, dado que debe tapar, completamente, la pulpa. De acuerdo con Ramos y Paola (2017),” el bicarbonato de sodio es una sal alcalina, que amortigua el exceso de concentración de iones hidrógeno y produce un aumento de pH” (p.1). Como resultado, en esta investigación, ayudó a mantener una solución básica del producto y disminuyó sabores fermentativos, así como debilita los taninos, los cuales son los responsables de los sabores astringentes que se pueden presentar en la pulpa de café. (Reyes, 2014).

5. **Licuada:** Se licuaron tres manzanas pequeñas en 375ml de agua, la manzana al ser una fruta rica en pectina tiene un efecto de formación de gel; porque, las pectinas son un hidrato de carbono que forman parte de la fibra soluble. Ese tipo de fibra se

caracteriza porque en contacto con el agua, forma un retículo en el que el agua queda atrapada haciendo que la mezcla se gelifique. (Zudarie, 2004).

Una vez obtenido el jugo de manzana, se licua junto con la pulpa, este último procedimiento tiene como objetivo reducir el tamaño de la fruta.

6. **Cocción:** La cocción es la fase más importante y delicada de la mermelada, por lo tanto, se agregaron las materias primas en orden, en primera instancia, se colocó el jugo de manzana con la pulpa licuada, se dejó de diez a quince minutos, con movimientos constantes para evitar que la mermelada se quemara, una vez que el producto está en cocción y llega a una temperatura de 60°C, se procedió agregar el ácido cítrico y la mitad de azúcar. Lo más recomendable es que por cada kilogramo de pulpa se agregue entre 800 g y 1000g de azúcar, para que haya una correcta concentración de azúcar y no sobrepase los niveles, con afectación sobre la calidad del producto.

El ácido cítrico se utilizó para regular la acidez de la mermelada, obtener un sabor acentuado y conseguir una gelificación correcta, existe un intervalo óptimo para la formación del gel, para la cual, se debe tener un pH entre 2.8-3.5, como resultado se agregó 2g de ácido cítrico, para cumplir con pH establecido. Es importante medir pH, constantemente, después de incorporado el ácido cítrico hasta alcanzar el rango.

7. **Adición de pectina:** Antes de alcanzar los 50 °Brix (aproximadamente a unos 40 minutos del inicio de la cocción), se agregó 6g de pectina con un poco de azúcar para facilitar que se disolviera en la pulpa, esta debe ser agregada de una manera lenta y con mezclado de la solución, para evitar la formación de grumos. La pectina es el agente gelificante fundamental, para que la mermelada logre una consistencia adecuada. Para mermelada de pulpa de café se agregó tanto la artificial, como la

natural, obtenida de las manzanas y de las sustancias pépticas encontradas en el mucílago.

8. **Adición de azúcar:** Cuando el producto hirvió a 100°C, se agregó el azúcar restante (400 g) y de benzoato de sodio 1 g, este último se agregó para prevenir el deterioro y evitar, de esta manera, el desarrollo de microorganismos. Finalmente, se debió esperar de 5 a 10 minutos para que la mermelada se concentrara, mientras transcurría el tiempo, se debió realizar movimientos suaves para evitar el rompimiento de la pectina.
9. **Concentración:** El producto se concentró hasta obtener la viscosidad deseada y una concentración de 68 °Brix, a una temperatura de 104 °C. Es importante anotar que, en todo momento, de la realización de la mermelada, se controlaron las temperaturas, por medio del termómetro, y los grados Brix, por medio de refractómetro, esto con el fin de determinar cuándo agregar los aditivos correspondientes.
10. **Esterilización de los frascos:** Para eliminar la mayor cantidad de microorganismos y lograr que la mermelada tenga una mayor vida de anaquel, los frascos se colocaron boca abajo en agua hirviendo, durante 20 minutos.
11. **Envasar al vacío:** Los frascos con la mermelada se pusieron en baño María, a una temperatura de 85°C, durante quince minutos y se cerraron herméticamente; después se colocaron boca abajo y se esperó su enfriamiento, entre cuatro y cinco horas.
12. **Conservación:** Los frascos se dejaron en un lugar fresco y seco.

**4.2.2.2 Medición de sólidos solubles.** Con respecto a los requerimientos de una mermelada, debe tener una concentración máxima de la fruta con el azúcar de 68%, lo cual equivale a sólidos solubles, de 68°Brix, para que cumpla con las características y se dé una correcta conservación del producto. La mayoría de los sólidos solubles de una mermelada proceden de la sacarosa, sin embargo, también están integrados por las sales, ácidos solubles y demás compuestos que se encuentran en los jugos de las células de los alimentos.

Para ello, se realizaron cuatro pruebas con diferentes formulaciones, las mismas se visualizan en las siguientes tablas. Estas pruebas buscaban alcanzar los grados Brix que debe contener una mermelada; con dicho resultado, se pudo establecer cuanta cantidad de azúcar se debió agregar para que quede siempre con el mismo sabor, la solidificación necesaria, evitar defectos y lograr estandarizar la formulación.

La tabla 7 muestra los cálculos de cuántos grados Brix debería contener una mermelada, en proporción con el contenido de azúcar.

Tabla 7

*Cálculo de grados Brix utilizados en la elaboración de la mermelada*

<b>X= Cantidad de azúcar que se desea adicionar (kg)</b>	<b>V1=Volumen de la solución final (pulpa + agua de licuado de manzana+ preservante + aditivos) (ml)</b>	<b>Brix=porcentaje de azúcar disuelta en la solución(°Brix)</b>
<b>0,8</b>	1,50	53
<b>1</b>	1,50	66
<b>1,10</b>	1,50	73
<b>1,4</b>	1,50	93

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidenció en la tabla 7, para alcanzar los Brix necesarios de una mermelada, es decir 66°Brix, es necesario agregar un 1 kg de azúcar, por lo tanto, dicho resultado deja en evidencia la teoría de Blanco; debido a que se utilizó un 1 kg de pulpa en cada una de las muestras.

Sin embargo, para la mermelada de pulpa de café, fue preciso dejar que la solución se concentrara hasta llegar a los 68 °Brix para obtener las características deseadas, no obstante, se cumplió con el rango establecido para una mermelada, el cual va de 65– 68 °Brix.

La tabla 8 refleja los resultados de tomar dos muestras, una en solución de 375 ml y la otra de 550 ml, los cálculos se realizaron para determinar cuánta agua se requiere para alterar los Brix y obtener los resultados entre los rangos establecidos.

Tabla 8  
*Cálculo de alteración de grados Brix*

<b>ml de solución</b>	<b>°Brix</b>	<b>°Brix deseados</b>	<b>X1= cantidad de azúcar inicial(g)</b>	<b>VF= volumen de agua resultante</b>	<b>V agua= Cantidad de agua final (ml)</b>
<b>375</b>	71	65	270	415	40
<b>375</b>	72	68	270	397	22
<b>550</b>	72	65	396	609	59
<b>550</b>	70	68	396	582	32

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la mermelada de pulpa de café, se utilizó la solución 375 ml, ya que esta refleja la cantidad ideal de mililitros adecuados para la formulación, con una concentración



deseada de 68°Brix, sin embargo, antes de llegar al proceso de concentración, donde se debe alcanzar una temperatura 104°C, con un rango de 68°Brix, ya había alcanzado los 72° Brix, por lo cual fue necesario agregar 22 ml más de agua a la solución, como se muestra en la tabla 8 para así conseguir los Brix requeridos.

Es importante que antes de la producción de una mermelada, se realicen los cálculos necesarios y se establezcan las concentraciones idóneas, para cumplir con los requerimientos, dado que el azúcar tiene un efecto conservador e inhibe los microorganismos en concentraciones adecuadas, mientras en bajas concentraciones tiende a deteriorar, rápidamente, el producto y, en el caso inverso (altas concentraciones), tiende a cristalizar la mermelada durante el almacenamiento.

#### **4.2.2.3 Determinación del rendimiento**

Para la elaboración de mermelada de pulpa y mucílago de café, se obtuvo un rendimiento de 86%, dado que el peso inicial del producto fue de, aproximadamente, 2,5 kg, y después de su procesamiento, se logró 2,15 kg, este es un resultado muy positivo; ya que, la merma es producto de la ebullición del agua, durante el proceso de concentración del azúcar en la cocción. La formulación de la mermelada se puede observar en el anexo 7.

Es importante destacar que, para la elaboración de dicha mermelada, se utilizó todo el subproducto y durante el procesamiento no hubo desperdicio, además se le dio un uso eficiente a todas las materias primas, para cumplir con el propósito económico, ambiental y social.

### 4.2.3 Pruebas físico-químicas y microbiológicas

4.2.3.1 **Pruebas físico-químicas de las harinas de pulpa de café.** En la tabla 9 se observa la determinación de los análisis físico-químicos de humedad, cenizas, fibra, grasas, antioxidantes y proteína cruda de las harinas de pulpa y mucílago de café, mediante los dos tipos de deshidratación.

Tabla 9

*Análisis físico-químicos en base seca, para harinas de pulpa de café obtenidas mediante dos equipos de secado.*

ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO	UNIDAD	HARINA POR DESHIDRATADOR SOLAR	HARINA POR DESHIDRATADOR DE BANDEJAS
<b>Humedad</b>	%	9,44	8,13
<b>Cenizas</b>	%	8,98	4,04
<b>Fibra</b>	%	7,20	7,60
<b>Grasa</b>	%	1,46	2,49
<b>Antioxidantes</b>	μM/100g	17,08	6,7
<b>Proteína cruda</b>	%	10,95	10,24

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis físico-químico al compararlos con aquellos que indica la norma del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harina de Trigo Fortificada Especificaciones y las normas internacionales (OMS Y FAO, 2007), solo en relación con la humedad, se obtuvieron resultados aceptables para los dos tipos de harina, con valores inferiores al máximo de humedad (15,5%) establecidos en el trigo.

El parámetro de ceniza de la harina, mediante el deshidratador de bandejas, fue mucho mejor que en la harina del deshidratador de solar, aunque para el trigo fortificado, la norma indica un máximo del 1,0% para clasificarse como harinas de primera calidad. Evidentemente, por la naturaleza del fruto, los dos tipos de harina presentan niveles superiores de ceniza, por lo tanto, se clasifican como harinas de otras calidades. Además de ello, se evidenció que, el alto contenido de ceniza en los dos tipos de harina de pulpa de café, demuestra la gran cantidad de minerales que se encuentran presentes en este fruto, en el apéndice 2, se observa una tabla realizada por Mora (2018), donde indica que la pulpa deshidratada contiene altas cantidades de minerales como: el potasio, hierro y magnesio.

Un estudio realizado en Perú por Rivas (2018), estableció que la pulpa deshidratada molida, contiene altos valores de proteína, se dice que este fruto deshidratado presenta 15 g de proteína, por cada 100 g de producto, además, se evidenció que es una fuente de proteína mucho mayor que el brócoli, que contiene 3,6 g de proteína, por cada 100g de producto.

Los requisitos físico-químicos de conformidad con la variedad de trigo del RTCA 67.01.15:07, solo establece determinaciones para los análisis de humedad, proteínas y cenizas, sin embargo, para la elaboración de esta investigación, se consideró significativo conocer otros compuestos debido a su valor nutricional, específicamente: fibra, grasas, y antioxidantes.

A continuación, se presenta una tabla que se refleja valores de análisis nutricionales presentes en diversos tipos de harinas.

Tabla 10

*Análisis nutricionales de algunos tipos de harina*

HARINA	PROTEÍNAS%	GRASA%	FIBRA%
<b>De trigo</b>	9,86	1,2	4,58
<b>De trigo integral</b>	12,7	2,4	9
<b>De maíz</b>	8,3	2,8	9,4
<b>De centeno</b>	7,9	2,2	8,5
<b>De arroz</b>	6	1,4	2,4
<b>De soja</b>	37,3	20,6	17,3
<b>De patata</b>	6,9	0,3	5,9

Fuente: Elaboración propia con base en Gottau, 2013

Se utilizó la tabla anterior con datos de algunos componentes de las harinas, como referencia para compararla con los análisis realizados a la harina de pulpa de café. De acuerdo con la fibra de las dos harinas de pulpa de café, los rangos obtenidos son entre el 7% y 8%, los cual deja en evidencia que sobrepasa el contenido de fibra de una harina de trigo y se mantiene en un rango similar a la harina de trigo integral, la de maíz y de centeno.

Según Mora (2018) la pulpa de café, como tal, contiene un gran cantidad de fibra, de 30,63% a 36,07% , sin embargo, después de su proceso de producción y el desarrollo de un producto alimenticio disminuye, no obstante, el contenido de 7% por cada 100g de harina se considera una harina rica en fibra. Por otra parte, es importante tener presente que la fibra dietética, se reconoce como un compuesto importante para una alimentación sana, debido a que restablece el tránsito intestinal y previene enfermedades cardíacas.

En cuanto a la grasa, la mayoría de las harinas contienen un porcentaje bajo de este componente, los resultados fueron muy similares para los dos tipos de harina de pulpa de

café, donde la harina por medio del secador solar dio 1,49 %, y, por medio del deshidratador de bandejas, 2,46%. Con respecto a los datos, la harina por medio del secador solar dio un resultado más positivo, ya que una alimentación baja en grasa, es la más adecuada para el ser humano, porque permite una dieta equilibrada.

Para conocer la cantidad de antioxidantes que contiene la harina de pulpa de café, se utilizó el método de Capacidad de Absorción de Radicales Libres de oxígeno (ORAC Hidrofílico), el cual permitió conocer la capacidad de antioxidantes que tiene el producto, la harina por medio de secador solar obtuvo los mejores resultados: 17 086  $\mu\text{mol}/100\text{g}$  ORAC Hidrofílico; mientras que, la harina por medio del deshidratador de bandejas logró 6 798  $\mu\text{mol}/100\text{g}$ . Entre los antioxidantes más destacados de la pulpa se encuentran los compuestos por ácidos clorogénicos e hidroxicinámicos, un estudio realizado por Goodman (2015) revela que el ácido clorogénico es un antioxidante beneficioso para modular el metabolismo del azúcar, controlar la presión arterial y, posiblemente, tratar las enfermedades cardíacas y el cáncer, además indica que si somete a un tratamiento térmico, donde se eleva la temperatura 400°C, en un tiempo muy corto, entre diez a quince minutos, disminuye su potencial.

En el caso de la elaboración de la harina, las temperaturas utilizadas son menores, por lo tanto, su concentración de antioxidantes no se verá tan afectado durante su procesamiento.

**4.2.3.2 Pruebas microbiológicas.** En la siguiente tabla, se determinaron los análisis microbiológicos de la harina, establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano de Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos.

Tabla 11  
*Análisis microbiológicos de harinas de pulpa de café*

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	HARINA MEDIANTE EL DESHIDRATADOR SOLAR	HARINA MEDIANTE EL DESHIDRATADOR DE BANDEJAS
<b>Recuento de hongos y levaduras</b>	4,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/G	3,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/G
<b>Recuento de <i>Escherichia coli</i></b>	< 10 UFC/G	< 10 UFC/G

Fuente: Elaboración propia según los resultados del laboratorio

Los resultados de hongos y levaduras de la harina de pulpa de cafés obtenidos mediante los dos métodos de secado, arrojaron parámetros dentro de los límites microbiológicos permitidos por RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harina de Trigo Fortificada Especificaciones y las normas internacionales (OMS y FAO 2007).

En cuanto al recuento de *Escherichia coli*, se observa que los resultados cumplen con los rangos establecidos por el reglamento, esto confirma la aceptación de la calidad microbiana del producto.

En relación con lo anterior, y para prevenir y controlar la calidad microbiana de los alimentos elaborados, se utilizó un enfoque interdisciplinario a lo largo de toda la cadena de fabricación, la cual inició con en el proceso más crítico. Por lo tanto, el cumplimiento de un control higiénico del personal, equipo, superficies y pisos, desde el inicio del proceso hasta al final, es fundamental para mantener calidad microbiana, tanto de la harina como de la mermelada de pulpa de café.

**4.2.3.3 Pruebas físico-químicas de mermelada de pulpa y mucílago de café.** Los resultados obtenidos para la cuantificación del análisis de polifenoles arrojaron un resultado no cuantificable en la mermelada de  $< 14,51$  mg/100 g.

Por lo tanto, se evidencia la eliminación de polifenoles totales en la mermelada de pulpa y mucílago de café, según Ortiz (2009), en un estudio realizado durante el proceso de secado con aire caliente, a la cáscara de uva, a una temperatura de deshidratación de  $60^{\circ}\text{C}$ , no se presentaron cambios significativos; pero, al aumentar la temperatura más  $100^{\circ}\text{C}$ , se muestra una disminución significativa; aumenta la pérdida de polifenoles conforme aumenta la temperatura, además, señala que los polifenoles son sensibles a los tratamientos térmicos.

En cuanto a la elaboración de mermelada Ortiz (2009) señala que se han reportado resultados contradictorios en algunos tipos de frutas, debido a que muestran cantidades abundantes de compuestos fenólicos durante su estado normal (fruta), mientras que en frutas que han sufrido procesos de cocción, se obtuvieron pérdidas significativas de antocianinas (89%), polifenoles totales (73%), y capacidad antioxidante (65%). Por lo tanto, Ortiz (2009) apunta que algunos polifenoles solo se encuentran en las frutas frescas y con los tratamientos térmicos son destruidos o modificados.

#### **4.2.4 Formulación del pan dulce**

Se formuló una receta de pan dulce, a partir de la cual, se elaboraron dos tipos de panes con diferentes harinas, la primera corresponde a una harina obtenida del deshidratador solar, y, la segunda corresponde a la harina obtenida del secador de bandejas. Ambas se representan en la figura 17.



Figura 17 Pan dulce a partir de los dos tipos de harinas

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro, se muestra la cantidad, en gramos, de ingredientes que se utilizaron para la formulación del pan dulce y los materiales utilizados.

Tabla 12

*Formulación y porcentajes, utilizados en la elaboración de pan dulce*

INGREDIENTES	UNIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE %
<b>Harina de Trigo</b>	g	600	100
<b>Azúcar</b>	g	225	37,5
<b>Huevo</b>	g	197	32,8
<b>Leche</b>	g	140	23,3
<b>Mantequilla</b>	g	112	18,6
<b>Canela</b>	g	13	2,2
<b>Polvo de hornear</b>	g	11	2

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

Con base en esta formulación, se elaboraron dos tipos de pan dulce, a cada pan se le sustituyó el 60% de harina de trigo por las harinas de pulpa de café.



Se eligió la formulación que presentó las mejores propiedades sensoriales como punto de referencia, con el objetivo de aplicar los análisis y conocer la opinión de los panelistas, para determinar si las características son óptimas para su consumo, si se perciben diferencias entre ambas harinas y, con esto, acatar recomendaciones.

Se reúnen, en este proceso, una sumatoria de pasos, enfocados en los alcances del presente proyecto, a continuación, los pasos para la elaboración del pan dulce:

1. ***Pesado:*** Se pesaron todos los ingredientes requeridos para la elaboración del pan.
2. ***Mezclado inicial:*** se mezclaron, en una batidora: la harina de trigo y la harina de pulpa de café (ya sea la del deshidratador solar o la de bandejas), seguidamente, se incorporó la mantequilla y se dejó mezclar por cinco minutos.
3. ***Mezclado final:*** Una vez incorporada la mantequilla a las harinas, se agregaron: los huevos, la leche, el bicarbonato y la canela de una forma lenta, hasta que la pasta se observará compacta (nueve minutos).
4. ***Masaje:*** Una vez obtenida la pasta compacta, se prosiguió a realizar el masaje de la pasta, esto con el fin de obtener homogeneidad de los ingredientes. El masaje se realizó por ocho minutos.
5. ***Reposo 1:*** Después de transcurridos los ocho minutos del masaje, se prosiguió a dejar la pasta en reposo durante cuatro minutos, para que creciera lo suficiente.
6. ***Moldeado:*** Se colocó la pasta en los moldes de pan, esta pasta debe ser estirada de una manera uniforme por todo el molde hasta que se observe una capa fina.
7. ***Reposo 2:*** Cuando la pasta se encontró, finamente, distribuida por todo el molde, se dejó reposar por diez minutos, para su crecimiento.
8. ***Horneado:*** Se precalentó el horno a temperatura de 250°C, luego, se hornearon por 45 min a 300°C.

9. **Enfriamiento:** Se dejó el pan en reposo, a temperatura ambiente por una hora.



Figura 18 Proceso de elaboración de pan dulce a base de pulpa de café

Fuente: Elaboración propia.

Las harinas al ser elaboradas con pulpa de café presentaron diferentes características sensoriales a las de un pan realizado con harina de trigo, específicamente, una textura muy crujiente, tanto de la corteza como en la miga, el sabor un poco ácido y olor medio fuerte a café, debido a su contenido de polifenoles.

#### 4.2.5 Análisis sensorial

Se aplicaron las pruebas a un total de doscientas personas, de ellas, cien degustaron la mermelada de pulpa y mucílago de café y las cien restantes un pan dulce, elaborado con harina de pulpa de café. Participaron estudiantes de las carreras: Tecnología de Alimentos, Veterinaria, Contabilidad, Producción Animal, Ingeniería en Agronomía, y, operarios, caficultores, colaboradores de la cooperativa y amas de casa.

Para la evaluación de la mermelada de pulpa y mucílago de café, se utilizó la escala hedónica facial, debido a que el panel estaba conformado por personas adultas con dificultad para escribir y concentrarse y baja escolaridad, con esta se facilitó la claridad para responder y la facilidad para explicar.

Los jueces consumidores se eligieron al azar, tanto para la mermelada como para el pan. Se caracterizaron por ser personas no entrenadas, pero con cierto criterio para realizar las pruebas, ya que se trataba de consumidores de café.

**4.2.5.1 Resultados de escala hedónica.** La escala hedónica verbal elegida es nominal, ya que el objeto de estudio es cualitativo. Se les pide a los panelistas que valoren el grado de aceptación de los atributos de la mermelada como: el olor, color, sabor y consistencia; además, se usó una escala de cinco puntos, en la que cada juez indicó la respuesta que mejor representaba su opinión. La puntuación cinco era la más alta de la escala e indicaba aquel producto que más le gustó y la puntuación uno era la más baja, con la opción que disgustaba mucho.

En el gráfico 3 se muestran los resultados obtenidos, según la preferencia de los evaluadores, al consumir la mermelada de pulpa y mucílago de café.

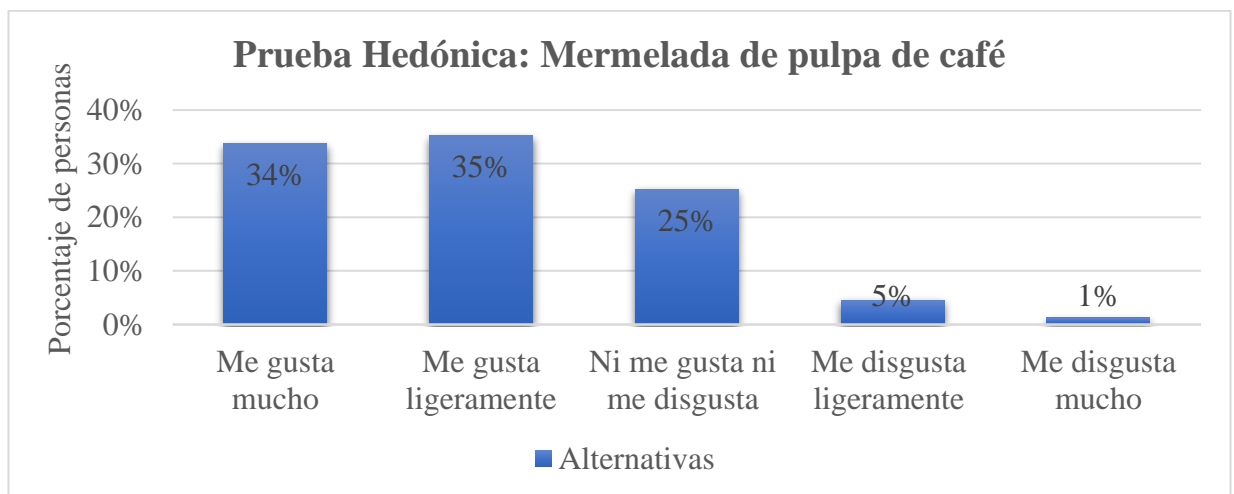


Gráfico 3 Porcentaje de resultados de prueba hedónica de mermelada de pulpa y mucílago de café

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación.

