

Desarrollo de un producto alimenticio líquido a partir de extractos concentrados de pulpa de café.

Gina Paola Matajira Tarazona

José Fernando Villamizar Caballero

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Químico

Director

Carlos Jesús Muvdi Nova

Ingeniero Químico, M.Sc., Ph. D.

Codirector

Adriana Soto Méndez

Nutricionista y Dietista, M.Sc.

Universidad Industrial De Santander

Facultad de ingenierías fisicoquímicas

Escuela de ingeniería química

Bucaramanga

2019

Tabla de Contenido

Introducción	12
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo general	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
2. Marco teórico y Estado del arte	15
3. Metodología	18
3.1 FASE 1: Definición de conceptos con potencial aplicación comercial.	18
3.1 FASE 2: Formulación de los conceptos seleccionados.....	21
3.2 FASE 3: Diseño del proceso de producción.	22
3.3 Métodos de análisis	23
4. Resultados y Discusión	24
4.1 Definición de los conceptos con potencial aplicación comercial.....	24
4.2 Formulación y análisis sensorial de los conceptos seleccionados.....	30
4.2.1 Formulación del jarabe de pulpa de café.	30
4.2.2 Formulación de la leche condensada con pulpa de café.	31
4.2.3 Formulación del concentrado de pulpa de café para disolver en agua fría con edulcorante.....	32
4.2.4 Unificación de conceptos y formulación del prototipo final	34
4.2.5 Formulación final y definición del tamaño de porción	37
4.3 Propuesta de una línea de proceso para la elaboración del alimento líquido para deportistas.....	40
5. Conclusiones	46
6. Recomendaciones	47

Referencias Bibliográficas	48
Apéndices.....	54

Lista de Tablas

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de los extractos de pulpa de café.....	16
Tabla 2. Características fisicoquímicas del extracto de pulpa de café concentrado.	17
Tabla 3. Métodos de análisis fisicoquímicos empleados en el proyecto.	24
Tabla 4. Conceptos obtenidos de la actividad creativa y la búsqueda de productos en el mercado.....	25
Tabla 5. Resultados porcentuales de la matriz DOFA para cada concepto.	27
Tabla 6. Resultado de la matriz de criterios ponderados con la valoración promedio para cada concepto.	28
Tabla 7. Listado de ingredientes con base en los productos comerciales.	30
Tabla 8. Resultados de la primera prueba sensorial variando el porcentaje de concentrado/Azúcar invertido.	31
Tabla 9. Resultados de la evaluación sensorial realizada para la leche condensada.	32
Tabla 10. Resultado para la prueba de preferencia para definir el tamaño de porción en un volumen de 200mL de agua.	33
Tabla 11. Resultados de la prueba de preferencia para definir el edulcorante en el concepto de pulpa de café para disolver.	33
Tabla 12. Prueba de ordenación por preferencia para el formulado con matriz de azúcar invertido.	35
Tabla 13. Prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos para el formulado con matriz de azúcar invertido.....	36

Tabla 14. Prueba de ordenación por preferencia para el formulado con matriz de leche condensada.	36
Tabla 15. Prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos para el formulado con matriz de leche condensada.	37
Tabla 16. Fórmula definitiva para el alimento líquido para deportistas.	38
Tabla 17. Resultados de análisis fisicoquímicos del alimento líquido para deportistas.	39
Tabla 18. Especificaciones de los equipos para la formulación del alimento líquido para deportistas.	45
Tabla 19. Gasto mensual en insumos para la línea de producción de un alimento líquido para deportistas de alto rendimiento	46

Lista de Figuras

Figura 1. Cuadro metodológico planteado para el presente Trabajo de grado.	20
Figura 2. Matriz DOFA para el concepto de concentrado líquido a partir de cáscara de café con saborizantes y endulzantes naturales para disolver en agua fría.	26
Figura 3. Diagrama de bloques para el proceso de elaboración de un alimento líquido para deportistas a partir de extracto concentrado de pulpa de café.	42
Figura 4. Diagrama del sistema de evaporación de película descendente al vacío.	43
Figura 5. Porcentajes del costo individual de los equipos.	44

Lista de Apéndices

Apéndice A. Formato de evaluación en pruebas sensoriales de ordenación por preferencia.	54
Apéndice B. Formato de evaluación en pruebas sensoriales de aceptación con escala. hedónica de 9 puntos.....	55
Apéndice C. Matrices DOFA para los conceptos extraídos de la actividad creativa.....	56
Apéndice D. Criterios de ponderación y nivel de prioridad definidos para la matriz de criterios ponderados.	62
Apéndice E. Rueda de sabores del café.	63
Apéndice F. Resultados del proceso de selección por medio de filtros de los sabores a usar en las formulaciones de la fase 2.....	64
Apéndice G. Listado de geles energéticos comerciales.	66
Apéndice H. Protocolo para la preparación de jarabe de azúcar invertida y leche condensada. .	67
Apéndice I. Criterios de selección para los equipos de la línea de producción del alimento líquido para deportistas de alto rendimiento.	68

Resumen

TÍTULO: DESARROLLO DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO LÍQUIDO A PARTIR DE EXTRACTOS CONCENTRADOS DE PULPA DE CAFÉ.*