El gráfico 3 muestra, en porcentaje, la opinión de las personas según los ítems o alternativas. La respuesta con mayor porcentaje fue: “Me gusta ligeramente”, con un 35% , sin embargo, el ítem: “me gusta mucho” obtuvo un resultado muy equivalente con un 34% ,por lo tanto, más del 50% de las personas eligieron opciones muy positivas para la muestra de mermelada lo que cabe destacar que la percepción de la mayoría de los panelistas fue de aceptación, es decir, están satisfechos con el producto. Asimismo, 25% de las personas tuvo una disposición neutral, no les gustó ni les disgustó el producto, a pesar de que no es un porcentaje de personas tan grande, existe una variabilidad en los resultados, esta opinión elimina la existencia sesgos o una inclinación en las respuestas, de ahí la importancia de identificar este bloque. Seguidamente, a un 5% le disgustó ligeramente y, tan solo, al 1% le disgustó mucho.

En el gráfico 4, se determinó el grado de aceptación de los jóvenes según los atributos del producto por medio de los sentidos.

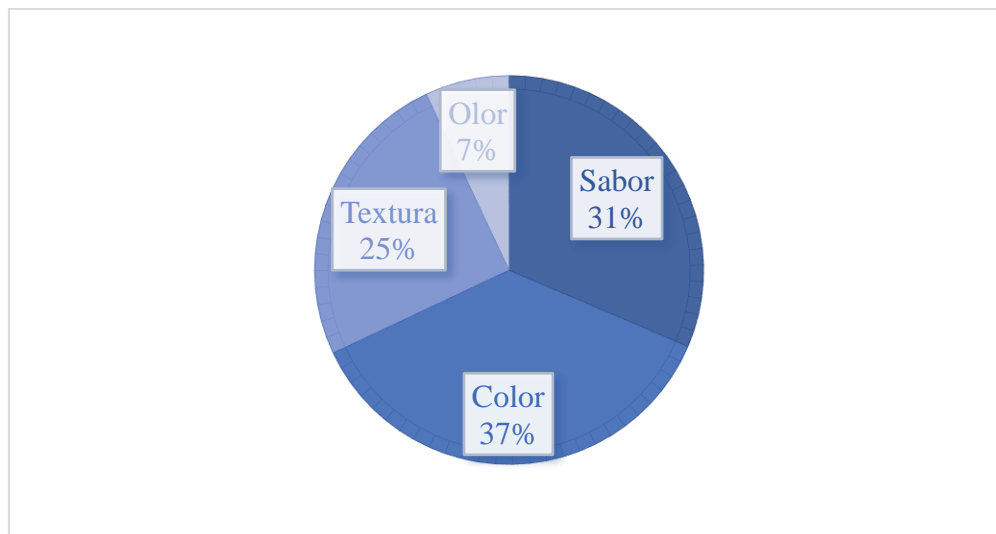


Gráfico 4 Grado de aceptación de las características sensoriales de la mermelada de pulpa y mucílago de café

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

El gráfico 4, muestra el grado de aceptación de los jóvenes por la mermelada, estos se ubicaron en un rango de edad de 17-39 años; en total, se realizaron las evaluaciones a 82 personas. Según el gráfico, lo más gustado fue el color, identificado con un 37%; desde el punto de vista de esta población, la apariencia es la adecuada, este se consolida como un resultado muy bueno, ya que, la apariencia es lo que da la primera impresión en los productos, seguidamente, el sabor con un 31%, mostró un valor medio positivo, es decir, un gusto ligero por el producto. La característica sensorial de la mermelada, que obtuvo el ítem neutral, fue la textura con un 25%, a los jóvenes no les gusta ni les disgusta y la variable con menos frecuencia, es decir, la que más les disgustó fue el olor, con un 7%. Es importante considerar que la falta de experiencia por consumir productos a base de café, hace que disguste la alta intensidad a ese olor, ya que, se percibe con facilidad en la mermelada.

En el gráfico 5, se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de las características sensoriales de la mermelada de pulpa y mucílago de café.

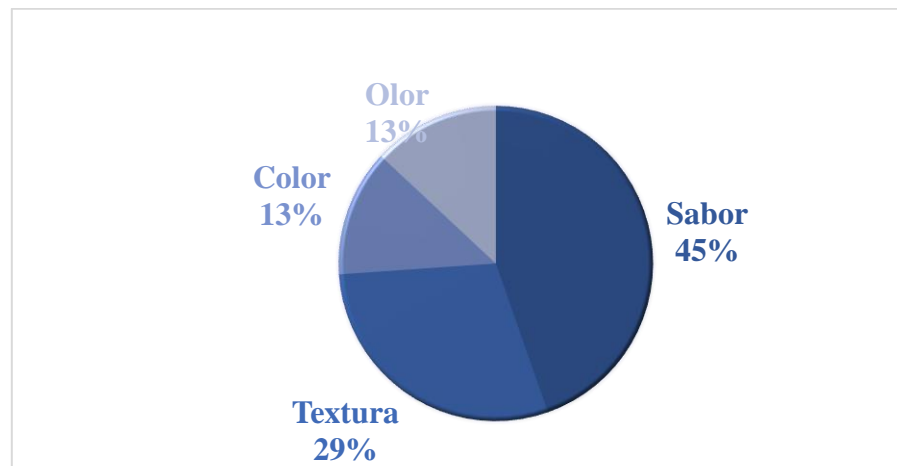


Gráfico 5 Grado de aceptación de las características sensoriales de la mermelada de pulpa y mucílago de café en adultos

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación.

El gráfico anterior pone en evidencia el grado de aceptación de los adultos, para ello colaboraron dieciocho personas entre los 40 y 61 años de edad. Se determina que la característica sensorial de la mermelada que más les gustó fue el sabor, con un porcentaje muy relevante: 45%, este es un buen indicador; ya que, constituye la propiedad más importante de un producto; se observa, además, que les gustó ligeramente la textura, con un 29%. De acuerdo con esto, el sabor y textura fueron los mejores evaluados con modas de 5 y 4, ambas propiedades sensoriales son de suma importancia debido que influyen, decisivamente, en la compra de un producto.

Por otra parte, se subraya una similitud entre el color y olor, para dichas características los jueces indicaron la alternativa que no les gusta ni les disgusta, ambas obtuvieron 13%. Resultados contrarios se obtuvieron en el gráfico 4, en el que los jóvenes evaluaron la textura y olor con los porcentajes más bajos, en efecto, para ellos es importante resaltar esas propiedades, es importante, en esta instancia, acotar que los jóvenes como consumidores no compran o consumen, diariamente, mermeladas ya que rechazan dichas características, mientras a los adultos los satisface.

En el gráfico 6. Se muestra el porcentaje de intención de compra tanto de los jóvenes como el de los adultos, los resultados más positivos de los jóvenes fue un 48% con la opción tal vez lo compraría, por el contrario, los adultos exponen apenas 28%.

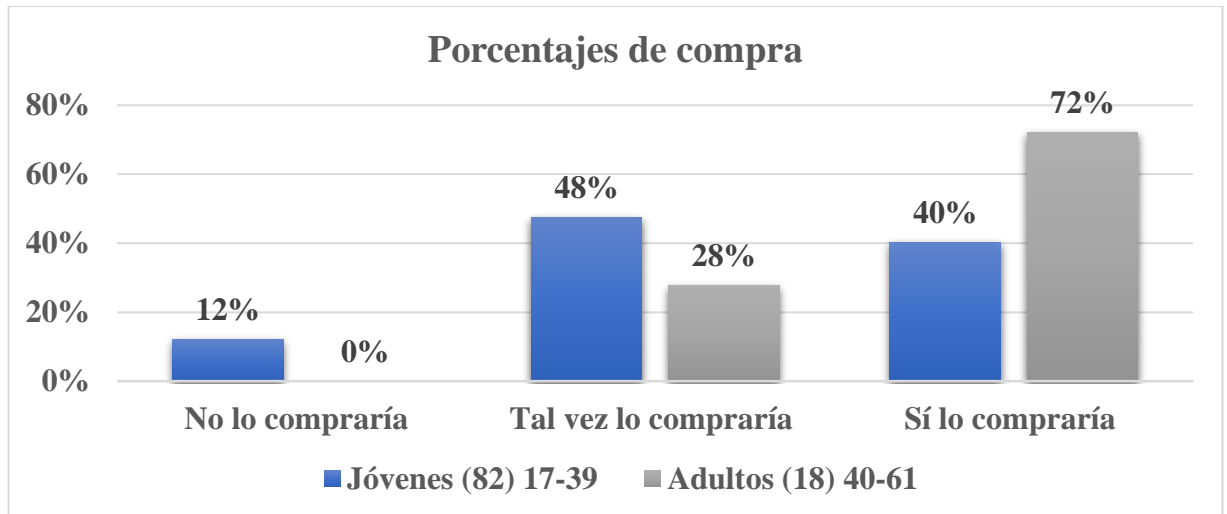


Gráfico 6 Intención de compra de mermelada de pulpa y mucílago de café

Fuente: Elaboración según resultados de la investigación

Según los datos, donde se muestra la mayor diferencia generacional, en cuanto al consumo del producto, es en el ítem si lo compraría, pues el 40% de los jóvenes lo compraría, en cambio, de los adultos, un total de 72%. Esto conlleva a una diferencia alta por rango de edad, es decir, entre mayor edad más aumenta la intención de compra. Tan solo el 12% de los jóvenes no lo compraría, de estas respuestas, no hubo ninguna por parte de los panelistas adultos. Esto conlleva a recalcar que fueron resultados muy buenos ya que un porcentaje muy bajo de personas no compraría definitivamente el producto.

#### 4.2.5.2 Resultados de prueba Escalar

La prueba escalar se aplicó a cien panelistas con el fin de conocer si los dos panes dulces elaborados con las harinas son, perceptiblemente, diferentes, para ello, se recurrió al método de uso de escala “se parece”, es importante recordar que a cada categoría se le otorgó un valor; por ejemplo: “extremadamente” tiene la mayor puntuación: 5, y el ítem: “no se parece nada” tiene el valor más bajo: 1, esta evaluación permite la interpretación de las

características sensoriales de los productos, que son percibidas por los sentidos, tanto de los jóvenes, como de los adultos.

Se muestran en el gráfico 7 los resultados obtenidos según la percepción de los panelistas, con respecto a la similitud de los dos tipos de pan de harina de pulpa y mucílago de café.

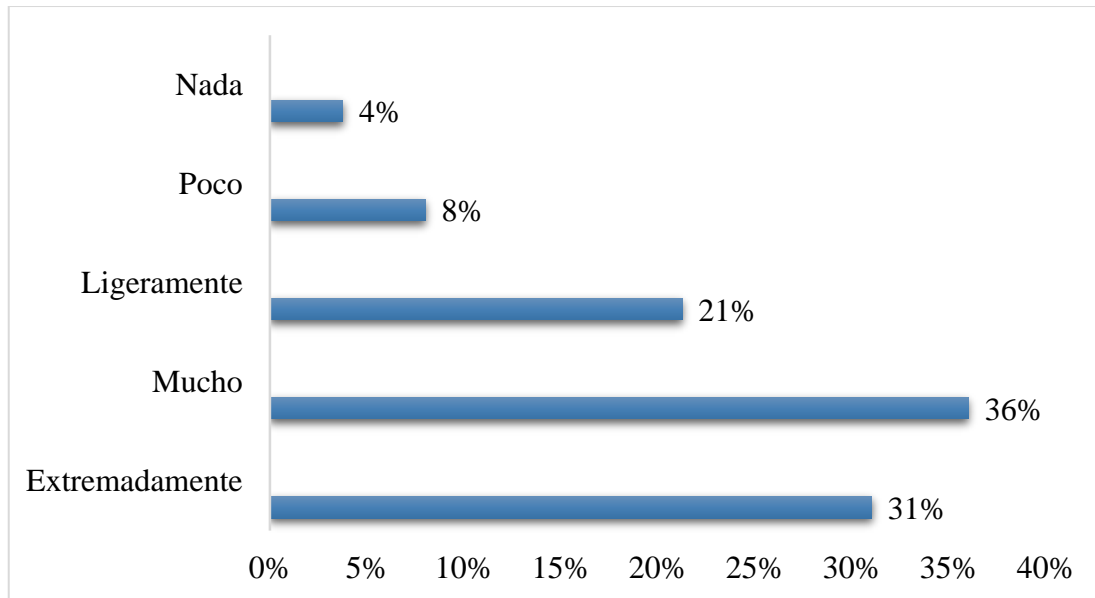


Gráfico 7 Porcentaje de resultados de prueba Escalar de pan dulce elaborado con dos tipos de harina de pulpa de café.

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

Un 36% de los panelistas indicó que ambas muestras se parecen mucho, el siguiente porcentaje más alto de jueces es el 31%, este manifestó que se parecen extremadamente, lo que quiere decir que el proceso de secado no influye, significativamente, en las propiedades sensoriales y permite la elaboración de la materia prima como la harina de pulpa de café por medio de ambos procesos. El 21% de las personas logró ubicar la muestra de referencia con la enumerada, que se parece apenas, ligeramente, el 8% reflejó que sí se presentan diferencias



significativas, es decir, ambas muestras se parecen poco, y, tan solo, 4% de las personas determinó que las muestras no se parecen en nada.

El gráfico 8 muestra la propiedad atributiva que le cambiarían los jóvenes al pan dulce elaborado con la harina de pulpa de café.

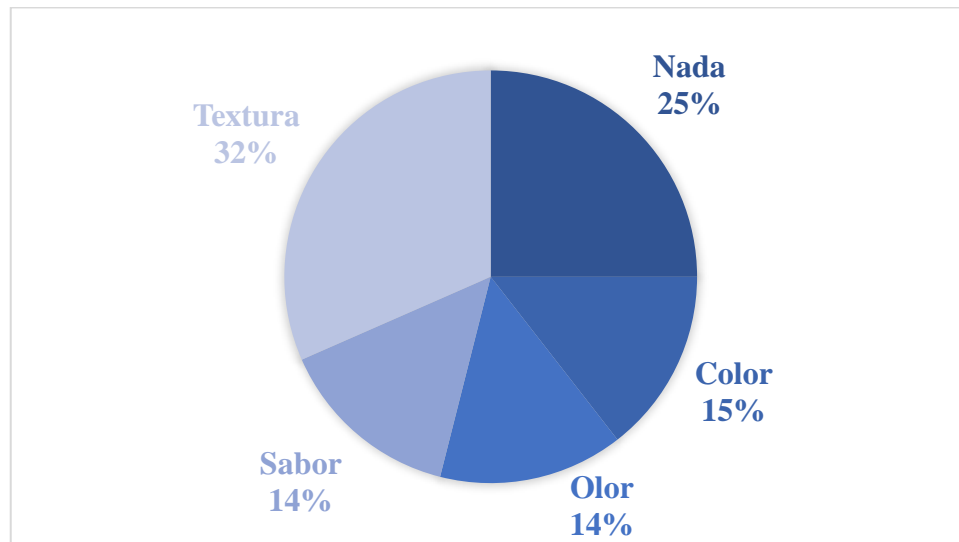


Gráfico 8 Características de cambio del pan dulce por parte de los jóvenes

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

Según los resultados expuestos en el gráfico anterior, el 32% de los panelistas jóvenes rechazó la textura del pan dulce propuesto, por ende, recomiendan una textura más suave o esponjosa. La característica identificada, parte de la cantidad de fibra que posee la pulpa de café. Un 25% de los panelistas tuvo una aceptación por el producto, estos consideraron que no le cambiarían nada porque logró cumplir con sus expectativas; el 15% de las personas, le cambiaría el color por uno más característico al café, que permita, a simple vista, identificarlo como un producto desarrollado con subproductos de café, en cuanto el sabor y olor muestran un porcentaje de personas equivalente, ambas con un 14%.

También, se realizó esta evaluación con los adultos, tal como se muestra en el gráfico 9, para determinar los cambios que se le deberían realizar al producto propuesto.

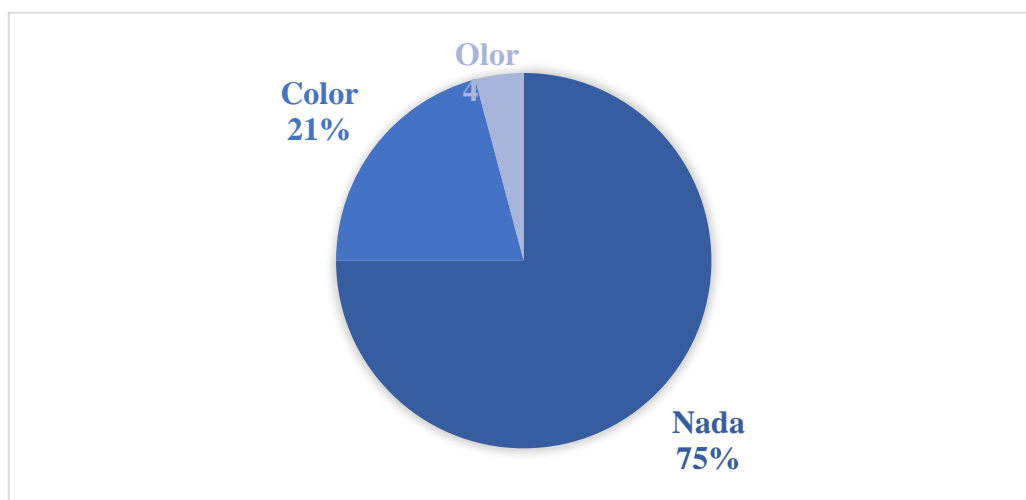


Gráfico 9 Características de cambio del pan dulce por parte de los adultos

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

El gráfico 9 pone en evidencia cual propiedad sensorial cambiarían las personas adultas a las muestras de pan, los resultados obtenidos fueron muy positivos, ya que, la mayoría, exactamente, un 72% de los panelistas adultos no le cambiaría nada, es decir, cumplió con las expectativas de los jueces, para desarrollar algún producto de panificación, muy contrarios a los resultados del gráfico 8 donde apenas el 25% de los jóvenes eligieron el ítem no cambiarle nada. Esta condición se basa en los hábitos y preferencias que dependen, considerablemente, de la edad, sin embargo, en la característica sensorial de color tanto los jóvenes (15%) como los adultos (21%) estuvieron de acuerdo que lo cambiarían, y un porcentaje muy bajo de adultos, específicamente, un 4% le mejoraría el olor.

#### 4.2.5.3 Resultados de la prueba de Wilconxon

En la prueba de Wilconxon participaron sesenta evaluadores no entrenados. En la tabla 13 se aprecia que el estadígrafo de Wilconxon fue de 696,5 y el valor p es 0,9750, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se establece que no existen diferencias significativas

en las variables de las muestras de harina, con un nivel de significancia del 5%. En el anexo 10 se puede observar los cálculos realizados para la obtención de estos resultados.

Tabla 13  
*Resultados obtenidos de la prueba de Wilconxon*

VARIABLES	HARINA MEDIANTE EL DESHIDRATADOR SOLAR	HARINA MEDIANTE EL DESHIDRATADOR DE BANDEJAS
<b>N</b>	60	60
<b>Medias</b>	4,237288136	4,203389831
<b>D.E</b>	0,916119685	0,663835798
<b>W</b>	696,5	
<b>Z</b>	160	
<b>P</b>	1.96	

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación.

En el siguiente gráfico se puede observar las similitudes de grado de aceptación de los dos tipos de panes.

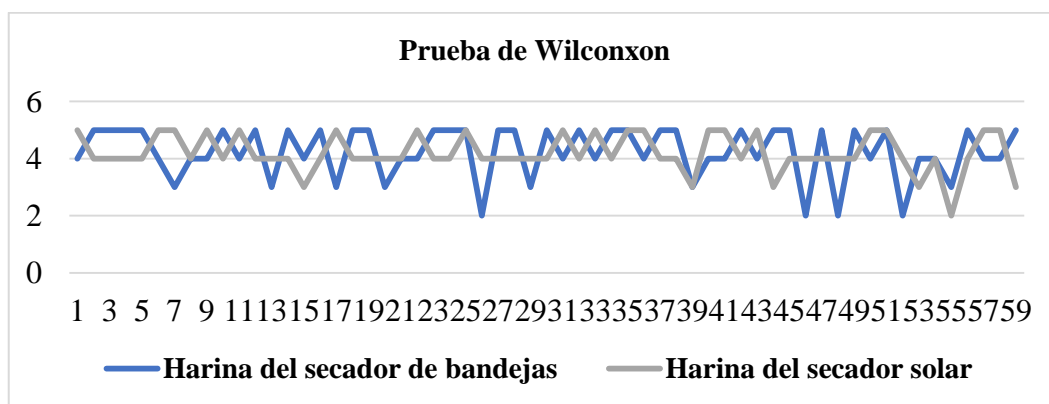


Gráfico 10 Resultados obtenidos de la prueba de Wilconxon

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación.

En el gráfico 10 se evidencian los resultados obtenidos en la tabla 13 donde estadísticamente los dos tipos de harina tienen el mismo agrado de aceptación, por parte de los consumidores.

#### 4.2.6 Estabilidad de la harina y la mermelada de pulpa de café

Para determinar la estabilidad de la mermelada y la harina de pulpa de café, se establecieron características óptimas de los productos, según criterios de expertos, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 14

*Posibles cambios que determinan la calidad de la harina y la mermelada desarrolladas*

<b>Cambios sensoriales de la mermelada</b>	<b>Textura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinéresis.</li> <li>• Estructura débil.</li> <li>• Cristalización.</li> </ul>
	<b>Sabor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor acaramelado.</li> <li>• Rancidez.</li> <li>• Otros gustos extraños (no propios del producto) .</li> </ul>
	<b>Color</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blanqueamiento.</li> <li>• Desarrollo de colores extraños (no característicos de la fruta) .</li> </ul>
<b>Cambios Microbiológicas</b>	<b>Olor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olor no característico a café.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Crecimiento de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mohos.</li> <li>• Hongos.</li> <li>• Carga microbiana.</li> </ul>
	<b>Textura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conglomerados.</li> </ul>
<b>Cambios sensoriales de la harina</b>	<b>Sabor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rancidez.</li> <li>• Otros gustos extraños (no propios del producto) .</li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor amargo.</li> </ul>
<b>Color</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de colores extraños (no característicos de la fruta) .</li> <li>• Colores azulados es anormal.</li> </ul>
<b>Olor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olor no característico a café.</li> </ul>

---

Fuente: Elaboración propia con base en Soriano (2016)

En la tabla anterior se evidencia como un mal manejo de los productos podría generar repercusiones en sus características naturales, lo que llevaría a la generación de sabores, olores, colores y texturas inadecuadas para ser consumidas.

A continuación, se observa, en la tabla 15, el comportamiento de los productos, según las muestras evaluadas en un periodo de cinco meses, la evaluación se determinó según los criterios establecidos en la tabla 14

Tabla 15  
*Estabilidad de mermelada de pulpa de café*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>	
<b>Sensoriales</b>	Textura	Cristalización	Textura firme	Textura firme	Textura firme	Textura firme
	Sabor	Sabor acaramelado	Sabor a café	Sabor a café	Sabor a café	Sabor rancio
	Color	Blanqueamiento	Color característico	Color característico	Color característico	Color característico
	Olor	Olor dulce	Olor a café	Olor a café	Olor a café	Olor a café
<b>Microbiológica</b>	_____	_____	_____	_____	Mohos	

---

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

Como se observa en el cuadro anterior, se realizó una evaluación a las cinco muestras conforme el tiempo de almacenamiento iba transcurriendo. En la primera muestra, se eligió una formulación diferente, en donde se sobrepasaba los grados Brix de la mermelada, el fin de ello, fue visualizar los cambios que se generaban durante su almacenamiento. Los defectos de la muestra 1 se presentaron con tan solo mes y medio de su elaboración. El primer defecto en identificarse fue la cristalización del producto, como resultado de exceder la cantidad de grados Brix en la mermelada, seguidamente, se presentó un sabor acaramelado, específicamente, un sabor de café con exceso de azúcar, áreas blancas y olor fuerte a café.



Figura 19 Mermelada con defecto sensorial

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente muestra, al ser de un lote donde se cumplieron con todos los requerimientos, no se detectaron defectos en ninguna de las propiedades sensoriales, lo mismo sucedió en la tercera muestra, es decir, a los tres meses se mantuvieron las características deseables de una mermelada.

Al realizar el cuarto análisis no se notó ningún cambio o alteración del producto, este mantenía una textura firme, con ligero olor a café y su color característico, dichos resultados tan beneficiosos se deben a que, durante su elaboración, se aplicaron buenas prácticas de manufactura, se realizó una buena formulación, un correcto envasado y durante su almacenamiento se controlaron factores ambientales, como: temperatura, humedad y luz. En la figura 20 se puede observar una mermelada almacenada en buenas condiciones.



Figura 20 Mermelada de pulpa y mucílago de café

Fuente: Elaboración propia

A los seis meses se conservaba la estabilidad en cuanto textura, color y olor, sin embargo, su sabor tenía un ligero sabor a rancidez, en efecto, ya no se considera apto para el consumo. Dichos resultados dejan en evidencia que la mermelada mantuvo su estabilidad hasta los cinco meses, es decir, no hay cambios de las propiedades sensoriales y se conserva aceptable el producto.

Además de los análisis de estabilidad, se realizó un análisis de almacenamiento, en el cual, después de abierto el frasco de mermelada, se almacenó a temperatura ambiente para observar los cambios de un mal almacenamiento, con tan solo 1,5 meses (mes y medio)

presentó sinéresis, su color se tornó blanco, microbiológicamente, se presentó moho. Lo contrario sucedió después de abrir un frasco y almacenarlo en la refrigeradora, durante cinco meses no mostró cambios que comprometieran la calidad del producto y mantuvo todas las características de estabilidad. En la siguiente imagen se muestra la mermelada con defectos.



Figura 21 Mermelada con defectos de un inadecuado almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

El último análisis confirma que un buen almacenamiento, después de que un alimento sale del área de producción o después de abierto en los hogares, es clave para mantener la calidad, ya que la humedad y la temperatura pueden ocasionar un deterioro progresivo que compromete la calidad del producto.

En un informe realizado por la Universidad Pablo de Olivade (2009) afirma que, si no se controla o se frena la calidad nutricional, sensorial e higiénica, se producirá pérdida de nutrientes, alteración de las propiedades sensoriales y pérdida de inocuidad en los alimentos.

En la tabla 16, se observa la evaluación de los dos tipos de harina de pulpa de café, a partir de los criterios de evaluación establecidos en la tabla 14.



Tabla 16  
*Estabilidad de la harina de pulpa de café*

		Harina en el secador de bandejas			Harina en el secador solar		
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Sensoriales	Textura	Apelotado.	Textura suave seca.	Textura suave seca.	Húmedo.	Apelotado.	Textura suave y seca.
	Sabor	Sabor fermentado.	Sabor café pulpa.	Sabor a café pulpa.	Sabor fermentado.	Sabor fermentado.	Sabor a café pulpa.
	Color	Blanco con café oscuro.	Color café claro.	Color café claro.	Blanco con café oscuro.	Color café.	Color café.
	Olor	Olor ácido.	Olor café.	Olor a café.	Olor ácido.	Olor acido.	Olor café.
Microbio- lógicas	<b>Mohos</b>	_____	_____	<b>Mohos</b>	_____	_____	

Fuente: Elaboración propia según los resultados de la investigación

Los resultados demostraron que, con un tiempo de seis meses en total, al abrir, sucesivamente, un empaque sellado, cada mes por medio, resultó que en la muestra, 1 tanto la harina del secador de bandejas como la del secador solar, no cumplían con los estándares de aceptación, ya que, sus características físicas mostraban que la harina fue empacada con gran cantidad de humedad, lo que ocasionó la proliferación de características no óptimas para el consumo humano.

En la muestra 2, la harina del secador de bandejas presentó mejores características que la del secador solar, las dos fueron empacadas con un porcentaje de humedad del 15,4%, pero la harina del secador solar se empacó en un ambiente húmedo, lo que conllevó a que las

partículas de la harina absorbieran humedad y no presentaran el porcentaje idóneo para su almacenamiento. Por otra parte, la harina de secador de bandejas alcanzó los estándares de humedad establecidos para su consumo, además cabe recalcar que ni en la del secador de bandejas ni en la del secador solar, se observó la formación de moho, pero la del secador solar sí presentó olor fermentado, características que señalan porcentajes altos de humedad. En la muestra 3 las harinas fueron selladas en sus empaques con una humedad de 14,4% - al 15,5% total, con resultados muy favorables durante su almacenamiento, como se puede ver en el cuadro 16



Figura 22 Harina de la muestra uno de la tabla 16 con presencia moho

Fuente: Elaboración propia



Harina del deshidratador solar

Harina del deshidratador bandejas

Figura 23 Harinas de la muestra dos de la tabla 16 sin presencia de moho

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3 Evaluación financiera de los productos desarrollados

En el presente proyecto, se realizó una evaluación financiera de los productos desarrollados, con el fin de determinar la viabilidad y la eficacia de su desarrollo, en una cooperativa de la zona de Palmares. Para el desarrollo de esta evaluación financiera, se tomó como base un análisis de cuantificación por lotes artesanales, que fue desagregada como un proyecto financiero, lo que resultó en los siguientes supuestos.

#### 4.3.1 Supuestos de evaluación para el desarrollo de la estructura de costos de la harina de pulpa y mucilago de café

En la tabla 17 se muestra los supuestos determinados para la realización de la evaluación financiera de la harina de pulpa de café.

Tabla 17

*Supuestos desarrollados durante la evaluación del proyecto de la harina*

<b>Supuestos</b>	
<b>Inversión inicial</b>	₡ 17 749 638,00
<b>Periodos de evaluación</b>	Cuatro ciclos temporada cafetalera.
<b>Capacidad de producción</b>	Lotes de 300 kg de materia prima.
<b>Rendimiento por lote</b>	14,83%
<b>Capacidad de producción</b>	44,5
<b>Cantidad de lotes mensuales</b>	13
<b>Mano de obra directa</b>	Tres personas operarias para la unidad de producción.
<b>Mano de obra indirecta</b>	Una persona supervisora de calidad para la unidad de producción.
<b>Unidad de producción</b>	La unidad de producción incluye la producción de mermelada y harina.
<b>Planta</b>	Se incluye una inversión inicial básica de construcción de una pequeña planta independiente.
<b>Planta</b>	₡ 3 500 000,00 para mejora y adaptación de instalaciones.

---

<b>Terreno</b>	No se incluye valoración de terreno, pues se construye en los disponibles de la Cooperativa.
----------------	--

---

Fuente: Elaboración propia, según los resultados obtenidos

#### 4.3.2 Inventario inicial para la realización de harina de pulpa y mucílago de café

En la tabla 18 se evidencia el inventario inicial, necesario para la ejecución del desarrollo de la harina de pulpa de café, en los cuales se contemplan requerimientos, como: equipos, utensilios, instalaciones e inmobiliarios.

Tabla 18

*Estructura resumida de inventario inicial para la realización de la*

<b>Maquinaria o equipo</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total</b>
<b>Deshidratador de bandejas</b>	300kg	¢7 350 000,00	1	¢7 350 000,00
<b>Deshidratador solar</b>	300 kg	¢345 679,00	1	¢345 679,00
<b>Molino</b>	12kg	¢2 132 500,00	1	¢2 132 500,00
<b>Bascula Romana</b>	400kg	¢119 812,00	1	¢119 812,00
			1	
<b>Tina de acero para el lavado</b>	30kg	¢4500,00		¢4 500,00
		¢1 225 000,00	1	¢1 225 000,00
<b>Tamizado y llenado y sellado.</b>	300kg			
	100kg	¢4 268 600,00	1	¢4 268 600,00
<b>Balanza de humedad</b>	5g	¢7 587,00	1	¢7 587,00
<b>Escaldado</b>	150L	¢2 000 000,00	1	¢2 000 000,00
<b>Tinas de arrastre</b>	10kg	¢1995,00	8	¢1995,00
<b>Mesa de acero inoxidable</b>	10kg	¢140 000,00	2	¢140 000,00
<b>Total de equipos</b>		<b>¢ 17 749 638,00</b>		
<b>Instalaciones, utensilios y mobiliario</b>	-	¢3 500 000,00	-	¢3 500 000,00
<b>Total de inversión inicial</b>		<b>¢21 249 638,00</b>		

---

Fuente: Elaboración propia, según los resultados obtenidos

Como se puede observar en la tabla anterior, la inversión inicial para la realización de la harina de pulpa y mucílago de café, requiere de ¢21 249 638,00, de los cuales ¢17 749 638,00 están designados a la compra de los equipos y materiales requeridos para la realización del producto, los ¢3 500 000,00 se contemplaron para la construcción de una pequeña planta independiente dentro de las instalaciones de la cooperativa, lo anterior excluye la valoración del terreno.

### 4.3.3 Estructura de flujo de caja, VAN y TIR de la harina de pulpa y mucílago de café

En la siguiente tabla se muestran los datos requeridos para los correctos cálculos del valor actual neto y la tasa de retorno representados en un flujo de caja.

Tabla 19

*Estructura de flujo de caja, VAN y TIR de la harina de pulpa y mucílago de café*

LOTES MENSUALES	COSTO	CANTIDAD	DETALLE	TOTALES POR MES
13	¢0,01	300 000,00	Materia prima inicial.	¢39 000,00
-	-	14,83%	Rendimiento por deshidratado y secado.	-
13	¢0,88	44 490,00	Materia prima neta del proceso.	¢39 000,00
13	¢0,07	44 490,00	Limpieza, selección y pesado de materia prima.	¢38 947,47
-	-	-	Total de materia prima.	¢77 947,47
-	¢437 727,28	1,5	Mano de obra directa.	¢656 590,93
-	¢783 189,96	0,5	Mano de obra indirecta.	¢391 594,98
-	-	-	Total de mano de obra directa e indirecta.	¢1 048 185,91

13	€0,04	44 490,00	Carga fabril servicios públicos secado al sol.	€23 134,80
13	€0,15	44 490,00	Carga fabril servicios públicos secado bandejas.	€87 565,22
-	-	-	Carga fabril depreciación equipos secado al sol.	€152 635,90
-	-	-	Carga fabril depreciación equipos secado bandejas.	€178 954,32
-	-	-	Total de carga fabril servicios públicos secado al sol.	€175 770,70
-	-	-	Total de carga fabril servicios públicos secado bandejas.	€266 519,53
-	-	-	Carga fabril instalaciones.	€12 395,83
13	€22,00	127	Materiales directos envase	€36 354,69
13	€55,00	127	Materiales directos etiquetas y códigos	€90 886,71
-	-	-	Total materiales	€127 241,40
-	-	--	Costos totales del lote secado al sol	€1 441 541,31
-	-	-	Costos totales del lote secado en bandejas	€1 532 290,15
-	-	1652	Unidades para la venta	1652
-	-	-	Costo unitario por bolsas de 350 gramos secado al sol.	€872,35

-	-	-	Costo unitario por bolsas de 350 gramos secado bandejas.	€927,26
-	-	-	Promedio de costo por 350 gramos.	€899,81
-	€ 2,57	1000	Precio promedio por kilogramo.	€2570,87
-	-	-	Unidades mensuales para la venta primera temporada.	1652,5
-	-	3%	Gastos generales y de administración.	€45 968,70
-	-	-	Costos más gastos total.	€955,02
			Precio de venta	€1286,58
			Ingresos proyectados	€2 126 053,89
			Flujo de caja neto	€552 390,60
	VAN	€4 566 241,67		
	TIR		-€21 249 683,00	
	TIR	0%		
	Recuperación de la inversión	€21 249 683,00		

Fuente: Elaboración propia, según los resultados obtenidos .

Los resultados del flujo de caja se determinaron a partir de los egresos y los ingresos que conllevó la realización de la harina con pulpa de café, como se evidencia en el tabla 19, la materia prima utilizada por lote consta de 300 kg de pulpa de mucílago de café, este lote inicial está vinculado con la capacidad que tienen los deshidratadores empleados en el proyecto, cada equipo de deshidratación cuenta con treinta bandejas de 10 kg cada una. Indistintamente del método que se emplee (secador de bandejas o solar), a partir de este lote

inicial, se estableció un total de trece lotes mensuales de pulpa de mucílago de café, el total de esta tanda, se determinó según la temporada cafetalera de la zona occidente, la cual va desde noviembre a febrero, el costo por cada gramo de pulpa de café equivale a ₡0,01 colones. Con respecto a los materiales indirectos, se determinó el costo del bicarbonato de sodio, agua y cloro, los cuales tienen un valor de ₡0,07 colones por gramo del producto.

Para este producto, se determinó un rendimiento promedio de los dos métodos de deshidratación, lo que dio como resultado 14,83% de rendimiento final por lote, en total, de los 300 kg de pulpa de café procesada, inicialmente, se generan 44 kg de harina de pulpa de café.

En cuanto a la mano de obra, se designaron tres operarios, los cuales realizaron todo el trabajo relacionado tanto con la mermelada como con la harina. En cuanto a la materia prima, al ser un producto de temporada, implicó el desarrollo de una tanda diaria de trabajo, alterno con la realización de la mermelada. En el caso de la harina, mediante el método de deshidratación solar, implicó una variación en el flujo de proceso, por lo que el inicio de la producción, se hizo cuatro días antes.

Respecto al salario de los operarios, se tomó como referencia el costo mensual de salario mínimo de ₡437 727,28, establecido por el Ministerio de trabajo y Seguridad Social, que incluye 26,50% de la CCSS, el 8,33% de reserva para aguinaldo y el 3,27% de la póliza de riesgos laborales. En cuanto a la mano de obra indirecta, se necesitará un inspector de calidad, el cual supervisará que los productos cumplan con las normas de calidad e inocuidad, y su salario será de: ₡783 189,96, mensuales.

Otro de los costos por tener en cuenta, son las cargas fabriles de servicios públicos, con un costo de ₡0,04 por gramo de harina, producida mediante el deshidratador solar, y ₡0,15 por gramo de harina, producida mediante el deshidratador de bandejas, para determinar



este costo se contemplaron los kilowatts por hora consumidos por las máquinas y los litros de agua necesarios durante la producción.

En cuanto al costo de las cargas fabriles de depreciación de equipos e instalaciones, se determinó el valor residual de un 10% a un 15%, esto depende del equipo utilizado, y se estableció la vida útil de los equipos, para estimar el tiempo que podrían durar los mismos en correcto funcionamiento, la depreciación total de los equipos utilizados durante el método de deshidratación solar correspondió a ₡152 635,90, con respecto a la depreciación del secador de bandejas, que es de ₡178 954,32.

Las materiales directos e indirectos son otros de los factores por tomar en cuenta durante la realización de un proyecto, para el presente trabajo, se catalogó como materiales directos a los empaques utilizados para el depósito de las harinas, cada unidad tiene un valor de ₡22, en el caso de los materiales indirectos están constituidos por etiquetas y códigos de barras, estos materiales tendrán un costo de ₡55 por empaque.

Cabe recalcar que, por cada lote de producción, se generaron 127 unidades de harina de pulpa y mucílago de café; en total, por mes se produjeron 1652 unidades para la venta al mercado, el costo unitario (350g) de cada harina desarrollada es de ₡870,35 para la harina solar y ₡925,26 para la harina del deshidratador de bandejas, esta última se constituye como la harina de mayor valor, con una diferencia de 54,91 colones. El costo promedio por kilogramo de harina correspondió a ₡2565,16.

En relación con los precios anteriores, estos fueron comparados con los valores actuales de las harinas no tradicionales del mercado, en la siguiente tabla, se muestra la información.

Tabla 20  
*Costos comparativos por kilo de harinas no tradicionales*

TIPOS DE HARINA ARTESANAL	PRECIO DE MERCADO COMPARATIVOS KILO
<b>Harina de garbanzo</b>	¢4575,00
<b>Harina de arroz</b>	¢1700,00
<b>Harina de coco</b>	¢5150,00
<b>Harinas de yuca, banano o plátano</b>	¢6100,00
<b>Harina de almendra</b>	¢15 600,00

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Shirley

Como se evidencia en la tabla anterior, el precio de la harina de pulpa de café tiene una similitud con los precios estimados por kilo de harina de garbanzo y la harina de coco, lo que la hace accesible para el consumidor.

En seguimiento con el flujo de caja de la tabla 19, se estableció un 3% a los gastos generales y administrativos, este gasto permitió el posicionamiento del producto en el mercado, lo que dio como resultado un total, por mes, de ¢45 968,70.

Como resultado de la venta del producto, se generaron ingresos de ¢2 126 053,89, con un flujo neto de ¢552 390,60 mensuales. En el anexo 14, se visualiza cada costo e ingreso del proceso por año.

En cuanto al proyecto total, su valor neto actual es de ¢4 566 241,67, con una tasa interna de retorno del 0%, esto da como resultado la recuperación de la inversión inicial, en cuatro ciclos proyectados a partir de los cuatro años, a partir de este plazo la compañía comienza a obtener ganancias.

Por otro lado, el resultado obtenido en el punto de equilibrio del proyecto, evidenció que con 89 unidades de ventas por mes, el proyecto queda cubierto en todos sus costos y gastos de producción, a partir de este punto, la compañía dispondrá cuántas unidades desea producir para generar ganancias. En el anexo 16, se muestra los datos obtenidos para calcular el punto de equilibrio.

#### **4.3.4 Supuestos de evaluación para el desarrollo de la estructura de costos de mermelada de pulpa y mucílago de café**

En la tabla 21 se evidencian los supuestos requeridos para la evaluación de la mermelada de pulpa de café.

Tabla 21  
*Supuestos desarrollados durante la evaluación del proyecto para la mermelada de pulpa y mucílago de café*

SUPUESTOS DE EVALUACIÓN	
<b>Inversión inicial</b>	¢14 423 512,00
<b>Periodos de evaluación</b>	Cuatro ciclos o temporadas cafetaleras.
<b>Capacidad de producción</b>	Lotes de 30 kg de materia prima.
<b>Aditivos e insumos agregados</b>	Lotes de 45 kg (1,5 por cada kilo de materia prima)
<b>Rendimiento por lote</b>	86,00%
<b>Capacidad de producción neta por kilo</b>	64,5
<b>Cantidad de lotes mensuales</b>	13
<b>Mano de obra directa</b>	Tres personas operarias para la unidad de producción.
<b>Mano de obra indirecta</b>	Una persona supervisora de calidad para la unidad de producción.
<b>Unidad de producción</b>	La unidad de producción incluye la producción de mermelada y harina.

<b>Planta</b>	Se incluye una inversión inicial básica de construcción de una pequeña planta independiente.
<b>Planta</b>	€ 3 500 000,00
<b>Terreno</b>	No se incluye valoración de terreno, pues se construye en los disponibles de la Cooperativa.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.5 Inventario inicial para la realización de mermelada de pulpa y mucílago de café

En la tabla 22, se evidencia la estructura del inventario inicial donde se toman en cuenta los equipos, utensilios e instalaciones necesarios para el desarrollo de la mermelada.

Tabla 22

*Estructura resumida de inventario inicial para la realización de mermelada de pulpa y mucílago de café.*

MAQUINARIA O EQUIPO	CAPACIDAD	PRECIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
<b>Báscula</b>	400 kg	€119 812,00	1	€119 812,00
<b>Tinas</b>	10 kg	€1 995,00	15	€29 925,00
<b>Tanque de lavado</b>	300kg	€1 225 000,00	1	€1 225 000,00
<b>Mangueras de presión</b>		€28 100,00	2	€56 200,00
<b>Escaldador</b>	150 L	€2 810 000,00	1	€2 810 000,00
<b>Mesa de acero inoxidable</b>	10kg	€140 000,00	2	€280 000,00
<b>Licadora Industrial</b>	13L	€950 666,00	1	€950 666,00
<b>Marmita Romana</b>	150 L	€2 000 000,00	1	€2 000 000,00
<b>Romana</b>	30kg	€45 000,00	1	€45 000,00
<b>Termómetro digital</b>	-	€75 599,00	1	€75 599,00
<b>Refractómetro digital</b>	-	€169 361,00	1	€169 361,00

<b>phmetro portátil</b>	-	¢431 949,00	1	¢431 949,00
<b>Dosificadora</b>	15L	¢1 530 000,00	1	¢1 530 000,00
<b>Rack</b>	1000 envases	¢1 200 000,00	1	¢1 200 000,00
<b>Total precio de equipos</b>	-	¢10 727 482,00	-	¢10 923 512,00
<b>Instalaciones, utensilios y mobiliario</b>	-	¢3 500 000,00	-	¢3 500 000,00
<b>Total de inversión inicial</b>	-	-	-	<b>¢14 423 512,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la tabla 22, la inversión inicial para poner en marcha la producción de mermelada de pulpa y mucílago de café fue de ¢14 423 512, de dicho dinero, ¢10 727 482 se otorgaron para la compra de los equipos requeridos para la elaboración de la mermelada y, los ¢3 500 000 restantes, fueron destinados para la compra de utensilios, mobiliario y modificaciones en la infraestructura, ya que, la cooperativa cuenta con un terreno y una planta ya establecida.

#### **4.3.6 Estructura de flujo de caja ,VAN y TIR de la mermelada de pulpa y mucílago de café**

En la tabla 23, se muestra el flujo de caja necesario para establecer el valor actual neto y la tasa interna de retorno, determinado en la realización de la mermelada de pulpa y mucílago de café.

**Tabla 23***Estructura de flujo de caja, VAN y TIR de la mermelada de pulpa y mucílago de café*

LOTES MENSUALES	COSTO	CANTIDAD	DETALLE	NOVIEMBRE
13	€0,05	30 000,00	Materia prima inicial.	€19 500,00
13	€1,34	45 000,00	Aditivos e insumos agregados.	€783 900,00
13	€1,39	75 000,00	Total del costo de materia prima.	€803 400,00
-	-	86%	Rendimiento del proceso.	-
-	-	64 500,00	Materia prima del proceso productivo.	€803 400,00
-	€437 727,28	1,5	Mano de obra directa.	€656 590,93
-	€783 189,96	0,5	Mano de obra indirecta.	€391 594,98
-	-	-	Total de mano de obra directa e indirecta.	€1 048 185,91
13	€0,04	64 500,00	Carga fabril servicios públicos.	€33 540,00
-	-	-	Carga fabril por depreciación equipos.	€107 292,41
-	-	-	Carga fabril por depreciación de instalaciones.	€12 395,83
-	-	-	Total de cargas fabriles.	€153 228,25

13	€125,00	280	Materiales directos de envase.	€455 706,52
13	€55,00	280	Materiales directos etiquetas y códigos.	€200 510,87
-	-	-	Total de materiales.	€656 217,39
-	-	-	Costos totales del lote.	€2 661 031,54
-	-	3646	Unidades para la venta.	3646
-	-	-	Costo unitario por unidad de 280 gr.	€729,92
-	-	1000	Precio promedio por kilogramo.	€2606,85
-	-	-	-	-
-	-	-	Unidades mensuales para la venta primera temporada.	3646
-	-	3%	Gastos generales y de administración.	€79 830,95
-	-	-	Costos más gastos total.	€751,82
-	-	-	Precio de venta.	€985,39
-	-	-	Ingresos proyectados.	€3 592 392,58
-	-	-	Flujo de caja neto.	€851 530,09
-	-	-	-	-
-	VAN	€4 752 237,71	-	-
-	TIR	-	-€14 423 512,00	€851 530,09
-	TIR	5%	-	-
-	Recuperación de la inversión	-	€14 423 512,00	€851 530,09

---

-	-	-	-	C13 571 981,91
---	---	---	---	----------------

---

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del flujo de caja se obtuvieron a partir de los ingresos y los egresos del proceso de producción. Entre los costos se encuentra la materia directa, la cual está compuesta por pulpa y mucílago de café, por cada lote de producción ingresaron 30 kg y su precio fue C0,05 por gramo. En cuanto a la materia indirecta, está constituida por aditivos como pectina, ácido cítrico y benzoato de sodio, entre los insumos se encuentran las manzanas, en total ingresaron 45 kg de materia indirecta y su costo por gramo fue de C1,34.

La capacidad de la marmita es de 150l y se utilizaron 75 kg entre materia directa e indirecta, el rendimiento final del producto fue de un 86% es decir 64,5kg de mermelada de pulpa y mucílago de café.

Otro de los egresos es la mano de obra, destinada en tres operarios, los cuales realizaron todo el trabajo, directamente, relacionado tanto con la mermelada como con la harina, se tomó como referencia el costo mensual de salario mínimo de C437 727,28 establecido por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, este incluye 26,50% de la CCSS, el 8,33% de reserva para aguinaldo y el 3,27% de la póliza de riesgos laborales. En relación con la mano de obra indirecta, se necesitó un inspector de calidad, quien supervisó que los productos cumplieran con las normas de calidad e inocuidad y su salario fue de C783 189,96.

En cuanto al costo de carga fabril de servicios públicos, se estableció un costo de C0,04 por gramo de mermelada, este costo contempló los kilowatts por hora, usados por las máquinas y los litros de agua necesarios durante el proceso, además, se incluyeron las cargas fabriles de depreciación de equipos e instalaciones, para obtener este costo se tomó el valor de los equipos y el valor residual, el cual se encuentra entre 10% y 15%, según cada equipo, y se obtuvo el valor residual absoluto, seguidamente, fue necesario saber la vida útil de los



equipos para estimar el tiempo que pueden cumplir, correctamente, con su funcionamiento, con dichos datos se obtuvo la depreciación mensual total, la cual dio como resultado ¢12 395,83.

Otro de los costos necesarios son los materiales directos, estos materiales están relacionados con el producto; se trata de los envases de vidrio donde se agrega la mermelada, cada unidad tuvo un peso de 230gramos, el costo de cada envase fue de ¢125. En el caso de los materiales indirectos, están constituidos por etiquetas, las cuales informan a los consumidores de la composición del alimento, las características nutricionales, condiciones de conservación y vida útil y códigos de barras, estos materiales tuvieron un costo de ¢55 por recipiente.

Por cada lote de producción realizado, se obtuvo 64.5 kg de pulpa y mucílago de café, y al utilizar un envase de 230 gr, se generaron 280 unidades de mermelada de pulpa y mucílago de café, por producción. En la planta, se trabajaron veintiséis días al mes, los cuales se dividieron de la siguiente forma: trece días se produjo harina de pulpa y mucílago de café y, los trece días restantes, mermelada de pulpa y mucílago de café. A partir de esto, se obtuvieron 3646 unidades de mermelada al mes para la venta y el costo unitario real por unidad fue de ¢729,92.

Para finalizar, se costearon los gastos generales y administrativos, por lo tanto, se estableció un 3%, para esta razón. Este porcentaje costea todo lo relacionado con posicionar el producto en el mercado, como lo es la publicidad y promoción, etc.

El total de costo más gastos por mes de la producción de mermelada de pulpa y mucílago de café fue de ¢2 740 862,46, y los ingresos de ¢3 592 392,58; ya que, el precio de venta por envase tuvo un costo ¢985,39 y se obtuvieron 3646 unidades de mermelada. Según los ingresos proyectados menos los egresos se tendrá un flujo neto de caja de ¢851

530,12, en el anexo 15 se podrá visualizar, detalladamente, cada costo e ingreso del proceso anual.

Además, se analizó el precio de una mermelada de 280 gr de un sabor no tradicional, en el mercado actual, y su costo ronda los ¢3800 . Es importante monitorizar los precios para posicionar un producto, a la vez, mostrar la viabilidad en el mercado y como un punto de comparación con la competencia en tiempo real. En consecuencia, la mermelada de pulpa y mucílago de café, al ser un producto nuevo, saldrá al mercado a un precio muy accesible, en primera instancia, para medir el comportamiento del consumidor y realizar la evaluación financiera, con un precio de venta bajo.

Mediante la estimación de flujos de caja, el VAN (valor actual neto) del proyecto fue de ¢4 752 237,71.

En cuanto a la Tasa Interna de Retorno (TIR), se obtuvo un resultado de un 5%, lo que indica que existirá beneficio y que la inversión ofrecerá una buena rentabilidad, además, la posibilidad de obtener ganancias mucho más rápidas en comparación con TIR de porcentajes menores.

El resultado obtenido en el punto de equilibrio del proyecto, evidenció que 234 unidades de mermelada para la venta, por mes, permitió cubrir todos los costos y gastos de producción. Con tal resultado la empresa decide cuántas unidades desea producir al mes, para obtener ganancia, en el anexo 17 se muestran detalladamente los datos para calcular el punto de equilibrio.

Según el resultado de flujo de caja, menos la inversión inicial, la recuperación se obtendrá a los quince meses de poner en marcha el proyecto, la evaluación financiera está proyectada para cuatro temporadas cafetaleras, por lo tanto, el periodo se consideró

favorable, ya que, se obtendrá la inversión a corto plazo, específicamente, en el segundo ciclo o temporada cafetalera, en el mes de abril.

#### **4.4 Manual de aprovechamiento de la pulpa residual del café.**

A partir de los datos obtenidos sobre los productos desarrollados, se realizó un manual, el cual engloba aspectos de suma importancia para la realización de las alternativas, como parte inicial de estos aspectos, se menciona la inclusión del Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura, en el cual se establecen prácticas de higiene y de operación, además de un conjunto de principios básicos para la creación de productos inocuos y de calidad, el fin de este marco legal es informar al lector sobre la existencia de un reglamento, el cual debe ser respetado para garantizar la inocuidad y seguridad del consumidor.

Seguidamente del marco legal, se estableció un apartado que menciona la anatomía, procesamiento y composición de la pulpa y el mucílago del café, es de suma importancia mencionar estos apartados en el manual, porque evidenciaron el proceso que conlleva obtener la pulpa y las características que se obtuvieron durante ese procesamiento, esto permite que las personas interesadas puedan tener un mayor conocimiento sobre los subproductos y mantenerse informadas sobre las propiedades de la pulpa de café.

Una vez que se estableció esta información, se prosiguió a incluir todo lo relacionado con los productos que son el foco del proyecto. Se incorporó información sobre las materias primas, específicamente: la descripción y la función que realizan en los productos desarrollados, las formulaciones, diagramas de flujo, los equipos, en este apartado se especificaron los equipos artesanales y los industriales necesarios para realizar las alternativas, con el fin de que cualquier persona tenga la posibilidad de elaborarlos; descripción de procesos, controles de calidad necesarios en algunas etapas.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el siguiente capítulo se observan las conclusiones obtenidas durante la investigación, así como, recomendaciones propuestas para futuras indagaciones.

### 5.1 Conclusiones

La pulpa de café corresponde a un residuo con un gran impacto ambiental, pero a la vez su composición química demostró tener altos contenidos de proteína, fibra, antioxidantes y minerales, lo que lo hace ser un subproducto con un potencial nutricional y apto para consumo humano.

Por medio de pruebas piloto de desarrollo y análisis se puede concluir que si es posible la obtención de harina y mermelada a base de pulpa y mucílago de café, con características como antioxidantes, texturas fibrosas, proteínas, sabores dulces, olores particulares a café y una estabilidad adecuada según el tipo de productos.

La harina de pulpa y mucílago puede deshidratarse mediante el uso del deshidratador solar y el deshidratador de bandejas con características sensoriales y fisicoquímicas aceptables, sin diferencia significativa según los resultados de la prueba de Wilcoxon aplicada.

A partir de los resultados de pruebas sensoriales hedónicas aplicadas a los productos desarrollados se concluye que existe aceptación de ambos productos por parte de los panelistas.

Según la evaluación financiera se concluye que el proyecto es factible, con una inversión inicial de 14 423 512, un VAN 4 752 237 y un TIR positivo de 5% para

mermelada y 21 249 638 de inversión inicial para harina, con un VAN de 4 566 241 y TIR del 0%, en cuanto a la recuperación de la inversión se estableció en un plazo de 15 meses para la mermelada y 36 meses para la harina.

A partir de la información obtenida de las pruebas piloto se logró realizar un manual para las cooperativas que aporta conocimientos para la elaboración de productos a partir de los subproductos del café, el cual incluye secciones de.

## **5.2 Recomendaciones**

Valorar la realización de pruebas químicas para determinar el contenido de residuos de plaguicidas y fungicidas (Pyraclostrobin y Expoconazole) que se pudieran encontrar en la pulpa de café.

Se recomienda realizar estudios de fermentación de la pulpa de café, para determinar los tiempos óptimos de manipulación, así como estudios de alternativas de almacenamiento por congelación.

Por motivos de limitantes en el proyecto, como temporadas de cosecha y costos de realización de análisis físico-químicos y microbiológicos, se dificultó el desarrollo de más pruebas que ayudaran a desarrollar un criterio estadístico más amplio, de ahí la importancia de que, en futuras investigaciones, se amplíen estos análisis.

Según el comportamiento de los productos en el mercado, se podría evaluar la posibilidad de aumentar el costo por unidad y realizar otras proyecciones financieras con la compra de congeladores.

Realizar nuevas investigaciones para diversificar el manual con más alternativas que permitan utilizar la pulpa y el mucílago de café en nuevos productos como lo son: bebidas, aditivos, colorantes etc.

## VI. REFERENCIAS

- Abarca, R., Chan, V., Arguedas, P., & Mora, J. (2009). *Desarrollo de productos no convencionales a partir de café y de sus subproductos*. Costa Rica: Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa.
- Acuña, R. S., Noriega, A., y García, M. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. Venezuela: Zootecnia Tropical.
- AGQ Labs. (2015). *Estudios de vida útil en Alimentos*. España: AGQ Labs.
- Agudelo, I. (Diciembre de 2015). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/288180597\\_Metodos\\_empleados\\_en\\_el\\_analisis\\_de\\_los\\_polifenoles\\_en\\_un\\_laboratorio\\_de\\_baja\\_complejidad](https://www.researchgate.net/publication/288180597_Metodos_empleados_en_el_analisis_de_los_polifenoles_en_un_laboratorio_de_baja_complejidad)
- Aguilar, L. R. (2014). *Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango ( Mangifera indica L.)*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Alfaro, M. d. (2017). *IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESAMIENTO*. Obtenido de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v18n02\\_217.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v18n02_217.pdf)
- Alfaro, R., & Rodríguez, J. (1994). Impacto Ambiental del procesamiento del café en Costa Rica. Costa Rica: Agronomía Costarricense.
- Andrés, F. (2017). *Secador de bandejas de aire.[figura]*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/128255/D-CD88615.pdf>

- Ardón, H. (2014). *Esquema General del Proceso Tradicional de Beneficiado Húmedo del café.[figura]*. Obtenido de <http://iso14001guatemala.blogspot.com/2014/08/impacto-de-las-normas-iso-14000-en-la.html>
- Arias, N. M. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes . *elementos* , 15-18.
- Armas, E., Cornejo, N., & Murcia, K. (2008). *Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café como una alternativa para la diversificación de la actividad cafetalera y aporte de valor a la cadena productiva*. Salvador: Universidad de el Salvador.
- Artavia, J. R. (2010). *Guía Metodológica para el diseño y desarrollo de investigaciones* . Costa Rica : UNIDE.
- Banks, M., Mcfadden, C., & Atkinson, C. (2007). *The World Enciclopedia of Coffee:The Definite guide to Coffee, from Simple Bean to Irresistible Beverage*. London: Anness Publishing.
- Barquero, M. (30 de Diciembre de 2017). Cosecha nacional de café sube un 14%. *LA NACIÓN*, págs. <https://www.nacion.com/economia/agro/cosecha-nacional-de-cafe-sube-un-14/OXGRI2Q2CNAF7IB55P4GXBDSPM/story/>.
- Barro, F. (2014). *Pan de trigo genéticamente modificado apto para celiacos* . España: Plos one.
- Beyra, R. C. (2015). Efecto de la pulpa de Coffea arabica L. sobre la microflora de tres unidades de suelos. *Revista de proteccion vegetal*.
- Blanco, M. (s,f). *Guía técnica para la elaboración de mermelada de guayaba*. San José: Centro de investigaciones en tecnología de alimentos .
- Blandón, G., Dávila, M., & Rodríguez, N. (1999). *CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA, DE LA PULPA DE CAFÉ SOLA Y CON MUCÍLAGO, EN PROCESO DE LOMBRICOMPOSTAJE*. Colombia: Cenicafé.

- Blasco, M. (2017). *Determinación de humedad alimentaria* . España: AGQ Labs Alkemi.
- Boxler, M. (s.f). Infusiones de plantas aromáticas y medicinales. Concepción del Uruguay: Publicaciones Regionales . Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_infusiones\\_de\\_plantas\\_aromticas\\_y\\_medicinales.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_infusiones_de_plantas_aromticas_y_medicinales.pdf)
- Braham, & Bressani. (1978). *Pulpa de Café*. Canadá: Centro Internacional de Investigación para el desarrollo.
- Brunt, K., & Sanders, P. (2013). Improvement of the AOAC 2009.01 total dietary fibre method for bread and other high starch containing matrices. *Food Chemistry*, 140-142.
- Cabezón, S. (2014). *Control de Calidad en la producción industrial*. España: Escuela de Ingenierías Industriales.
- café, A. N. (2018). *Los subproductos del café*. Obtenido de [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficioHumedo\\_Subproductos](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/BeneficioHumedo_Subproductos)
- Calle, H. (1962). Métodos de Extracción de las Pectinas de café. *Cenicafé*, 69-74.
- Casares, C. M. (s.f). *Sistemas de conservación de los alimentos*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/242735335/Capitulo-4-Metodos-de-conservacion-de-los-alimentos-pd>
- Cervantes, R., Castro, I., Mesa , M., Ocampo, A., & Fernández, D. (2015). Efecto de la pulpa de *Coffea arabica* L. sobre la microflora de tres unidades de suelos. *Revista de proteccion vegetal*.
- Céspedes, V. F. (2 de Julio de 1997). *Sistema Costarricense de información Jurídica* . Obtenido de [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/pronunciamiento/pro\\_ficha.aspx?param1=PRD&param6=1&nDictamen=8971&strTipM=T](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/pronunciamiento/pro_ficha.aspx?param1=PRD&param6=1&nDictamen=8971&strTipM=T)



- Chacon, S. A. (2006). *Manual de Procesamiento de Frutas Tropicales a Escala Artesanal* . Santa tecla, El Salvador .
- Ciencia y Tecnología de los alimentos . (s.f.). *Determinación de humedad en los alimentos*. España: Universidad de Zaragoza.
- Cockerell, I. F. (1971). Changes in the nutritive value of concentrate feedstuffs during storage. Proceedings of a conference on development of feed resources and improvement of. London: Tropical products Institute.
- Codex Alimentarius . (1963). *Definiciones para fines de Codex Alimentarius*. Roma: FAO.
- Coffee Hat*. (2015). Obtenido de Descripción de una Cereza de Café: <http://www.coffee-hat.com/esp/Coffeepedia/Cereza-de-cafe-y-te>
- Colombia, I. d. (2018). *La transformación de fruto del cafeto en el proceso de beneficiado*. [figura]. Obtenido de <https://mundocafeto.com/beneficiado/el-beneficio-humedo-del-cafe/>
- Condori, L. (2009). *Determinación de Proteína en Alimentos* .
- Contreras, I. (2006). Análisis de la rentabilidad económica (ROI) y financiera (ROE) en empresas comerciales y en un contexto inflacionario. *Redalyc.org*, 13-28.
- Coronado, M. (2001). *Elaboración de Mermeladas* . Perú: CIED.
- Coronado, M., & Hilario, R. (2001). *Elaboración de Mermeladas*. Perú: CIED.
- Cruz, W. (2009). *Diagrama de flujo de la harina de quinua*. [figura]. 20. Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-de-flujo-de-obtencion-de-harina-de-quinua-precocida\\_fig11\\_281842581](https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-de-flujo-de-obtencion-de-harina-de-quinua-precocida_fig11_281842581)
- Díaz, A. (2001). *Fabrica de Mermelada*. España.

DÍAZ, D. V. (2012). *EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE YUCA (TESIS DE PREGRADO)*. UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA, Pastaza.

Domínguez, M. R. (2 de Febrero de 2007 ). *AgroSalud*. Obtenido de <http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>

Espinoza, M. (2015). *Toppin y Jaleas*. Costa Rica .

Estirado, L. (25 de Noviembre de 2016). Del café también se aprovecha todo hasta la cascara. *Extra*.

Excelencia Internacional Agroalimentaria . (2013). *Harina* . España : Junta andalucía.

Facultad de Química, UNAM. (2008). *Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos* . México: Universidad Nacional Autónoma de México.

FAO. (2003). *Procesados de Frutas* . Roma: FAO.

FAO. (s.f.). *Subproducto*. Roma: FAO.

Fierro, C. (2018). CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y NUTRIMENTAL DE LA PULPA DE CAFÉ (Coffea arabica L.). *Agroproductividad*:, 11.

Fuchs, L. (8 de Agosto de 2016). *Mi Mundo Philips* . Obtenido de <http://www.mimundo.philips.es/harina-cafe-nuevo-superalimento/>

García , E., Mejía, M., Mejía, D., & Valencia, C. (2011). Diseño y construcción de un deshidratador solar de frutos tropicales. *revistasunilibre*, 8-11.

García, M. (2007). Análisis sensorial de alimentos. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*.

Garmendia, G. (Mayo de 2015). *RsearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28282408\\_Metodos\\_para\\_la\\_desinfeccion\\_de\\_frutas\\_y\\_hortalizas](https://www.researchgate.net/publication/28282408_Metodos_para_la_desinfeccion_de_frutas_y_hortalizas)

- Ginés, J. M. (2008). Generación de subproductos en la industria agroalimentaria. *Dialnet*, 39-42.
- González, C. (2011). *El pH*. Colegio de ciencias agrícolas .
- González, R. M. (24 de 10 de 2012). Compuestos en subproductos del café diversificarán usos en la industria. *Seminario Universidad*.
- Goodman, L. (11 de 12 de 2015). *Brandeis Now*. Obtenido de <https://www.brandeis.edu/now/2015/december/coffee-flour-health.html>
- Gottau, G. (10 de 12 de 2013). *Vitónica*. Obtenido de Análisis nutricional de diferentes tipos de harina: <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-harina>
- Guerra, G. (25 de Junio de 2018). *PERFECT DAILY GRIND*. Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2018/06/25/tamano-de-molienda-como-mejora-el-sabor-de-tu-cafe/>
- Guevara, A. (2015). *Elaboración de pulpas ,zumos ,néctares,deshidratados,osmohidratados,fruta confitada*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina .
- Guzmán, M. (2008). *Utilización de mieles del desmucilaginado mecánico de café (Coffea arabica) en la alimentación de ganado Bovino*. Costa Rica : Universidad de Costa Rica.
- Hanco, J. (s.f.). *Operación de Secado en un Secador de Bandejas*. Peru: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- HAT, C. (2015). *CEREZA DE CAFÉ Y TÉ*. Obtenido de <http://www.coffee-hat.com/esp/Coffeepedia/Cereza-de-cafe-y-te>
- Hernández, F., y Vilanova, B. (1969). *Mermeladas de Frutas*. Madrid: Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura.

- Herrera, F. (2016). *Obtención de antioxidantes a partir del epicarpio de café. Empleando fluidos presurizados, una alternativa de aprovechamiento para este residuo agroindustrial*. Colombia: Universidad Libre.
- IQ, C. (2017). *Café Arabica, Características*. SF.
- Jaramillo, J. C. (20 de Junio de 2013). *Proceso para la obtención de miel y/o harina de café a partir de la pulpa o cascara y el mucilago del grano de café*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/WO2013088203A1/es>
- Jiménez, J. (2016). *Valorización de la pulpa de café (Coffea arabica) mediante la extracción de ácidos hidroxicinámicos y clorogénicos*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Kleef, E. V., Hans, C., y Luning, P. (2006). *Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques*. Publicaciones Elsevier B.V.
- Lázaro, I. (13 de Septiembre de 2017). *LAZAYA*. Obtenido de <https://www.lazayafruits.com/es/blog-de-frutas-en-conserva/grados-brix-en-las-frutas-en-conserva-que-miden/>
- Liria, R. (2007). *Guía para la evaluación Sensorial de Alimentos*. Perú: Centro Internacional de agricultura Tropical - CIAT.
- Lisboa, R. (6 de Diciembre de 2019). *Focus Group*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/focus-group/>
- Lopez, B. (16 de Enero de 2017). *Cómo conservar alimentos con azúcar*. *unCOMO*, 23-25. Obtenido de *Cómo conservar alimentos con azúcar*: <https://comida.uncomo.com/articulo/como-conservar-alimentos-con-azucar-2072.html>
- Loyola, K. (2012). *Diagrama de flujo de la mermelada*. [Figura]. Obtenido de <https://www.slideshare.net/katloyola/industria-de-la-mermelada>
- Macrae, C. R. (2017). *Procesamiento de campo*. London.

- MANUEL, B., & MCFADDEN, C. (2007). The world Enciclopedia of coffe. En *The Definite guide to Coffe*. London: Anness Publishing.
- Marín, S. (2003). RELACIÓN ENTRE EL ESTADO DE MADUREZ DEL FRUTO DEL CAFÉ Y LAS CARACTERÍSTICAS DE BENEFICIO. *CENICAFE*, 26-29.
- Masson, L. (1 de Junio de 2016). *METODOLOGÍAS ANALÍTICAS APLICABLES AL ETIQUETADO NUTRICIONAL*. Obtenido de <http://www.achipia.cl/wp-content/uploads/2016/06/7-M--todos-Grasa-Total---c.-Grasos-Colesterol-Dra.-Lilia-Masson.pdf>
- Medina, K. V. (Agosto de 2016). *Estudio de la estabilidad de un extracto rojo en polvo de la broza de café para su aplicación como ingrediente colorante en alimentos*. Obtenido de [www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73922?show=full](http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73922?show=full)
- Mendoza, J. (2007). *Elaboración de mermeladas*. España: Mail.
- Michael, S. (1979). *Coffee Technology*. Avi Publishing Company.
- Michelis, A. D. (s.f). *Deshidratación y desecado de frutas , hortalizas y hongos*. Argentina: Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos – Universidad Nacional del Comahue.
- Minga, L. L. (2017). *Análisis e investigación del café de la perla, nanegal y sus aplicaciones en la gastronomía*. Ecuador: Universidad de las Américas.
- Montaño, N., Sandoval, A., Camargo, A., & Sánchez, J. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *elementos*, 15-18.
- Mora, N. (Enero de 2008). *Agrocadena de Café*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9314.pdf>
- Mora, V. (2018). *Caracterización química y nutrimental de la pulpa de café (coffea arabica L.)*. Veracruz: Instituto Tecnológico de Veracruz .

- Moscoso, P. M. (Agosto de 2015). *El café, una de las bebidas más consumidas del mundo*. Obtenido de Natura Medio Ambiente: <https://www.natura-medioambiental.com/el-cafe-una-de-las-bebidas-mas-consumidas-del-mundo/>
- Nación, L. (14 de Enero de 2012). Ríos y desechos del café. *LA NACIÓN*, págs. <https://www.nacion.com/archivo/rios-y-desechos-del-cafe/Z3DFOZGV5ZD3NLJSHUO7IRT55U/story/>.
- Noguera, Flavia; Gigante, Silvia; Menoni, Carolina; Aude, Ivanna; Montero, Débora; Peña, Natalia. (2018). *Principios de la preparación de alimentos*. Uruguay: Universidad de la República.
- Ochoa, E., Ornelas, J., Ruiz, S., Ibarra, V., & Guevara, J. (2012). TECNOLOGÍAS DE DESHIDRATACIÓN PARA LA PRESERVACIÓN DE TOMATE. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* , 39-44.
- OMS. (s.f.). *Pan American Health Organization*. Obtenido de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=article&id=266&Itemid=40906&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=266&Itemid=40906&lang=es)
- Ortiz, C. C. (2009). *Evaluación del Efecto de procesos clásicos de transformación sobre las propiedades antioxidantes de la mora costarricense variedad "Vino con espinas "(Rubus adenotrichus Schltdl)*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica .
- Pandey, A., Soccol, C.R., Nigam, P., Brand, D., Mohan, R., & Roussos, S. (2000). Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. En *B. E. journal*.
- Pao, S., & Davis, C. (07 de 1999). Enhancing microbiological safety of fresh orange juice by fruit immersion in hot water and chemical sanitizers. *NCBI*, 62(7):756-60.
- Peládez, J. R. (2013). *Harinas*. España: Akal.

- Pelley, J. (3 de 11 de 2017). Un estudio demuestra que una disolución básica elimina casi completamente los residuos de la superficie de la fruta. *Chemical&Engineering*, págs. <https://cen.acs.org/articles/95/web/2017/10/Bicarbonato-para-limpiar-los-pesticidas-de-las-manzanas.html>.
- Peralta, L. B. (2008). *Repositorio UCR*. Obtenido de [repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2517/1/29265.pdf](https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2517/1/29265.pdf)
- Pérez, C. (2018). El pH de los alimentos. *Natursan*.
- Pérez, J. (28 de 04 de 2017). *Pro Café*. Obtenido de <https://www.productosdelcafe.com/curiosidades-consejos-para-baristas/como-funciona-un-molinillo-de-cafe.html>
- Periago, M. J., Navarro, I., & Garcia, F. (2017). Estimación de la capacidad antioxidante de los alimentos. *Revista Chilena de Nutrición*, 183-188.
- PROCOMER. (06 de marzo de 2018). *PROCOMER analiza potencial del café tostado en los Estados Unidos*. Obtenido de <https://www.procomer.com/es/noticias/procomer-analiza-potencial-del-cafe-tostado-en-los-estados-unidos>
- Puerta, G., & Ríos, S. (2011). Composición Química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé*, 23-40.
- Puertas Mejía, M., Rivera Echeverry, F., Villegas Guzmán, P., & Rojano, B. (2012). *Granos de café durante el proceso de maduración.[Figura]*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962012000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000400007)
- Ramírez, J. (2011). *Guía Metodológica para el diseño y desarrollo de investigaciones*. Costa Rica: UNIDE.

- Ramos, V., & Paola, N. (2017). *Efecto del Colutorio con Bicarbonato de Sodio para Amortiguar la disminución del ph salival producido por el consumo de una bebida carbonatada*. Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (2012). *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. Costa Rica: Reglamento Técnico Centroamericano.
- Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.33:06. (2006). *Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales*. RTCA.
- Reyes, L. (2014). *Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango (Mangifera indica L.)*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Rica, I. d. (2015). *Estructura de las capas de un fruto de café.[figura]*. Obtenido de [www.cafedecostarica.com](http://www.cafedecostarica.com)
- Ríos-Arias, S. (2011). *COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ*. Colombia: .
- Rivas, C. (2018). *Pulpa de café*. Perú.
- Rodriguez, A. G. (s.f). *Guía interactiva para la elaboración de infusiones* . Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/doc/93710960/Guia-interactiva-para-la-elaboracion-de-infusiones>
- Rodriguez, G. (2014). *Determinación de Sólidos solubles en alimentos*. Perú: Ingeniería Agroindustrial.
- Rojas Cubero, G., & Alvarado Soto, M. (1994). *El cultivo y beneficiado del café*. San José: EUNED.
- Rojas, J. (2015). *Evaluación de la producción de Biogás por medio de la Biodigestión Anaerobia semicontinua utilizando residuos del beneficiado del café como sustrato*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.



- Rusiñol, S. (14 de 07 de 2016). *Subproducto o Residuo*. Obtenido de Emgrisa:  
<http://www.emgrisa.es/publicaciones/subproducto-o-residuo/>
- Samayoa, A. L. (2014). *Extracción de mucílago, azúcares, y taninos de la pulpa de café y producción de ácido acético comercial a partir de las mieles de café*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sánchez, E. (29 de Septiembre de 2017). *Café costarricense se distingue entre los mejores del mundo*. Obtenido de LAREPUBLICA: <https://www.larepublica.net/noticia/cafe-costarricense-se-distingue-entre-los-mejores-del-mundo>
- Scheer, C. (1993). *Esto es agricultura*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/deshidratador-solar-alimentos-organicos/>
- Smith, D. (2007). *NebGuide* . Obtenido de Universidad de Nebraska-Lincoln y del departamento de Agricultura : <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1604s.pdf>
- Solís, H. (6 de Octubre de 2008). Producen etanol a partir de desechos del café en Costa Rica. *LA NACIÓN* .
- Soriano, A. (2016). *Instructivo externo: Estudio de estabilidad- Alimentos Procesados*. Ecuador : Agencia Nacional de regulación , Control y Vigilancia Sanitaria.
- Suárez, D. (2018). *Aprovechamiento Agroindustrial de la Pulpa y la Cascarilla del Café( Coffe Arabiga) Variedad Caturra en el Noroccidente de Pichincha*. Ecuador: Ingenieria y Ciencias aplicadas.
- Toledo, A. L. (2014). *Extracción de Mucilago, Azúcares, y Taninos de la Pulpa del Café y Producción de Ácido Acético Comercial a Partir de Miel de Café*. Guatemala.
- Toro, C. G. (Octubre de 2011). *Servicio de Extensión Agrícola* . Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>

- Torres, J. (2015). *Análisis del Perfil de Textura en frutas, Productos Carnicos y Quesos*. Chile: Recitela.
- Universidad de Córdoba. (s.f.). *Materias Primas*. España: Uco.
- Universidad Pablo de Olivade . (2009). *Estabilidad y alteraciones de los alimentos* . España: Universidad Pablo de Olivade .
- V, M. R. (2018). *Caracterización Química y nutrimental de la pulpa de café* . Veracruz: instituto Tecnológico de Veracruz .
- Valencia, N. R. (2013). *CENICAFE*. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/541/1/arc064%2802%2978-93.pdf>
- Varnam, A., & Sutherland, J. (1996). *Bebidas: Tecnología, Química y Microbiología*. Zaragoza: Acribia.
- Veladez, A. R., & Lopez, J. J. (2011). *Proceso para la obtención de miel y harina de café a partir de la pulpa o cáscara y el mucílago del grano de café*. Colombia: Organización mundial de la propiedad intelectual.
- Venegas, P. (1986). *Algunos elementos de investigación*. Costa Rica: EUNED.
- Vera, A. R. (08 de Mayo de 2003). *ACADEMIA*. Obtenido de [https://www.academia.edu/33276281/INFUSIONES\\_HELADAS\\_COMO\\_BEBIDAS\\_ALTERNATIVAS\\_EN\\_EL\\_MERCADO\\_NACIONAL](https://www.academia.edu/33276281/INFUSIONES_HELADAS_COMO_BEBIDAS_ALTERNATIVAS_EN_EL_MERCADO_NACIONAL)
- Verdini, R. (2017). *ÁNÁLISIS DEL CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN LOS ALIMETOS*. Obtenido de [https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/124179/mod\\_resource/content/4/QA-2017-PROTEINAS-METODOS.pdf](https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/124179/mod_resource/content/4/QA-2017-PROTEINAS-METODOS.pdf)

Vidal, M. A. (Septiembre de 2014). *FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS*.

Obtenido de Biblioteca de la Universidad Rafael Landívar:

<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/14/Vidal-Marco.pdf>

Villalta, K. (Agosto de 2016). *Estabilidad de un extracto rojo en polvo de la broza de café para su*

*aplicación*. Obtenido de Kérwá repositorio:

<http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73922?show=full>

Wolfowicz, H. W. (2 de julio de 1997). *Ministerio de Salud Pública*. Obtenido de

<http://www.pgrweb.go.cr/DOCS/DICTAMENES/1/P/D/1990-1999/1995->

[1999/1997/3AD13.HTML](http://www.pgrweb.go.cr/DOCS/DICTAMENES/1/P/D/1990-1999/1995-1999/1997/3AD13.HTML)

Wolters Kluwer. (s.f.). *Productos Alimenticios*. España: Wolters Kluwer.

Zudarie, M. (22 de 07 de 2004). *La Pectina de Manzana*. Obtenido de

<https://www.consumer.es/alimentacion/la-pectina-de-manzana.html>

## VII. GLOSARIO

**°C:** Unidad que mide la temperatura, se define como grado centígrado o grado celsius.

**μM:** Según el Sistema Internacional de Medidas, se define milimol y mide la cantidad de una sustancia.

**A y A:** Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

**Brix:** Unidad que mide la cantidad de sacarosa disuelta en un líquido.

**Broza:** Se le conoce como broza a la pulpa de café.

**Caficultores:** Personas que se dedican al cultivo de café.

**CCSS:** Caja Costarricense de Seguro Social

**cm:** Según el Sistema Internacional de Medidas se define centímetro, es una unidad de longitud.

**Fanegas:** Es una unidad de medida en volumen o capacidad que se utiliza para medir productos agrícolas, especialmente, café.

**g:** Según el Sistema Internacional de Medidas se define gramo, mide la cantidad de materia en un cuerpo.

**h:** Según el Sistema Internacional de Medidas se define como hora, es una unidad de medida de tiempo.

**kcal:** Se define como Kilocalorías, mide la cantidad de energía de los alimentos.

**kg:** En el Sistema Internacional de Medidas representa la unidad de medida de masa y se define como kilogramo.

**kw:** Se define como kilovatio, es la unidad que se utiliza para medir la potencia eléctrica.

**L:** Según el Sistema Internacional de Medidas se define como litro, es una unidad que mide el volumen de una sustancia.

**Lombricultura:** Alternativa agroecológica empleada para la transformación de residuos sólidos mediante adicción de lombrices.

**m/m:** Se define como masa/masa y mide la concentración de una solución entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución.

**mg:** Según el Sistema Internacional de Medidas, se define como miligramo, es una unidad de masa.

**ml:** Según el Sistema Internacional de Medidas, se define como mililitro, mide el volumen de una sustancia.

**ORAC:** Se define como capacidad de absorción de radicales de oxígeno, es un método de medición de la capacidad de antioxidantes.

**ppm:** Partes por millón , unidad de medida con la que se calcula la concentración

**RTCA:** Reglamento Técnico Centroamericano

**UFC:** En área de microbiología, se define como unidades formadoras de colonias, es una unidad de medida que se emplea para la cuantificación de microorganismos.

## VIII. APÉNDICE

**Apéndice 1: Contenido de aminoácidos en la proteína de la pulpa de café**

<b>Aminoácido</b>	<b>Pulpa de café (g)</b>	<b>Maíz (g)</b>	<b>Harina soya(g)</b>	<b>de</b>	<b>Harina de algodón(g)</b>
<b>Lisina</b>	6,8	1,7	6,3		4,3
<b>Histidina</b>	3,9	2,8	2,4		2,6
<b>Arginina</b>	4,9	3,1	7,2		11,2
<b>Treonina</b>	4,6	3,3	3,9		3,5
<b>Cistina</b>	1,0	1,0	1,8		1,6
<b>Metionina</b>	1,3	1,6	1,3		1,4
<b>Valina</b>	7,4	5,0	5,2		4,9
<b>Isoleucina</b>	4,2	4,3	5,4		3,8
<b>Leucina</b>	7,7	16,7	7,7		5,9
<b>Tirosina</b>	3,6	5,0	3,2		2,7
<b>Fenilalanina</b>	4,9	5,7	4,9		5,2
<b>Hidroxiprolina</b>	0,5	-	-		-
<b>Acido aspártico</b>	8,7	-	-		-
<b>Serina</b>	6,3	-	-		-
<b>Acido glutámico</b>	10,8	-	-		-
<b>Prolina</b>	6,1	-	-		-
<b>Glicina</b>	6,7	-	-		-
<b>Alanina</b>	5,4	-	-		-

Fuente: Elaboración propia, con base en: Bressani (1972)

**Apéndice 2: Contenido de nitrógeno y mineral en la pulpa de café**

<b>Minerales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Base seca</b>
<b>Nitrógeno (N)</b>	g kg <sup>-1</sup>	17,00
<b>Fósforo (P)</b>	g kg <sup>-1</sup>	2,48
<b>Potasio (K)</b>	g kg <sup>-1</sup>	25,13
<b>Calcio (Ca)</b>	g kg <sup>-1</sup>	4,10
<b>Magnesio (Mg)</b>	g kg <sup>-1</sup>	1,39
<b>Sodio (Na)</b>	g kg <sup>-1</sup>	2,12
<b>Boro (B)</b>	mg kg <sup>-1</sup>	11,00
<b>Cobre (Cu)</b>	mg kg <sup>-1</sup>	21,00
<b>Hierro (Fe)</b>	mg kg <sup>-1</sup>	77,00
<b>Manganeso (Mn)</b>	mg kg <sup>-1</sup>	46,00
<b>Zinc (Zn)</b>	mg kg <sup>-1</sup>	11,00

Fuente: Elaboración propia, con base en: Víctor Mora (2018)

**Apéndice 3: Análisis físico-químicos y microbiológicos de la harina de pulpa y mermelada**

[Este subtítulo no se encuentra relacionado con tabla de apéndices, se debe incorporar]



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
e-mail: lambda@raesa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANALISIS # 498,012

**---RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO---**

**FECHA:** 24 DE ENERO DE 2020

**SOLICITANTE:** Srta. YIRLANY CHAVARRIA VARGAS

**REFERENCIA:** MUESTRA DE HARINA DE PULPA DE CAFE SECADO BANDEJAS, RECIBIDA POR EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 17 DE ENERO DE 2020.

**ANALISIS:**

**RESULTADO**

Recuento de hongos y levaduras ..... 3,0 x 10<sup>1</sup> UFC/g  
Recuento de *Escherichia coli* ..... < 10 UFC/g

**OBSERVACIONES:**

- UFC/g: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO DE MATERIAL
- METODOS ANALITICOS: BACTERIOLOGICAL ANALYTICAL MANUAL (B.A.M.), FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (F.D.A.), 2001.
- DIGITADO POR: car.
- CODIGO LAMBDA: 0927-V03.

  
Dr. MARIO LIZANO QUESADA  
M.Q.C. CÓDIGO 1140





Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
 e-mail: lambda@racsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANALISIS # 498,013

**---RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO---**

**FECHA:** 24 DE ENERO DE 2020

**SOLICITANTE:** Srta. YIRLANY CHAVARRIA VARGAS

**REFERENCIA:** MUESTRA DE HARINA DE PULPA DE CAFE SECADO SOLAR, RECIBIDA POR EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 17 DE ENERO DE 2020.

**ANALISIS:**

**RESULTADO**

Recuento de hongos y levaduras .....	4,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/g
Recuento de <i>Escherichia coli</i> .....	< 10 UFC/g

**OBSERVACIONES:**

- UFC/g: UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO DE MATERIAL
- METODOS ANALITICOS: BACTERIOLOGICAL ANALYTICAL MANUAL (B.A.M.), FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (F.D.A.), 2001.
- DIGITADO POR: car.
- CODIGO LAMBDA: 0927-V04.

  
 Dr. MARIO LIZANO QUESADA  
 M.Q.C. CÓDIGO 1140

**NOTA:** Refiérase al código Lambda de esta muestra para cualquier consulta.  
 Resultados validos únicamente para los análisis microbiológicos solicitados por el cliente para la muestra(s) analizada(s).



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
 e-mail: lambda@racsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANALISIS # 499,997



**---RESULTADO DE ANALISIS QUIMICO---**

**FECHA:** 12 DE FEBRERO DE 2020

**SOLICITANTE:** Srta. YIRLANY CHAVARRIA VARGAS

**REFERENCIA:** MUESTRA HARINA DE PULPA DE CAFE SECADO SOLAR, RECIBIDA POR EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 17 DE ENERO DE 2020.

<b><u>ANÁLISIS:</u></b>	<b>RESULTADO PROMEDIO</b>
FIBRA DIETÉTICA.....	7,2 % m/m

**OBSERVACIONES:**

- m/m: MASA-MASA.
- METODOS ANALITICOS: A.O.A.C. 16<sup>th</sup> EDITION, 1995; 991.43 PARA FIBRA DIETÉTICA.
- DIGITADO POR: car.
- CODIGO LAMBDA: 0927-V01.



JOSE DAVID MORALES ALPIZAR  
 N.T. CQCR 2923



Tels.: 2286-1168 / 2226-4462 • Fax: (506) 2226-4462 • Apartado: 877-1011 San José, Costa Rica  
 e-mail: lambda@racsa.co.cr • www.laboratoriolambda.com

RESULTADO DE ANALISIS # 499,998



**---RESULTADO DE ANALISIS QUIMICO---**

**FECHA:** 12 DE FEBRERO DE 2020

**SOLICITANTE:** Srta. YIRLANY CHAVARRIA VARGAS

**REFERENCIA:** MUESTRA HARINA DE PULPA DE CAFE SECADO BANDEJAS, RECIBIDA POR EL LABORATORIO LAMBDA EL DIA 17 DE ENERO DE 2020.

**ANÁLISIS:**

**RESULTADO PROMEDIO**

FIBRA DIETÉTICA..... 7,6 % m/m

**OBSERVACIONES:**

- m/m: MASA-MASA.
- METODOS ANALITICOS: A.O.A.C. 16<sup>th</sup> EDITION, 1995; 991.43 PARA FIBRA DIETÉTICA.
- DIGITADO POR: car.
- CODIGO LAMBDA: 0927-V02.



JOSE DAVID MORALES ALPIZAR

N.I. CQCR 2925

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR NÚMERO DE MUESTRA

# Muestra:		SAQ-3373-1	
<i>Descripción:</i>			
Harina de pulpa de café secado bandejas			
Análisis	Resultado	Método Empleado	
ORAC hidrofílico (equivalente de Trolox)	(6 798 ± 799) µmol/100 g	Espectrofluorometría, basado en J. Agric. Food Chem, (2002), 50, 4437-4444. P-SA-MQ-037	
# Muestra:		SAQ-3373-2	
<i>Descripción:</i>			
Harina de pulpa de café secado solar			
Análisis	Resultado	Método Empleado	
ORAC hidrofílico (equivalente de Trolox)	(17 086 ± 49) µmol/100 g	Espectrofluorometría, basado en J. Agric. Food Chem, (2002), 50, 4437-4444. P-SA-MQ-037	
# Muestra:		SAQ-3373-3	
<i>Descripción:</i>			
Mermelada de pulpa de café			
Análisis	Resultado	Método Empleado	
Polifenoles totales (equivalentes de ácido gálico)	(No cuantificable <14,51) mg/100 g	Georgé, S. Brat, P. (2005). J Agric. Food Chem. 53, 1370-1373., P-SA-MQ-048	

GRACELA  
ARTAVIA  
GONZALEZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por GRACELA ARTAVIA  
GONZALEZ (R004)  
Fecha: 2020.02.25  
16:10:14 -0500'

Emitido por: Lic. Graciela Artavia González  
 GERENTE TÉCNICO  
 LABORATORIO QUÍMICO DE ALIMENTOS

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Pruebas físico-químicas de la pulpa y el mucilago de café

#### A) Análisis de Humedad

1. Secar la cápsula 102+/-2°C, secada durante 30 minutos.
2. Situar la cápsula en el desecador y dejar que se enfríe a temperatura ambiente.
3. Pesar la cápsula sin muestra.
4. Colocar las muestras en la cápsula y pesar. Se realizan tres repeticiones, cada muestra contiene de 3 g, de pulpa de café.
5. Se introducen las cápsulas en la estufa, y se someten a 70 °C, durante cinco horas.
6. Se deja enfriar durante 10 minutos, se coloca en un desecador y se registra el peso.
7. Para calcular el porcentaje de la muestra se realiza la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \left( \frac{m_1 - m_2}{m} \right) \times 100$$

Donde:

$m_1$ : Masa de la cápsula vacía en gramos.

$m_2$ : Masa de la cápsula con la muestra antes del secado, en gramos.

$m$ : Masa de la cápsula más la muestra desecada, en gramos.

#### B) Análisis de Cenizas

1. Secar el crisol 102+/-2°C, secada durante 30 minutos.
2. Situar el crisol en el desecador y dejar que se enfríe a temperatura ambiente.
3. Pesar el crisol sin muestra.
4. Se pesan, en una balanza analítica, tres muestras de 2 g de pulpa de café, las mismas se colocan en los crisoles.

5. Las muestras se disponen en una mufla a 525 -600° C, por cuatro horas.
6. Una vez transcurrido el tiempo, se dejan enfriar, y se colocan en un desecador, para, luego registrar su peso en una balanza analítica.
7. Para calcular el porcentaje de la muestra se realiza la siguiente fórmula:

$$\%Cenizas = \left( \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \right) \times 100$$

Donde:

$m_1$ : Masa del crisol vacía en gramos.

$m_2$ : Masa del crisol con la muestra antes del calcinado, en gramos.

$m_3$ : Masa del crisol más la muestra calcinada, en gramos.

### C) Análisis de Proteína

1. Se pesó 1g de pulpa de café.
2. Esta muestra se introduce en los tubos de la matriz Kjeldahl con 13 ml de ácido sulfúrico concentrado 98% y 2 pastillas de catalizadores por tubo, el proceso de digestión fue de 60 minutos a 420 °C.
3. Tras enfriar la muestra, aproximadamente, 50-60 °C, se adiciona al tubo de digestión 50ml de hidróxido de sodio y 75ml de agua. Para alcalinizar, fuertemente, el medio y así desplazar el amoniaco de las sales amónicas. El amoniaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación. Este vapor es recogido sobre una disolución de Ácido bórico 30ml. La digestión se completa cuando la disolución adquiere un color característico verde esmeralda.
4. La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base, con el empleo de ácido clorhídrico en una bureta 50ml, la valoración finaliza hasta que la solución tenga un ligero color violeta. Con la concentración y el volumen de HCL gastado

en la valoración, se calcula el número de moles de átomos de nitrógeno en la muestra y luego el porcentaje de proteína:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

#### D) Análisis de Sólidos Solubles Totales

1. Se extrajo el zumo de la muestra mediante un mortero.
2. El zumo obtenido se exprimió a través de una manta, hasta lograr obtener el líquido necesario para realizar el análisis.
3. Posteriormente, se colocan dos gotas en el prisma del instrumento. La muestra debe estar a temperatura ambiente (25° C.).
- 4) Finalmente se observa en la pantalla el registro de los grados Brix de la muestra.

#### E) Análisis de pH

1. El potenciómetro digital debe estar previamente calibrado.
2. Se pesa 10,0- 0,1g de muestra
2. Se tritura la muestra y se disuelve en 100 ml de agua a una temperatura de 25°C.
3. Se introduce el sensor del pH metro dentro de la sustancia, se agita suavemente hasta que el instrumento arroje un resultado.

**Anexo 2: Evaluación de deshidratación en secador de bandejas. (45°C)**

<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Peso inicial de muestra (g)</b>	<b>Peso de la muestra final (g)</b>	<b>Humedad extraída (%)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b>60</b>	100	89,74	10,26	45
<b>120</b>	100	79,25	20,75	45
<b>180</b>	100	70,02	29,98	45
<b>240</b>	100	62,02	37,98	45
<b>300</b>	100	54,33	45,67	45
<b>360</b>	100	47,44	52,56	45
<b>420</b>	100	41,21	58,79	45
<b>480</b>	100	34,98	65,02	45
<b>540</b>	100	28,83	71,17	45
<b>600</b>	100	24,29	75,71	45
<b>660</b>	100	20,29	79,71	45
<b>720</b>	100	16,29	83,71	45

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3: Evaluación de deshidratación en secador de bandejas. (60°C)**

<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Peso inicial de muestra (g)</b>	<b>Peso de la muestra final (g)</b>	<b>Humedad extraída (%)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
<b>60</b>	100	85,11	14,89	60
<b>120</b>	100	70,22	29,78	60
<b>180</b>	100	57,76	42,24	60
<b>240</b>	100	45,61	54,39	60
<b>300</b>	100	35,51	64,49	60
<b>360</b>	100	26,39	73,61	60
<b>420</b>	100	20,39	79,61	60
<b>480</b>	100	17,27	82,73	60
<b>540</b>	100	15,98	84,02	60
<b>600</b>	100	14,55	85,45	60

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 4: Evaluación de deshidratación en secador de bandejas. (70°C)**

<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Peso inicial</b>		<b>Humedad extraída (%)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
	<b>de muestra (g)</b>	<b>Peso de la muestra final (g)</b>		
<b>60</b>	100	83,21	16,79	70
<b>120</b>	100	63,19	36,81	70
<b>180</b>	100	47,74	52,26	70
<b>240</b>	100	36,38	63,62	70
<b>300</b>	100	25,38	74,62	70
<b>360</b>	100	20,93	79,07	70
<b>420</b>	100	17,68	82,32	70
<b>480</b>	100	16,98	83,02	70
<b>540</b>	100	15,19	84,81	70

Fuete: Elaboración propia

**Anexo 5: Porcentaje de obtención de harina de pulpa de café mediante el deshidratador de bandejas**

<b>Partes</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Pulpa después del método de deshidratación de bandejas a diversas temperaturas</b>		
<b>45°C</b>	851	17,02%
<b>60°C</b>	845	16,90%
<b>70°C</b>	830	16,60%
<b>Peso de la harina después del molido y tamizado</b>		
<b>45°C</b>	783,5	15,67%
<b>60°C</b>	727	14,54%

---

<b>70°C</b>	717,5	14,35%
-------------	-------	--------

---

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 6: Porcentaje de obtención de harina de pulpa de café mediante el deshidratador solar**

<b>Partes</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Pulpa después del método de deshidratación solar</b>		
<b>38°C</b>	28185	18,79%
<b>Peso de la harina después del molido y tamizado.</b>		
<b>38°C</b>	2363	15,75

---

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 7: Formulación de mermelada de pulpa y mucílago de café**

<b>Mermelada de pulpa de café</b>		
<b>Componente</b>	<b>Masa</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Fruta</b>	1000g	50,0%
<b>Azúcar</b>	1000g	50,0%
<b>Agua de licuado de manzana</b>	490ml	24,5%
<b>Sobre la base anterior</b>		
<b>Pectina</b>	6g	0,3%
<b>Benzoato de sodio</b>	1g	0,05%
<b>Sobre la base de la pulpa</b>		
<b>Ácido Cítrico</b>	2g	0,1%

---

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 8: Perfil de panelistas participaron en la prueba de mermelada de pulpa y mucílago de café**

	<b>Perfil</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Rango de edades</b>	17-24	69	69%
	25-32	7	7%
	33-40	6	6%
	41-48	6	6%
	49 o más	12	12%
<b>Género</b>	Femenino	53	53%
	Masculino	47	47%
<b>Total</b>		100	100%

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 9: Perfil de panelistas que participaron para la prueba de pan elaborado con harina de pulpa de café**

	<b>Perfil</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Rango de edades</b>	17-24	62	62%
	25-32	6	6%
	33-40	12	12%
	41- 48	7	7%
	49 o más	13	13%
<b>Género</b>	Femenino	48	48%
	Masculino	52	52%
<b>Total</b>		100	100%

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 10: Datos obtenidos de la prueba de Wilcoxon

Prueba de Wilcoxon								
Muestra	Harina bandejas aire.	Harina solar	Diferencias	Valor absoluto	Rango orden	Ordenamiento especial	Rango orden	
1	4	5	-1	1	48,5	0		
2	5	4	1	1	22,5	0		
3	5	4	1	1	22,5	0		
4	5	4	1	1	22,5	0		
5	5	4	1	1	22,5	0		
6	4	5	-1	1	22,5	0		
7	3	5	-2	2	48,5	0		
8	4	4	0	0	0	1		1
9	4	5	-1	1	22,5	1		2
10	5	4	1	1	22,5	1		3
11	4	5	-1	1	22,5	1		4
12	5	4	1	1	22,5	1		5
13	3	4	-1	1	22,5	1		6
14	5	4	1	1	22,5	1		7
15	4	3	1	1	22,5	1		8
16	5	4	1	1	22,5	1		9
17	3	5	-2	2	48,5	1		10
18	5	4	1	1	22,5	1		11
19	5	4	1	1	22,5	1		12
20	3	4	-1	1	22,5	1		13
21	4	4	0	0	0	1		14
22	4	5	-1	1	22,5	1		15
23	5	4	1	1	22,5	1		16
24	5	4	1	1	22,5	1		17

---

<b>25</b>	5	5	0	0	0	1	18
<b>26</b>	2	4	-2	2	48,5	1	19
<b>27</b>	5	4	1	1	22,5	1	20
<b>28</b>	5	4	1	1	22,5	1	21
<b>30</b>	3	4	-1	1	22,5	1	22
<b>31</b>	5	4	1	1	22,5	1	23
<b>32</b>	4	5	-1	1	22,5	1	24
<b>33</b>	5	4	1	1	22,5	1	25
<b>34</b>	4	5	-1	1	22,5	1	26
<b>35</b>	5	4	1	1	22,5	1	27
<b>36</b>	5	5	0	0		1	28
<b>37</b>	4	5	-1	1	22,5	1	29
<b>38</b>	5	4	1	1	22,5	1	30
<b>39</b>	5	4	1	1	22,5	1	31
<b>40</b>	3	3	0	0		1	32
<b>41</b>	4	5	-1	1	22,5	1	33
<b>42</b>	4	5	-1	1	22,5	1	34
<b>43</b>	5	4	1	1	22,5	1	35
<b>44</b>	4	5	-1	1	22,5	1	36
<b>45</b>	5	3	2	2	47,5	1	37
<b>46</b>	5	4	1	1	22,5	1	38
<b>47</b>	2	4	-2	2	47,5	1	39
<b>48</b>	5	4	1	1	22,5	1	40
<b>49</b>	2	4	-2	2	47,5	1	41
<b>50</b>	5	4	1	1	22,5	1	42
<b>51</b>	4	5	-1	1	22,5	1	43
<b>52</b>	5	5	0	0		1	44
<b>53</b>	2	4	-2	2	47,5	2	45
<b>54</b>	4	3	1	1	22,5	2	46
<b>55</b>	4	4	0	0		2	47
<b>56</b>	3	2	1	1	22,5	2	48
<b>57</b>	5	4	1	1	22,5	2	49
<b>58</b>	4	5	-1	1	22,5	2	50
<b>59</b>	4	5	-1	1	22,5	2	51

---

60	5	3	2	2	47,5	2	52
----	---	---	---	---	------	---	----

Se suman los rangos según los signos que tengan las diferencias y obtenemos los estimadores: T (+)= suma de rangos correspondientes a diferencias positivas .T (-)= suma de rangos correspondientes a diferencias negativas.

T+	702,5
T-	696,5

Proximación por la normal	
T= Min[T(+),T(-)]	El algoritmo de wilconson me dice que tengo se
Si n>60	seleccionar el valor minimo de los dos valores de
El estadigrafo T se ajusta a una distribución NORMAL	
$Z = \frac{T - n(n+1)/4}{\sqrt{n(n+1)(2n+1)/24}} = N(0,1)$	
	Ho:Med=0
	Ha:Med≠0
si Z≤Za= Se acepta H0	
Si Z>Za= Se rechaza la H0	

Fuente: Elaboración propia

Se corrigen las ligaduras (Es decir diferencias del mismo valor) las ligaduras se corrigen sacando el promedio del rango del orden donde están las ligaduras.

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 11: Análisis sensorial, prueba Escalar

Fecha: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Producto: Pan de pulpa y mucílago de café.

Lea las siguientes instrucciones:

Usted ha recibido una muestra de referencia (R.), la cual va a comparar con una muestra enumerada. Por favor observe, huela y pruebe primero la muestra de referencia y después haga lo mismo con la otra muestra enumerada, luego evalúe ambas muestras según la escala, para valorar la similitud que existen entre las dos muestras.

Se parecen				
Extremadamente	Mucho	Ligeramente	Poco	Nada
5	4	3	2	1

Muestra Enumerada \_\_\_\_\_

Seguidamente marque escriba una X en la casilla que le cambiaría al pan de pulpa y mucílago de café.

Alternativas	Escriba una X	Comentarios
Apariencia		
Aroma		
Textura		
Sabor		
Nada		

Sugerencias \_\_\_\_\_

## Anexo 12: Análisis sensorial, escala hedónica

### Análisis sensorial: Escala Hedónica

Fecha: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Lea las siguientes instrucciones:

Frente a usted se presenta una muestra de mermelada de pulpa de café. Por favor, observe y pruebe la muestra. Indique el grado en que le gusta o le disgusta la muestra, marcando con el número que corresponda a su puntaje, en la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Escala Verbal	Escala Grafica	Puntuación
Me gusta mucho		5
Me gusta ligeramente		4
Ni me gusta ni me disgusta		3
Me disgusta ligeramente		2
Me disgusta mucho		1

¿Cuánto le gustó o le disgustó el olor de la Mermelada?

M1\_\_\_\_\_

¿Cuánto le gustó o le disgustó el color de la Mermelada?

M1\_\_\_\_\_

¿Cuánto le gustó o le disgustó el sabor de la Mermelada?

M1\_\_\_\_\_

¿Cuánto le gustó o le disgustó la consistencia de la Mermelada?

M1\_\_\_\_\_

Según la escala de abajo, si los encontrara a la venta:

1. No lo compraría
2. Tal vez lo compraría      M1\_\_\_\_\_
3. Si lo compraría.



**Anexo 13: Análisis sensorial, prueba de Wilcoxon**

## Prueba de Wilcoxon

Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

Usted ha recibido 2 muestras de pan dulce de pulpa de café, una corresponde a la muestra de referencia (R), la cual va a comparar con la muestra enumerada. Por favor observe, huela, y pruebe la muestra de referencia, después haga lo mismo con la muestra enumerada.

Indique el grado de satisfacción de las muestras, al marcar un número que corresponde a su puntaje en la escala de referencia. El objetivo de la prueba es determinar si existe diferencia significativa entre los métodos de secado de las harinas utilizadas para la elaboración del pan.

Totalmente Satisfecho	Muy Satisfecho	Neutral	Poco Satisfecho	Nada Satisfecho
5	4	3	2	1

Muestra R \_\_\_\_\_

Muestra Enumerada \_\_\_\_\_

### Anexo 14: Datos obtenidos del flujo de caja proyectado de la harina

	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
<b>Detalle</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>
<b>Materia prima inicial</b>	€351 000,00	€ 351 000,00	€351 000,00	€351 000,00
<b>Rendimiento por deshidratado y secado</b>	€ -	€ -	€ -	€ -
<b>Materia prima neta del proceso</b>	€351 000,00	€351 000,00	€351 000,00	€351 000,00
<b>Limpieza, selección y pesado de materia prima</b>	€350 527,27	€350 527,27	€350 527,27	€350 527,27
<b>Total materia prima</b>	€701 527,27	€701 527,27	€701 527,27	€701 527,27
<b>Mano de obra directa</b>	€5 909 318,33	€5 980 230,15	€6 051 992,92	€6 124 616,83
<b>Mano de obra indirecta</b>	€3 524 354,81	€3 566 647,07	€3 609 446,83	€3 652 760,20
<b>Total de mano de obra directa e indirecta</b>	€9 433 673,15	€9 546 877,22	€9 661 439,75	€9 777 377,03
<b>Carga fabril servicios públicos secado al sol</b>	€208 213,20	€210 711,76	€213 240,30	€215 799,18
<b>Carga fabril servicios públicos secado bandejas</b>	€788 086,96	€797 544,01	€807 114,53	€816 799,91
<b>Carga fabril depreciación equipos secado al sol</b>	€1 373 723,10	€1 373 723,10	€1 373 723,10	€1 373 723,10
<b>Carga fabril depreciación equipos secado bandejas</b>	€1 610 588,85	€1 610 588,85	€ 1 610 588,85	€1 610 588,85

<b>Total de carga fabril servicios públicos secado al sol</b>	¢1 581 936,30	¢1 584 434,86	¢1 586 963,40	¢1 589 522,28
<b>Total carga fabril servicios públicos secado bandejas</b>	¢2 398 675,81	¢2 408 132,86	¢2 417 703,38	¢2 427 388,76
<b>Carga fabril depreciación de instalaciones</b>	¢111 562,50	¢111 562,50	¢111 562,50	¢111 562,50
<b>Materiales directos de envase</b>	¢327 192,17	¢331 118,48	¢331 559,97	¢339 113,00
<b>Materiales directos etiquetas y códigos</b>	¢817 980,43	¢827 796,19	¢837 729,75	¢847 782,51
<b>Total de materiales</b>	¢1 145 172,60	¢1 158 914,67	¢1 169 289,72	¢1 186 895,51
<b>Costos totales del lote secado al sol</b>	¢12 973 871,82	¢13 103 316,53	¢13 230 782,64	¢13 366 884,59
<b>Costos totales del lote secado en bandejas</b>	¢13 790 611,33	¢13 927 014,52	¢14 061 522,62	¢14 204 751,06
<b>Unidades para la venta</b>	¢14 872,37	¢14 872,37	¢14 872,37	¢14 872,37
<b>Costo unitario por bolsas de 350 gramos secado al sol</b>	¢872,35	¢881,05	¢889,59	¢898,77
<b>Costo unitario por bolsas de 350 gramos secado bandejas</b>	¢927,26	¢936,44	¢945,45	¢955,11
<b>Promedio de costo por 350 gramos</b>	¢899,81	¢908,74	¢917,52	¢926,94
<b>Precio promedio por kilogramo</b>	¢2570,87	¢2570,87	¢2570,87	¢2570,87
	-	-	-	-
<b>Unidades para la venta primera temporada</b>	¢14 872,37	¢14 872,37	¢14 872,37	¢14 872,37

<b>Gastos generales y de administración</b>	¢413 718,34	¢417 810,44	¢421 845,68	¢426 142,53
<b>Costos más gastos total</b>	¢8595,74	¢964,53	¢8764,60	¢8853,87
<b>Precio de venta</b>	¢1289,36	¢1304,83	¢1320,49	¢1336,34
<b>Ingresos proyectados</b>	¢19 175 845,05	¢19 405955,19	¢19 638826,66	¢19 874492,58
<b>Flujo de caja neto</b>	¢4 971 515,38	¢5 061 130, 24	¢5 155 458,36	¢5 243 598,98

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 15: Datos obtenidos del flujo de caja proyectado de la mermelada

	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
<b>Detalle</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>	<b>Resultado consolidado anual</b>
<b>Materia prima inicial</b>	¢175 500,00	¢175 500,00	¢175 500,00	¢175 500,00
<b>Aditivos e insumos agregados</b>	¢7 055 100,00	¢7 055 100,00	¢7 055 100,00	¢7 055 100,00
<b>Total de costo de materia prima</b>	¢7 230 600,00	¢7 230 600,00	¢7 230 600,00	¢7 230 600,00
<b>Rendimiento del proceso</b>	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -
<b>Materia prima del proceso productivo</b>	¢7 230 600,00	¢7 230 600,00	¢7 230 600,00	¢7 230 600,00
<b>Mano de obra directa</b>	¢5 909 318,33	¢5 980 230,15	¢6 051 992,92	¢6 124 616,83
<b>Mano de obra indirecta</b>	¢3 524 354,81	¢3 566 647,07	¢3 609 446,83	¢3 652 760,20
<b>Total de mano de obra directa e indirecta</b>	¢9 433 673,15	¢9 546 877,22	¢9 661 439,75	¢9 777 377,03
<b>Carga fabril servicios públicos</b>	¢301 860,00	¢305 482,32	¢309 148,11	¢312 857,89
<b>Carga fabril depreciación equipos</b>	¢965 631,73	¢965 631,73	¢965 631,73	¢965 631,73
<b>Carga fabril depreciación de instalaciones</b>	¢111 562,50	¢111 562,50	¢111 562,50	¢111 562,50
<b>Total cargas fabriles</b>	¢1 379 054,23	¢1 382 676,55	¢1 386 342,34	¢1 390 052,12
<b>Materiales directos envase</b>	¢4 101 358,70	¢4 150 575,00	¢4 200 381,90	¢4 250 786,48

<b>Materiales directos etiquetas y códigos</b>	€1 804 597,83	€1 826 253,00	€1 848 168,04	€1 870 346,05
<b>Total materiales</b>	€5 905 956,52	€5 976 828,00	€6 048 549,94	€6 121 132,54
<b>Costos totales del lote</b>	€23 949 283,90	€24 136 981,77	€24 326 932,02	€24 519 161,68
<b>Unidades para la venta</b>	€32 810,87	€32 810,87	€32 810,87	€32 810,87
<b>Costo unitario por unidad de 280 gramos</b>	€729,92	€735,64	€741,43	€747,29
<b>Precio promedio por kilogramo</b>	€2606,85	€2627,29	€2647,96	€2668,88
	€ -	€ -	€ -	€ -
<b>Unidades mensuales para la venta primera temporada</b>	€32 810,87	€32 810,87	€32 810,87	€32 810,87
<b>Gastos generales y de administración</b>	€718 478,52	€724 109,45	€729 807,96	€735 574,85
<b>Costos más gastos total</b>	€751,82	€757,71	€763,67	€769,71
<b>Precio de venta</b>	€985,39	€997,22	€1009,18	€1021,29
<b>Ingresos proyectados</b>	€32 331 533,26	€32 719 511,66	€33 112 145,80	€33 509 491,55
<b>Flujo de caja neto</b>	€7 663 770,85	€7 858 420,43	€8 055 405,82	€8 254 755,02

Fuente : Elaboración propia

### Anexo 16: Punto de equilibrio de la harina

<b>HARINA</b>				
<b>Punto de equilibrio</b>	2020	2021	2022	2023
<b>Precio de venta unitario</b>	€1 289,36	€1304,83	€ 320,49	€1336,34
<b>Precio de costo unitario</b>	€899,81	€908,74	€917,52	€926,94
<b>Margen de contribución unitario</b>	€389,55	€396,09	€402,97	€409,40
<b>Gasto promedio fijo</b>	€34 476,53	€34 817,54	€35 153,81	€35 511,88
<b>Unidades punto equilibrio</b>	89	88	87	87
<b>Unidades venta proyecto</b>	1652	1652	1652	1652

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 17: Punto equilibrio mermelada

<b>MERMELADA</b>				
<b>Punto de equilibrio</b>	2020	2021	2022	2023
<b>Precio de venta unitario</b>	€985,39	€997,22	€1009,18	€1021,29
<b>Precio de costo unitario</b>	€729,92	€735,64	€741,43	€747,29
<b>Margen de contribución unitario</b>	€255,47	€261,58	€267,75	€274,00
<b>Gasto promedio fijo</b>	€59 873,21	€60 342,45	€60 817,33	€61 297,90
<b>Unidades punto equilibrio</b>	234	231	227	224
<b>Unidades venta proyecto</b>	3646	3646	3646	3646

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 18 Manual de elaboración de productos a base de pulpa y mucílago de café



# MANUAL DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE PULPA Y MUCÍLAGO DEL CAFÉ



# MANUAL DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE PULPA Y MUCÍLAGO DEL CAFÉ

Elaborado por: Elky Madrigal Barrantes

Yirlany Chavarría Vargas

Revisado por: Angie Blanco González

Fecha de elaboración: Agosto del 2020.

Aviso legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando los autores, fuente y la fecha de su elaboración.





## **Introducción**

El café es uno de los productos que presenta mayor demanda a nivel nacional como internacional, la producción de este genera una excesiva cantidad de residuos que ocasiona un gran impacto tanto en el ámbito ambiental, social, y económico. Es el segundo producto más consumido a nivel mundial, la pulpa y el mucílago conforman parte de los residuos generados en el procesamiento del café, estos subproductos representan el 42% en peso del fruto fresco, es, por lo tanto, el residuo más voluminoso de la producción de café.

En Costa Rica, se solía lanzar esta materia a los ríos lo que provocaba problemas ambientales. La legislación actual impide esta práctica. Los productores de café deben enfrentar el manejo de este material contaminante, de manera que disminuya la contaminación y ayude a generar un valor agregado para estos residuos.

La problemática mencionada condujo a la elaboración de este manual de productos a base de pulpa y mucílago de café. La meta es ayudar con el aprovechamiento de estos residuos o desperdicios, mediante la realización de métodos, técnicas y controles que permitirán generar un mayor valor a agregado a estos subproductos que, por composición natural, proporcionan sabores, texturas y nutrientes para el desarrollo de nuevas tendencias de productos alimenticios tales como: mermeladas, harinas, mieles, infusiones, etc.

Este manual se destina a todas aquellas personas que trabajen de forma directa o indirecta, en la producción y el procesamiento del café.

## Glosario

***Alimento contaminado:*** Aquel que contenga microorganismos patógenos, toxinas, virus, sustancias radioactivas o impurezas de origen orgánico, inconvenientes o nocivas para la salud (OMS, s.f.)

***Brix:*** Los grados Brix, miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido (Lázaro, 2017).

***Categoría 10:*** Peligro moderado para la salud, directo de difusión, potencialmente, extensa y cuyo grado de peligrosidad es reducido con la manipulación y el consumo.

***Categoría 3:*** Sin peligro directo para la salud, pero cuya peligrosidad aumenta con la manipulación o el consumo.

***Deshidratación:*** Comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto por calor artificial (aire previamente calentado, superficies calientes, etc.) (Michelis, s.f.).

***Humedad:*** Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor grado, y puede aparecer de dos formas: como agua libre que se libera con facilidad por evaporación o secado y como agua ligada, que se encuentra combinada, químicamente, con la proteína. Conocer la humedad de los alimentos permite determinar su composición centesimal, facilitar su elaboración, prolongar su conservación y, especialmente, impedir que el producto sea adulterado. También algunos productos requieren una cantidad determinada de humedad para su proceso de elaboración. (Blasco, 2017).

***Inocuidad de los alimentos:*** Es la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor, cuando se preparen y consuman de acuerdo con el uso a que se destinan. (OMS, s.f.).

***Límite máximo permitido:*** Valor del parámetro microbiológico máximo permitido en el alimento. (Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.33:06, 2006).

**Mucílago:** El mucílago es un producto orgánico de origen vegetal, rico en azúcares y pectina, que se forma en el interior de las plantas durante su crecimiento. (Toledo A. L., 2014).

**Patógenos:** Es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas. (Montaño, Sandoval, Camargo, y Sánchez, 2010).

**Pectinas:** La pectina es una sustancia coloidal capaz de formar geles bajo condiciones especiales de acidez y presencia de azúcar, son degradadas por agentes físicos, químicos y bioquímicos. La pectina se encuentra en las frutas, específicamente, en las membranas de sus células, es una sustancia natural gelificante, la cantidad y calidad de pectina presente, depende del tipo de fruta y de su estado de madurez. (Coronado y Hilario , 2001)

**pH:** Es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. (Toro, 2011).

**Pulpa:** La cereza del café, se forma en racimos unidos a las ramas por tallos muy cortos. Está formada por una piel exterior, cuyo cambio en color indica su evolución. El exocarpio recubre la pulpa de naturaleza mucilaginosa, que encierra, normalmente, dos semillas pegadas por su parte plana y recubiertas por dos capas: una capa densa de pectina, y otra de coloración amarilla conocida como pergamino. (Toledo A. L., 2014).

**Subproductos:** Se llama subproducto al residuo de un proceso que se le puede sacar una segunda utilidad. No es un desecho porque no se elimina, y se usa para otro proceso distinto. Los subproductos pueden generar grandes beneficios al encontrar una utilidad para el desecho y ser reaprovechado. (FAO,s.f).

**Tipo de riesgo C:** Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tiene una baja probabilidad de causar daño a la salud.

### Símbolos y abreviaturas


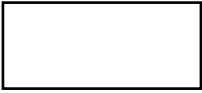
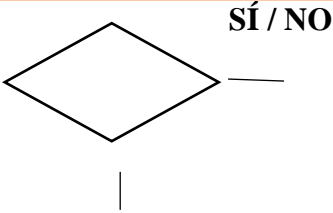
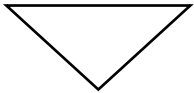
UFC: Unidades formadoras de colonias

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

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

### Simbología de diagrama de flujo

Simbología ANSI (American National Standard Institute)		
Símbolo	Significado	¿Para qué se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo
	Operación / Actividad	Representa la realización de una operación o actividad relativa a un proceso
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos
	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de algo

### **Objetivo**

El objetivo del presente manual es brindar una guía de recomendación técnica para la elaboración de productos a base de subproductos cafetaleros (pulpa, mucílago), que ayuden a generar una mayor utilidad a estos residuos.

### **Alcance**

Este manual esta dirigido a todas las empresas, productores, PYMES y cooperativas, que se dedican al proceso del café y, como tal, obtienen subproductos como pulpas, y mucílagos, sin opciones para eliminar esos desechos, de manera que genere valor agregado a la compañía y aporte un impacto positivo al medioambiente.

### **Marco Legal**

Los reglamentos de alimentos y bebidas establecen el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura para plantas procesadoras de alimentos y proponen a las organizaciones dedicadas al procesamiento, envasado y distribución de productos alimenticios, que aseguren la calidad y estado de consumo de dichos productos.

### **Alrededores, diseño de instalaciones, distribución de áreas y instalaciones sanitarias**

Los alrededores de una planta que elabora alimentos, se mantendrán en buenas condiciones, en acción constante contra la contaminación de los mismos. Las plantas donde se producen y manipulan alimentos serán diseñadas y construidas en armonía con la naturaleza de las operaciones y riesgos asociados con la actividad y con el alimento. Entre las actividades que se deben cumplir, están las siguientes:

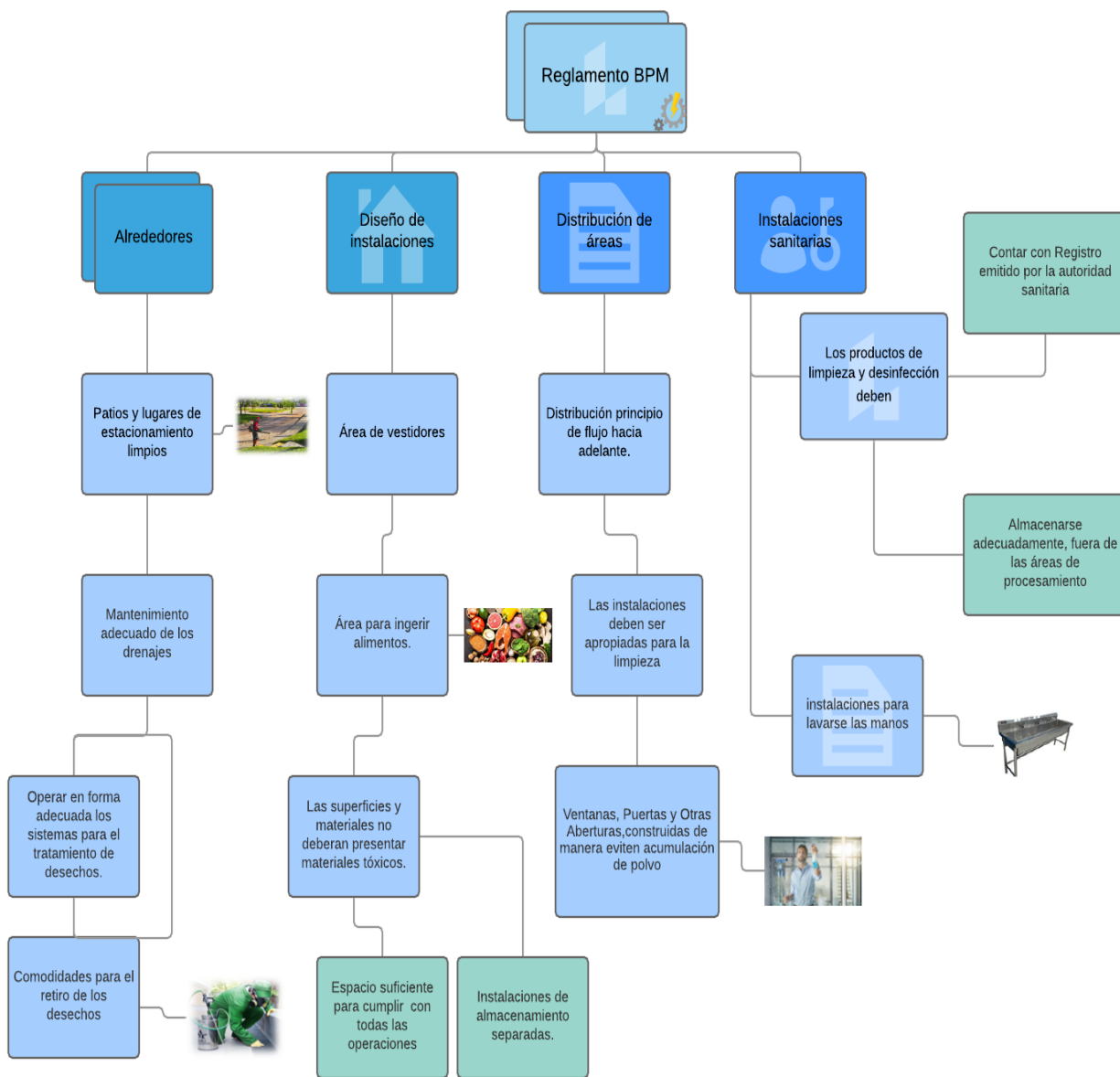


Figura 1 Reglamento de buenas prácticas de manufactura

Fuente: Elaboración propia, adaptado del (Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.33:06, 2006)

## Equipo y Utensilios

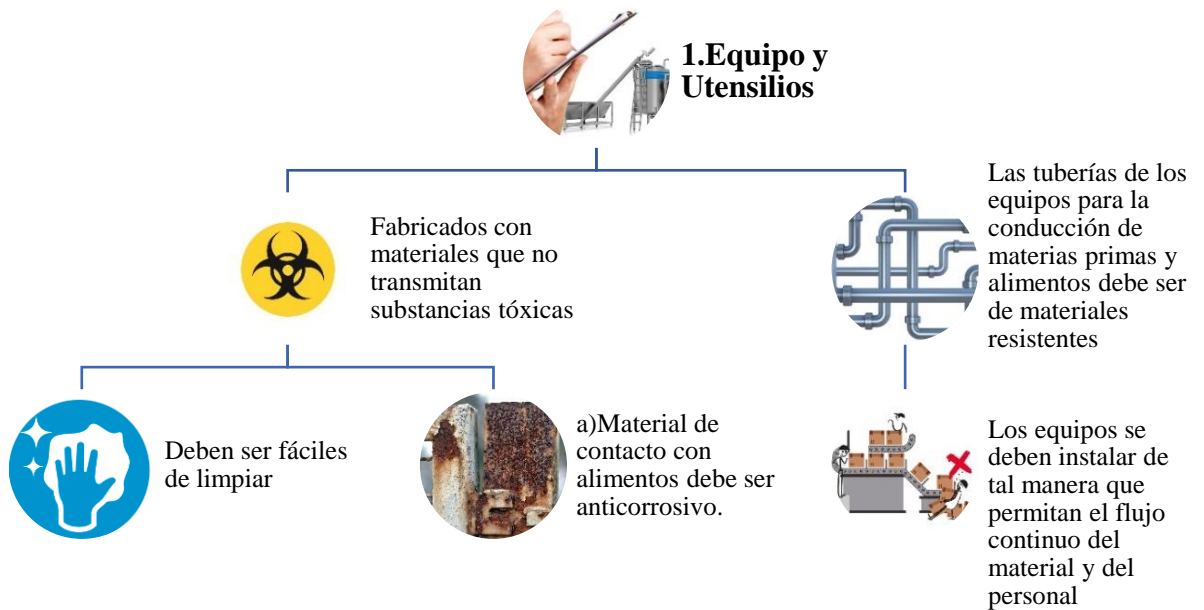


Figura 2 Requerimientos necesarios para la implementación de las BPM

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura.

### Requisitos Higiénicos de Fabricación

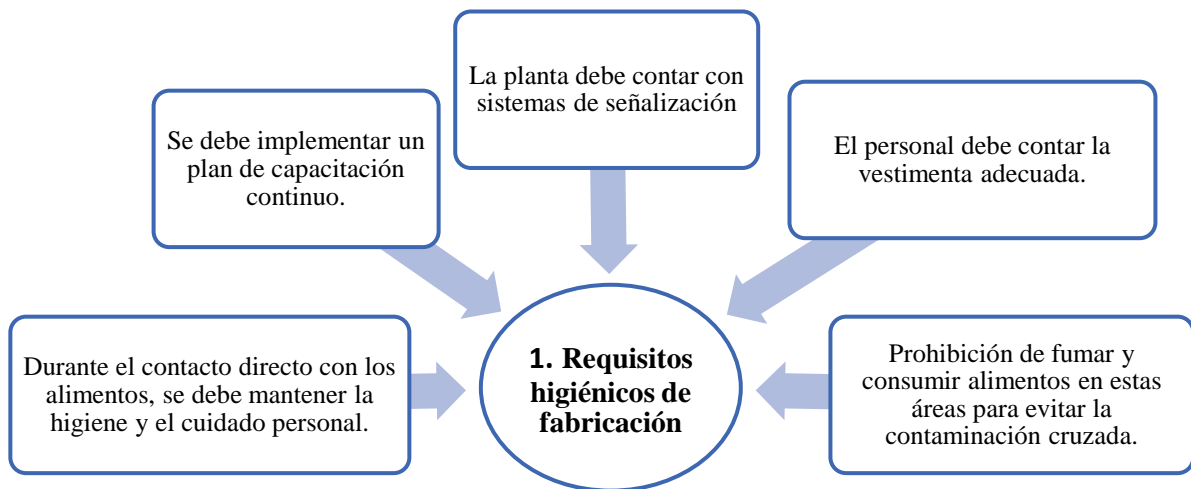


Figura 3 Requisitos higiénicos de fabricación

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura.

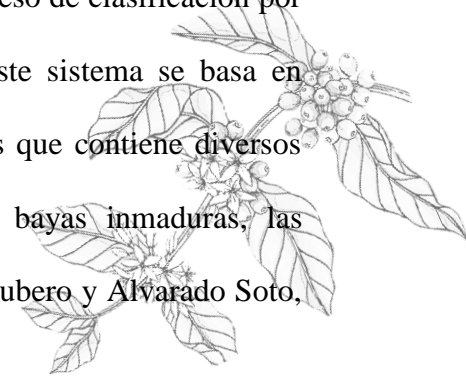
### Anatomía y procesamiento de una cereza de café

El proceso por vía húmeda tiene un mayor costo de producción puesto que los requerimientos de equipo, mano de obra y tiempo son mayores. (Banks, Mcfadden y Atkinson, 2007)

La cosecha se lleva a cabo de manera selectiva en varias etapas, puesto que un mismo árbol tiene frutos con diferentes grados de maduración. Posterior a la recolección, el café pasa por las etapas de clasificación, despulpado, fermentación o desmucilaginado, lavado y, finalmente, secado.



Una vez que el café ha sido recolectado, continúa en su proceso de clasificación por medio del sistema de flotación (Varnam y Sutherland, 1996). Este sistema se basa en transportar, con agua, las bayas, a través de un sistema de canales que contiene diversos tamices y tanques. A lo largo del recorrido, se descartan las bayas inmaduras, las sobremaduras, así como impurezas como piedras y ramas. (Rojas Cubero y Alvarado Soto, 1994)



Después del proceso de clasificación, el café pasa a la despulpadora, etapa que es considerada de las más importantes en el procesamiento por medio de la vía húmeda. En esta etapa, se elimina gran parte de la pulpa y la piel que rodea la semilla de café. El despulpado se debe llevar a cabo entre las doce y las veinticuatro horas siguientes a la recolección del café, para evitar fermentaciones que conlleven a malos olores y aromas en la bebida final. (Rojas y Alvarado, 1994).

Posteriormente al despulpado, los granos de café quedan cubiertos con restos de pulpa, mucílago y pergamino. En la etapa de desmucilaginado, se eliminan los restos de pulpa y mucílago. Para ello, se utiliza una fermentación producida por enzimas, métodos químicos como el uso de soda caústica, o métodos mecánicos como una máquina eliminadora de mucílago, la cual utiliza fricción para separar esta capa de la semilla. (Alvarado y Rojas, 1994; Varnam y Sutherland, 1996)

Una vez que las semillas de café están libres de mucílago, son lavadas y, simultáneamente, clasificadas mientras son arrastradas por el agua a través de canales de concreto (Rojas y Alvarado, 1994).

Los granos clasificados y lavados pasan, ahora, a la fase de secado. Esta fase, igual que con el procesamiento por vía seca, pretende reducir la humedad del grano desde, aproximadamente, un 52% hasta menos de un 12%. Se puede realizar, al extender los granos

en un patio de cemento u otros materiales impermeables. (Alvarado y Rojas, 1994; Banks, Mcfadden y Atkinson, 2007)

La siguiente operación de trilla o despergaminado consiste en eliminar la cubierta del pergamino que cubre el grano. Esta puede llevarse a cabo por diferentes métodos, pero el más usual, en Costa Rica, es el uso de máquinas llamadas trilladoras. (Rojas y Alvarado, 1994).

El tostado es una etapa esencial en el procesamiento del café, pues es en esta donde se generan: el aroma, el sabor y el color característicos de la bebida, durante el tostado se elimina del 10% al 12% del agua. Seguida de una caramelización de la sacarosa. Usualmente, este procedimiento se realiza en tostadoras, que son hornos que trabajan de modo continuo o discontinuo, donde se lleva a cabo el calentamiento con una temperatura de 202<sup>0</sup>C. (Varnam y Sutherland, 1996).

El proceso de molienda del café se realiza, usualmente, con molinos de rodillos. El café se hace pasar a través de un grupo de pares de rodillos, que ejercen una acción que origina que se reduzca el tamaño del café.



Figura 4 Granos de café en fruta.

Fuente: Elaboración propia



Figura 5 Cadena de producción del café

Fuente: AICASA, 2019.

### Composición del fruto del café

Una cereza de café, típicamente, mide 1,5 cm de largo, este fruto posee una coloración verde la cual indica la inmadurez de la baya, con el paso de los meses, va adquiriendo un color amarillo/ naranja, el cual indica el inicio de su maduración, cuando se cumplen los ocho meses de maduración, se pueden observar las tonalidades rojizas, las cuales indican el inicio del periodo de cosecha. (HAT, 2015).

En la figura 6, se observa un corte longitudinal de un fruto de café, este permite ver las fracciones anatómicas del fruto: el grano de café propiamente endospermo, la cáscara o endocarpio, una capa mucilaginosa o mesocarpio y la pulpa o esocarpio.

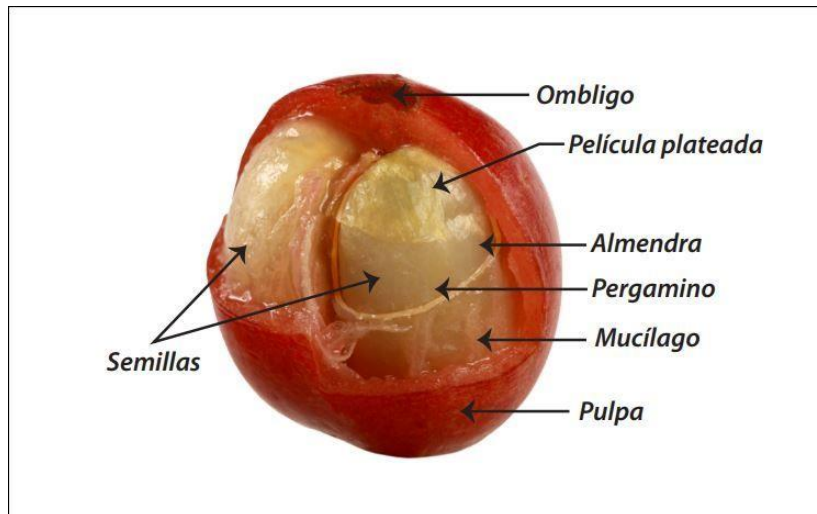


Figura 6 Corte longitudinal de una cereza de café (*C. arábica*)

Fuente: Resendiz,2019

### **Descripción de Mermelada de pulpa**

Se define como mermelada el producto obtenido por cocción y concentración de frutas troceadas o enteras, en una cantidad pequeña de agua, con agregados de azúcar, edulcorantes, pectinas y, en algunos casos, ácido cítrico para ajustar el pH y obtener la formación de geles, todas estas materias primas son sometidos a concentraciones térmicas ideales para alcanzar las características necesarias para su conservación.(Hernández y Vilanova,1969).

Existen tres calidades de mermeladas, estas van a depender de la cantidad de fruta y azúcar que contengan. La primera calidad contiene 50% de fruta y 50% de azúcar, la segunda contiene 45% de fruta y 55% de azúcar y la tercera 35% fruta y 65% azúcar.

## Definiciones de materias primas



Figura 7 Materias primas

Fuente: Coronado y Hilario2001

### **Pulpa y mucílago de café**

Debe ser de excelente calidad y poseer la completa madurez, preferiblemente, debe contener suficiente cantidad de ácido y pectina para suministrar un buen gel. Sin embargo, se le puede adicionar pectina comercial y ácidos orgánicos.

### **Azúcar**

Su efecto edulcorante mejora la apariencia, color, imparte brillantez y contribuye a prevenir el crecimiento microbiano. Al utilizar azúcar granulado, se debe adicionar lentamente, con agitación constante y con el suministro de calor a la mezcla, para facilitar su completa disolución. Este tipo de azúcar tiende a caramelizarse en la superficie, sino se

mezcla continuamente y si el quemado es intenso, afecta el sabor y color del producto (Espinoza, 2015).

### Agua

Potable, blanda y microbiológicamente aceptable (Guevara, 2015).

### Pectina

La pectina es una sustancia coloidal capaz de formar geles bajo condiciones especiales de acidez y presencia de azúcar, son degradadas por agentes físicos, químicos y bioquímicos. La pulpa y el mucílago son un gran recurso de sustancias pépticas que ayudan para que la mermelada obtenga la consistencia pastosa o gelatinosa. (Coronado y Hilario, 2001).

Si la pectina es comercial y se agrega, directamente, se forma un gel instantáneo con grumos indeseables en el producto, para evitar esta situación es recomendable mezclar la pectina con el azúcar (aproximadamente de cinco a diez partes), para facilitar la dispersión (Espinoza, 2015).

### Ácido Cítrico

Se utiliza para regular la acidez de la mermelada. Existe un intervalo óptimo para la formación del gel, el cual debe tener un ph entre 2.8-3.4, cuando es muy bajo existe peligro de gelificaciones prematuras, ocurre sinéresis y el sabor es muy ácido. (Espinoza, 2015).

El ácido cítrico es importante no, solamente, para la gelificación de la mermelada sino también para conferir brillo al color de la mermelada, mejora el sabor, ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolonga su tiempo de vida útil. El ácido cítrico se añadirá antes de cocer la fruta, ya que, ayuda a extraer la pectina de la fruta. (Coronado y Hilario, 2001).

## Preservante

Los preservantes son sustancias químicas que se añaden a los alimentos para prevenir su deterioro, evitan, de esta manera, el desarrollo de microorganismos. Una de las sustancias más usadas para preservar es el benzoato de sodio. La actividad de este preservante se dirige, exclusivamente, contra levaduras y mohos, este va de la mano con el pH para su efectividad, el cual debe estar entre 2.5- 4.0. (Coronado y Hilario, 2001).

El máximo permitido de benzoato de sodio es 1000 mg /kg. (Reglamento Técnico Centroamericano, 2012).

## Bicarbonato de sodio

Medio para neutralizar sabor y olor.

### Procedimiento para la elaboración de mermelada de pulpa

#### Materias primas e ingredientes

- Pulpa de café y mucílago: 50,0%
- Azúcar: 50,0%
- Agua de licuado de manzana: 24,5%
- Pectina: 0,3%
- Ácido cítrico: 0,1%
- Benzoato de Sodio:0,05%
- Bicarbonato de sodio: 0,5%:



Figura 8: Mermelada de pulpa

Fuente:Elaboración propia

## Instalaciones y equipo

Para la realización de este producto, se debe tomar en cuenta el cumplimiento de los requisitos de diseño higiénico que exige el Ministerio de Salud, entre estos: la utilización de pisos fáciles de limpiar con desniveles y drenajes adecuados para ayudar al desagüe de los líquidos, los techos deben ser resistentes y de un material adecuado, las puertas deben poseer un material de metal o vidrio, y ventanas de vidrio con su respectivo cedazo. Además de ello, es primordial cumplir con las medidas higiénicas en todas las áreas del proceso, para prevenir posibles contaminaciones provenientes de patógenos.

**Tabla 1**

*Equipo artesanal e Industrial para elaborar mermelada de pulpa de café*

<b>Equipo Nivel Artesanal</b>	<b>Equipo Nivel Industrial</b>
Balanza	Balanza
Mesa de trabajo	Mesa de acero inoxidable
Tinas	Lavadora de frutas
Licuadaora	Despulpadora
Cocina de gas o leña	Licuadaora
Ollas de aluminio	Marmita
Cucharas de madera	Refractómetro
pH-metro	pH-metro
Termómetro	Termómetro
Refractómetro	Sistema de dosificación y envasado
Otros: Tablas y cuchillos	Otros: Tablas y cuchillos

Fuente: Elaboración propia



## Diagrama de flujo para la elaboración de mermelada de pulpa de café

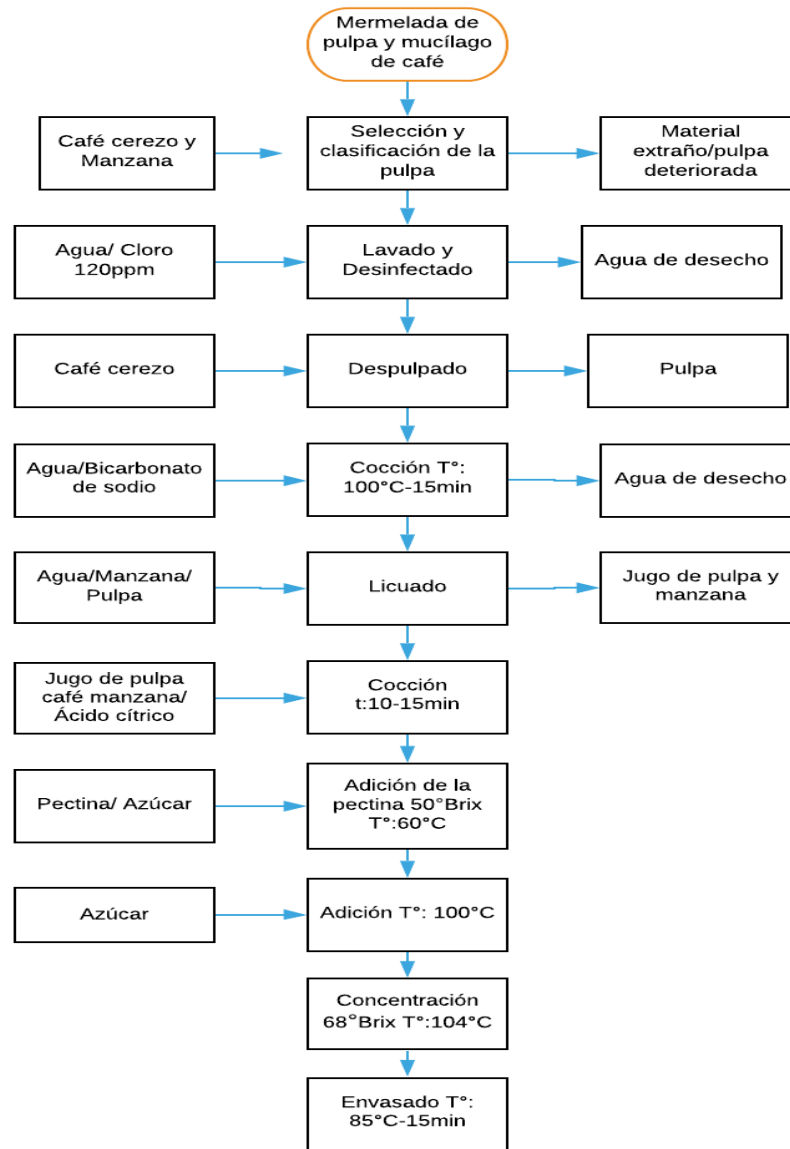


Figura 9 Diagrama de flujo para la elaboración de mermelada de pulpa de café

Fuente: Elaboración Propia

## Descripción del Proceso

1. **Recepción:** En el momento que el café es cosechado se envía al beneficio donde es recibido.
2. **Selección y clasificación de la pulpa:** Primeramente, se separan los granos que no tengan el índice de madurez adecuado, que estén defectuosos y fermentados.
3. **Despulpado:** En este proceso, se retira la pulpa del grano del café, mediante una despulpadora, este equipo cuenta con un tornillo sin fin, el cual tritura la pulpa hasta separar el grano de café.
4. **Lavado y desinfección:** Se realizan tres tipos de lavados, el primer lavado consiste en sumergir la pulpa de café en agua, y realizar movimientos constantes por un plazo de veinte minutos, el propósito de este primer lavado es remover partículas orgánicas (arena, tierra, hojas y piedras) , que se encuentren adheridas a la pulpa.

Una vez removidas las partículas de suciedad, se debe realizar un segundo enjuague, este se hace con la incorporación de bicarbonato de sodio, la forma correcta de su aplicación es diluir 10 g de bicarbonato de sodio en dos litros de agua, se debe dejar en reposo, durante diez minutos, y una vez cumplido ese plazo, se realizan movimientos de agitación constante por dos minutos, este lavado se hace para remover el amargor del producto.

Luego, se selecciona una solución desinfectante, la cual se deja reposar, aproximadamente, unos cinco minutos, luego, se retira con agua.

5. **Pre Cocción:** Se utilizan temperaturas alrededor de 80 – 100 °C, aproximadamente, durante quince minutos para inactivar enzimas y se agrega 5 g de bicarbonato de

sodio, con ello, se detienen las reacciones de degradación y se mantiene la calidad de la pulpa.

6. **Licuada:** Licuar tres manzanas pequeñas con el fin de agregar pectina natural a la mermelada, una vez obtenido el jugo de manzana se licua junto con la pulpa, durante un minuto.
7. **Cocción:** La cocción es la fase más importante y delicada de la mermelada, por lo tanto, se deben agregar las materias primas en orden, primero: se coloca el jugo de manzana con la pulpa licuada, se deja de diez a quince minutos, con movimientos



constantes, para evitar que la mermelada se quemara, una vez que el producto está en cocción y llega a una temperatura de 60°C, se procede a agregar el ácido cítrico y la mitad de azúcar. Lo más recomendable es que por cada kilogramo de pulpa se agregue entre 800 g y 1000 g de azúcar.

Figura 10 Cocción de pulpa

Fuente: Coronado y Hilario, 2001

El ácido cítrico se utiliza para regular la acidez de la mermelada, obtener un sabor acentuado y conseguir una gelificación correcta, existe un intervalo óptimo para la formación del gel, la cual debe tener un pH entre 2.8-3.5

8. **Adición de pectina:** Antes de alcanzar los 50 ° Brix (a 40 minutos del inicio de la cocción), se agrega la pectina con un poco de azúcar, para facilitar que se disuelva en la pulpa, esta debe ser agregada de una manera lenta y con mezcla constante de la solución, para evitar la formación de grumos.

9. **Adición de azúcar:** Cuando el producto hierve a 100°C, se agrega el restante del azúcar y de benzoato de sodio, este último, se agrega para prevenir el deterioro y evitar de esta manera el desarrollo de microorganismos. Finalmente, se espera de cinco a diez minutos para que la mermelada se concentre, con movimientos suaves para evitar el rompimiento de la pectina.

10. **Concentración:** El producto se concentra hasta obtener la viscosidad deseada y alcance una concentración de 68 °Brix, a una temperatura de 104 °C.



**Refráctometro**

Figura 11 .Refráctometro

Fuente: Coronado y Hilario,2001

11. **Esterilización de los frascos:** Para eliminar la mayor cantidad de microorganismos y lograr que la mermelada tenga una mayor vida de anaquel, los frascos se colocan boca abajo en agua hirviendo, durante veinte minutos.

12. **Envasar al vacío:** Los frascos con la mermelada se ponen a baño maría, a una temperatura de 85°C, durante 15 minutos y se cierran, herméticamente; después se colocan boca abajo y se espera a que se enfríen de cuatro a cinco horas.

13. **Conservación:** Los frascos se dejan en un lugar fresco y seco.

## Control de calidad

1. **Materia prima:** La pulpa que entra al proceso, debe estar desinfectada y despulpada, además, debe cumplir con el grado de maduración adecuado. Esta materia prima debe ser procesada de inmediato, después del despulpado para evitar su fermentación.
2. **Proceso:** En todo momento de la realización de la mermelada, se deben controlar las temperaturas y grados Brix, esto con el fin de determinar cuándo agregar los aditivos correspondientes.
3. **Producto final:** Una vez que alcance la temperatura de 104°C, se debe apagar la cocción de la mermelada para evitar la solidificación de más azúcares, además de ello, debe verificarse la concentración de sólidos, la acidez, y la formación de gel.
4. **Producto en bodega:** Mantener en un lugar ventilado fresco y seco, lejos del calor, separado de sustancias incompatibles (tóxicos y venenos para evitar que se contamine con olores, tóxicos y polvo ferroso). Manejar con cuidado para evitar daños en el empaque.
5. **Condiciones de almacenamiento para alargar su vida útil:** Se debe almacenar en cuartos de refrigeración 5°C a 10°C, en canastas con divisiones para que la materia prima no tenga contacto una con otra.
6. **Características microbiológicas:** Es importante realizar, cada siete meses, pruebas microbiológicas para determinar la inocuidad de los alimentos, para esto se deben seguir los criterios establecidos en el Reglamento Técnico Centroamericano.

**Tabla 2**

*Límites máximos permitidos de parámetros microbiológicos en jaleas, mermeladas y rellenos de frutas para pastelería*

<b>Jaleas, mermeladas y rellenos de frutas para pastelería</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de riesgo</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
<b>Recuento mohos y levaduras</b>	3	C	10 <sup>2</sup> UFC/g
<b>Salmonella spp/25g para rellenos</b>	10		Ausencia

Fuente: “Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08: Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos

### Requisitos de calidad

1. **Textura:** Su cuerpo, espesura o consistencia debe ser pastosa o gelatinosa sin demasiada rigidez, de forma que pueda extenderse fácilmente. La textura de la mermelada depende en gran parte de la pectina que contenga la fruta, si la textura no es la óptima, se corrige dicha deficiencia, al agregar pectina para lograr la textura adecuada. (Díaz, 2001, pág. 27).

Además, se debe considerar que las frutas son especies vivas que continúan respirando después de la cosecha (toman O<sub>2</sub> y eliminan CO<sub>2</sub>), asimismo la

respiración va acompañada de la transpiración del agua contenida en las células, por lo que, es importante una adecuada recolección, para que el estado de madurez sea el óptimo, y que la textura cumpla con las características deseadas.

2. **Color:** Una mermelada de calidad presenta un color brillante y atractivo, que representa el color propio de la fruta. Cuando su color varía, significativamente, se debe a una cocción muy prolongada, un insuficiente enfriamiento después de envasar, pulpa descolorida o madurez excesiva. (Díaz, 2001, pág. 27).
3. **Sabor:** Debe presentar un balance óptimo entre el dulzor y la acidez, siempre con el predominio del sabor característico de la fruta. De lo contrario, se debe a una formulación inadecuada, demasiada azúcar respecto a la pectina, baja acidez, fruta en mal estado o contaminación del producto. (Díaz, 2001, pág. 27).
4. **Olor:** Debe presentar olor característico de la fruta, el olor permite identificar la calidad del producto, en el caso de que se presenten, simultáneamente, dos olores y cada uno de ellos es lo suficientemente diferente, puede que el producto no se encuentre en buen estado. (Díaz, 2001, pág. 27).

Las mermeladas son productos muy consumidos por los seres humanos y las características nutritivas y organolépticas son las responsables de la preferencia de los consumidores, por lo tanto, es de mucha importancia que se realice una evaluación del producto final ya que las frutas después de su cosecha comienzan a sufrir cambios de deterioro obteniendo pérdidas de calidad.

## Recomendaciones especiales

**Adición de la pectina:** Cuando se agrega la pectina es necesario mezclarla con azúcar para evitar la formación de gránulos en la mermelada. Además de que este aditivo, se debe adherir en alimentos que tengan pH ácidos para ayudar a su gelificación.



Figura 12 Defectos en las mermeladas

Fuente: Coronado, 2001.

### **Descripción de Harina de pulpa y mucílago de café**

La harina es un polvo fino que se obtiene del cereal molido u otros alimentos, la harina sin otro calificativo se entiende siempre como la procedente de trigo, si se trata de harinas originarias de otro vegetal, habrá que mencionar su procedencia como es este caso la harina de café. (Peládez, 2013).



### **Pulpa y mucílago de café**

Constituye cerca del 50% del total de los ingredientes. Es la materia prima primordial para realizar la harina de café, por lo que debe ser la óptima de la cual se pueda obtener un producto de calidad diferenciado.

### **Bicarbonato de sodio**

Medio para neutralizar sabor y olor.

## **Procedimiento para la elaboración de Harina de pulpa y mucílago de café**

### **Materias primas e ingredientes**

- Pulpa de café y mucílago: 100%



Figura 13 Harina de pulpa de café

Fuente: Toledo,2016

## Instalaciones y equipo

**Tabla 3**

*Equipo artesanal e industrial para la elaborar harina de pulpa de café*

<b>Equipo Nivel Artesanal</b>	<b>Equipo Nivel Industrial</b>
Balanza	Balanza
Mesa de trabajo	Mesa de acero inoxidable
Tinas	Lavadora de frutas
Secador solar (invernadero)	Secador de bandejas
Molino manual	Molino Industrial
Colador	Tamiz
Analizador de humedad	Balanza de humedad

Fuente: Elaboración propia.

Los equipos y utensilios empleados en la fabricación de este producto, deberán cumplir con los requisitos de diseño higiénico que exige el Ministerio de Salud y el Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura para Industrias de alimentos y bebidas procesados, mencionado en el marco legal, donde se indica que los equipos y utensilios utilizados no pueden transmitir sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni reacciones con los ingredientes o materiales de fabricación de los productos, además, las instalaciones y equipos serán de un tamaño, material y diseño que permita el mantenimiento y operaciones sanitarias para impedir la contaminación.

## Diagrama de flujo para la elaboración de harina de pulpa de café

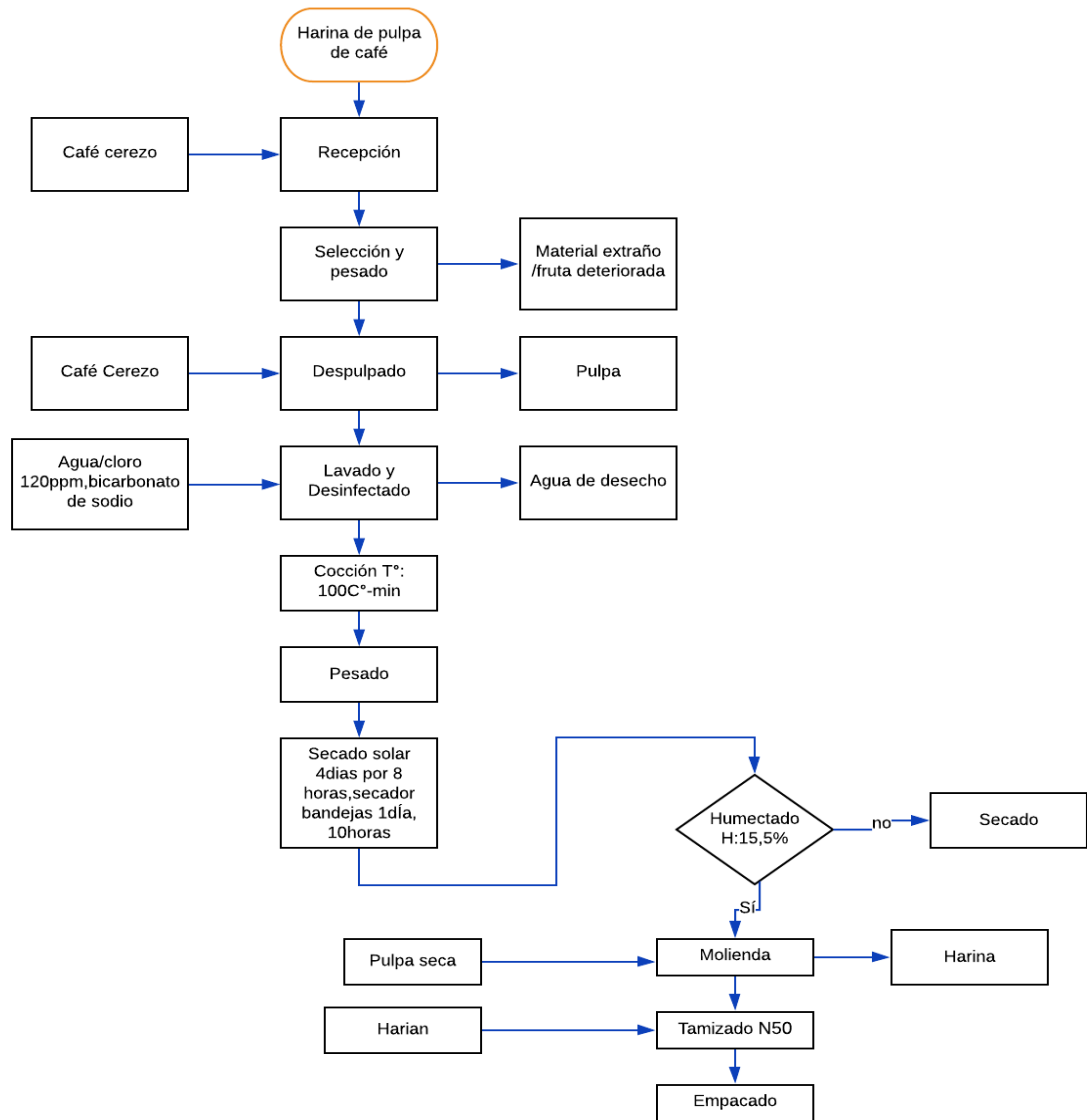


Figura 14 Diagrama de flujo para la elaboración de harina de pulpa de café

Fuente: Elaboración propia

## Descripción del Proceso

1. **Recepción:** En el momento que el café es cosechado se envía al beneficio donde es recibido.
2. **Selección y pesado:** Se seleccionan los granos que tengan el índice de madurez adecuado, se eliminan materiales extraños y frutos deteriorados que se encuentran en estado de podredumbre y se pesa la materia prima.
3. **Despulpado:** En este proceso, se retira la pulpa del grano del café mediante una despulpadora, este equipo cuenta con un tornillo sin fin, el cual tritura la pulpa hasta separar el grano de café.
4. **Lavado y desinfectado:** Inicialmente, a la pulpa se le realizan tres tipos de lavados, el primer lavado consiste en sumergir la pulpa en agua, y realizar movimientos constantes por un plazo de veinte minutos, el propósito de este primer lavado es remover partículas orgánicas (arena, hojas, piedras) que se encontraban adheridas a la pulpa.

Una vez removidas las partículas de suciedad, se debe realizar un segundo enjuague, con la incorporación de bicarbonato de sodio, la forma correcta de su aplicación es diluir 10 g de bicarbonato de sodio en un litro de agua, se deja en reposo durante diez minutos, y una vez cumplido ese plazo se realiza movimientos de agitación constante por dos minutos.

Luego, se selecciona una solución desinfectante, la cual se deja reposar, aproximadamente, unos cinco minutos, luego, se retira con agua.



Figura 15 Lavado y desinfectado

Fuente: Coronado y Hilario,2001

5. **Cocción:** Se utilizan temperaturas alrededor de 80-100, durante un intervalo de tiempo de 15 minutos.
6. **Pesado:** Se determina cuanto peso adquirió la broza después de los lavados y el proceso de cocción, para así determinar los rendimientos finales.
7. **Secado:** Deberá colocarse en un secador solar con cortinas laterales plásticas, para aumentar la temperatura y evitar el ingreso de partículas de polvo e insectos, cada tres horas, se realizan volteos del producto para garantizar la uniformidad de la eliminación de humedad, hongos y malos olores, se deberá hacer por cuatro días, aproximadamente, 36 horas, a una temperatura entre  $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ .

En el caso del deshidratador de bandejas, se debe colocar la pupa por diez horas a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ , con volteos de producto cada media hora, para generar la uniformidad del secado completo.

8. **Humectado:** Se realiza un análisis de humedad, para llevar a niveles de entre el 15% y el 10%, lo que representa eliminar un porcentaje de humedad entre 85% y 90%, sino se encuentra entre esos rangos, el producto continuará el proceso de secado, ya

que, porcentajes mayores al 15% de humedad generan la proliferación de hongos, levaduras y bacterias

9. **Molienda:** Se agrega la pulpa seca en un molino eléctrico, hasta obtener un producto con partículas muy finas, que ayuden a maximizar el rendimiento.
10. **Tamizado:** En este proceso, se realiza un control de calidad de salida de la harina del molino, para comprobar, si el proceso de secado y molido se ha desarrollado, correctamente, para esto el 98% del producto debe atravesar el tamiz y el 2% restante se puede eliminar. En el presente trabajo se utilizó un tamiz N50.
11. **Empacado:** La harina de café se empaqueta en bolsas inocuas y secas para evitar el crecimiento de hongos y se sellan.

### Control de Calidad

1. **Materia prima:** La pulpa constituye más del 60% del total de los ingredientes, por esta razón, debe estar en buenas condiciones y debe ser de excelente calidad, preferiblemente, debe estar lo más fresca posible para evitar que el producto tome sabores fermentados. El índice de madurez debe ser adecuado, es decir, totalmente rojo. Por otra parte, la pulpa para poder ingresar al proceso de producción, debe haber pasado por un lavado y desinfectado para evitar contaminación física, biológica y química.
2. **Proceso:** La pulpa de café puede retener la humedad debido a la estructura de la pared celular que posee y es uno de los principales factores que influyen en la calidad de la harina, por lo tanto, es importante verificar que la pulpa haya perdido mínimo el 13% de humedad y máximo el 15%, para sacarlo del proceso de secado.

3. **Producto Final:** El proceso de molienda se debe realizar lo más rápido posible después de que alcance la humedad del 15%, debido que en periodos largos puede aumentar, específicamente, en el transcurso de la noche, lo que afecta la calidad de la molienda.
4. **Producto empacado:** La harina de café deberá empacarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.

Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

5. **Análisis microbiológicos:** Es importante realizar análisis a cada lote de producción para garantizar la inocuidad del alimento, el producto deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud, deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud y no deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

Tabla 4

*Límites máximos permitidos de parámetros microbiológicos en harinas*

Harinas				
Parámetros	Categoría	Tipo de riesgo	Límite mínimo permitido	Límite máximo permitido
<b>Recuento</b>				
<b>Mohos y Levaduras</b>	3	B	10 UFC/g	10 <sup>3</sup> UFC/g

Fuente: “Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08: Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.

### Requisitos de calidad

1. **Textura:** Deben ser untosas, uniformes, frescas y suaves, por el contrario de las harinas en mal estado, las cuales son ásperas y no se pegan en los dedos durante la elaboración del pan. (Peládez, 2013).
2. **Color:** El color de la harina va a depender de la procedencia, la mayoría presenta colores entre blancos y amarillos, sin embargo, dicha harina por ser de origen de pulpa de café su tonalidad es de color café. (Peládez, 2013).
3. **Sabor:** El sabor de las harinas crudas se caracteriza por ser ácidas y amargas, sin embargo, conforme pasa el tiempo su sabor mejora y tienden a saber dulces. Las papilas gustativas de la lengua son las encargadas de identificar el sabor. (Peládez, 2013).



4. **Olor:** El olor, comúnmente, se utiliza para verificar que el producto esté en buen estado y debe generar olores neutrales y agradables. (Peládez, 2013).

### Bibliografía

- AICASA. (3 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://aicasaperu.com/la-produccion-de-cafes-de-especialidad/>
- Blasco, M. (2017). *Determinación de humedad alimentaria* . España: AGQ Labs Alkemi.
- Coronado, M. y Hilario, R. (2001). *Elaboración de Mermeladas*. Perú: CIED.
- Díaz, A. (2001). *Fabrica de Mermelada*. España.
- Espinoza, M. (2015). *Toppin y Jaleas*. Costa Rica .
- FAO. (s.f.). *Subproducto*. Roma: FAO.
- Guevara, A. (2015). *Elaboración de pulpas ,zumos ,néctares,deshidratados,osmohidratados,fruta confitada*. Perú: Universidad Nacionalgraria La Molina .
- HAT, C. (2015). *CEREZA DE CAFÉ Y TÉ*. Obtenido de <http://www.coffee-hat.com/esp/Coffeepedia/Cereza-de-cafe-y-te>
- Hernández, F. y Vilanova, B. (1969). *Mermeladas de Frutas*. Madrid: Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura.
- Lázaro, I. (13 de Septiembre de 2017). *LAZAYA*. Obtenido de <https://www.lazayafruits.com/es/blog-de-frutas-en-conserva/grados-brix-en-las-frutas-en-conserva-que-miden/>

- Michelis, A. D. (s.f). *Deshidratación y desecado de frutas , hortalizas y hongos*. Argentina: Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos – Universidad Nacional del Comahue.
- Montaño, N., Sandoval, A., Camargo, A. y Sánchez, J. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *elementos*, 15-18.
- OMS. (s.f). *Pan American Health Organization*. Obtenido de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=article&id=266&Itemid=40906&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=266&Itemid=40906&lang=es)
- Peládez, J. R. (2013). *Harinas*. España: Akal.
- Reglamento Técnico Centroamericano. (2012). *Alimentos y Bebidas Procesadas.Aditivos Alimentarios*. Costa Rica: Reglamento Técnico Centroamericano.
- Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.33:06. (2006). *Industria de Alimentos y Bebidas Procesados.Buenas Prácticas de Manufactura.Principios Generales*. RTCA.
- Resendiz, B. (2019). CAFIFER. Obtenido de <https://blog.cafiver.com/caracteristicas-del-cafeto/>
- Rojas Cubero, G., y Alvarado Soto, M. (1994). El cultivo y beneficiado del café. San José: EUNED.
- Toledo, A. L. (2014). Extracción de Mucilago, Azúcares, y Taninos de la Pulpa del Café y Producción de Ácido Acético Comercial a Partir de Mieles de Café. Guatemala.
- Toro, C. G. (Octubre de 2011). Servicio de Extensión Agrícola . Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>

V, M. R. (2018). *Caracterización Química y nutrimental de la pulpa de café* . Veracruz: instituto Tecnológico de Veracruz .

Varnam, A., y, Sutherland, J. (1996). *Bebidas: Tecnología, Química y Microbiología*. Zaragoza: Acribia.

Alajuela, 08 de septiembre de 2020

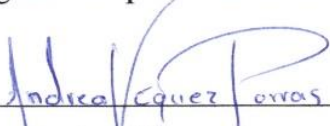
Señores  
Sistema de estudios de postgrado  
Carrera Ingeniería en Tecnología de Alimentos  
Universidad Técnica Nacional  
UTN, sede Atenas

A quien corresponda:

A través de este medio hago constar que el informe escrito: “*Aprovechamiento de la pulpa residual del proceso agroindustrial del café (coffea arábica) para el desarrollo de productos alimenticios en cooperativas caficultoras*”, elaborado por: Elky Madrigal Barrantes, cédula de identidad número: 207540226, y Yirlany Chavarría Vargas, cédula de identidad número: 207330556, para optar por el grado de *Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.*, en la Universidad Técnica Nacional (UTN), sede Atenas; ha sido revisado, filológicamente, en los siguientes aspectos: formato general (estilo), acentuación, ortografía, estructura gramatical, referencias bibliográficas y vicios de dicción.

Según lo anterior, Elky Madrigal Barrantes y Yirlany Chavarría Vargas han cumplido con la etapa de revisión que a mi especialidad concierne, para continuar la presentación del informe ante los correspondientes evaluadores de la Universidad Técnica Nacional, en el proceso de corrección de proyectos finales de graduación.

Agradecida por la atención brindada, me despido,

  
Lic. Andrea Viquez Porras  
Filóloga  
Cédula de identidad: 1 1180 0974  
Carné (COLYPRO): 030785



**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES DE  
GRADUACIÓN  
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
(Trabajo colectivo)**

Ciudad, Fecha.

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de sustentantes	Cédula
Yirlany Chavarría Vargas	207330556
Elky Madrigal Barrantes	207540226

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado: \_\_\_\_\_  
**APROVECHAMIENTO DE LA PULPA RESIDUAL DEL PROCESO  
AGROINDUSTRIAL DEL CAFÉ (*Coffea Arábica*) PARA EL DESARROLLO DE  
PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN COOPERATIVAS CAFICULTORAS**

---

El cual se presenta bajo la modalidad de:

\_\_\_\_\_ Seminario de Graduación

\_\_\_x\_\_\_ Proyecto de Graduación

\_\_\_\_\_ Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 26/Agosto/2020, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede \_\_\_\_\_ Atenas \_\_\_\_\_, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

<b>Autorizamos</b>	<b>SI</b>	<b>No</b>
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	x	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	x	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	x	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	x	
Consulta electrónica con texto protegido	x	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	x	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	x	

Por otra parte declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

<b>Nombre del estudiante</b>	<b>Cédula</b>	<b>Firma</b>
Yirlany Chavarría Vargas	207330556	Yirlany chavarría Vargas
Elky Madrigal Barrantes	207540226	Elky Madrigal B

Día: \_\_\_\_\_