AUTORES: Gina Paola Matajira Tarazona - José Fernando Villamizar Caballero **

PALABRAS CLAVE: Formulación de productos, Pulpa de café, Alimentos, Línea de producción.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consiste en la definición y formulación de un producto alimenticio líquido para consumo humano a partir de extractos concentrados de pulpa de café generada bajo la metodología de Trevisse & Zapata (2018) y Correa & Monroy (2019), así como la propuesta de diseño para su línea de producción. El presente proyecto es apoyado por el Clúster Café de Santander en el marco del proyecto INNpula Colombia y la Cámara de Comercio de Bucaramanga y busca valorizar la pulpa de café, un subproducto de bajo valor agregado generado en el beneficio húmedo del café. Durante el desarrollo de proyecto se definieron 10 conceptos con potencial aplicación comercial a base de extracto concentrados de pulpa de café. Aplicando diversas metodologías para filtrar información se definieron tres conceptos como punto de partida para iniciar la etapa de formulación. Se llegó a la fórmula final del alimento haciendo uso de pruebas de aceptación y preferencia diligenciadas por un panel semientrenado certificado en evaluación sensorial de extractos de pulpa de café. El producto desarrollado se denominó alimento líquido para deportistas, el formulado posee aproximadamente entre 59 y 62 mg de cafeína, 16 y 18 g de carbohidratos de rápida absorción y un aporte de entre 68 y 81 calorías por porción de 36 g. Se obtuvo que los equipos principales requeridos tienen un costo de \$143'311.811 COP y las materias primas un costo de \$650.821 mensual, para la producción aproximada de 5.000 paquetes individuales de 36 g de producto a la semana.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Carlos Jesus Muvdi Nova. Ingeniero Químico, M.Sc., Ph. D. Codirector: Adriana Soto Méndez. Nutricionista y Dietista, M.Sc.

Abstract

TITLE: DEVELOPMENT OF A LIQUID FOOD PRODUCT FROM CONCENTRATED EXTRACTS OF COFFEE PULP.*

AUTHORS: Gina Paola Matajira Tarazona - José Fernando Villamizar Caballero.**

KEYWORDS: Formulation of products, coffee pulp, food, production line.

DESCRIPTION:

This work consists of the definition and formulation of a liquid food product for human consumption from concentrated extracts of coffee pulp, generated by the methodology of Trevisse & Zapata (2018) and Correa & Monroy (2019), as well as the design proposal for its production line. The present project is supported by the “Café de Santander” Cluster within the framework of the project “INNpula Colombia” and the “Cámara de Comercio de Bucaramanga” and seeks to valorize the coffee pulp, a by-product of low added value generated in the humid benefit of coffee. During the development of the project, 10 concepts with potential commercial application based on concentrated extract of coffee pulp were defined. Applying different methodologies to filter information, three concepts were defined as a starting point to start the formulation stage. The final formula of the concept was reached using acceptance and preference tests completed by a semi-trained and certified panel in sensory evaluation of coffee pulp extracts. The product developed was called liquid food for athletes, the formulated has approximately between 59 and 62 mg of caffeine, 16 and 18 g of Quick absorption carbohydrates and between 68 and 81 calories per serving of 36 g. It was obtained that the teams main required have a cost of \$143'311,811 COP and raw materials a cost of \$650,821 monthly, for the approximate production of 5,000 individual packages of 36 g of product per week.

*Undergraduate project

** Faculty of Physical-Chemical Engineering . School of Chemical Engineering. Advisor: Carlos Jesus Muvdi Nova. Chemical Engineer, M.Sc. , Ph . D. Advisor: Adriana Soto Méndez . Dietitian, M.Sc.

Introducción

La producción de café en Colombia en el año 2018 fue de aproximadamente 851.400 t, siendo el tercer productor a nivel mundial, después de Brasil y Vietnam (Revista Dinero, 2018). El mucílago, la pulpa y la semilla son los principales componentes del fruto de café, en el cual aproximadamente el 58,43% p (43,58% p de pulpa y 14,85% p de mucílago en el fruto fresco) se considera un subproducto de bajo valor agregado (Montilla et al., 2008).

La pulpa está constituida en base húmeda por un 35% de carbohidratos, 5,2% de proteínas, 30,8% de fibra, 2,5% de grasas, 10,7% de minerales, 1,3% de cafeína y compuestos fenólicos (Esquivel & Jiménez, 2012), debido a esta composición se considera un subproducto altamente contaminante por la elevada demanda de oxígeno exigida para su degradación. Además, la cafeína, los taninos y polifenoles presentes en el material le confieren alta toxicidad para el ambiente (Mussatto, Machado, Martins, & Teixeira, 2011).

Sin embargo, los compuestos descritos anteriormente son de especial interés para la industria alimenticia (Murthy & Naidu, 2012); por esta razón, en los últimos años distintas empresas como SLINGSHOT COFFEE CO. (creadores de Cascara tea) en Carolina del Norte, Estados Unidos y Sanadores ambientales S.A.S. (creadores de Naox) en Colombia, han desarrollado productos cuya materia prima es la cáscara y el mucilago del fruto del café, respectivamente.

Debido a la problemática ambiental exhibida y el mercado potencial, el presente proyecto apoyado por el clúster Café de Santander en el marco del proyecto INNpalsa Colombia y la Cámara de Comercio de Bucaramanga adquiere el compromiso en la formulación de un producto alimenticio líquido, sensorialmente agradable para consumo humano cuya materia prima es el extracto concentrado de pulpa de café generado bajo la metodología de Trevisse & Zapata (2018) y Correa & Monroy (2019)

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Elaborar un producto alimenticio líquido para consumo humano a partir de un extracto concentrado obtenido de pulpa de café secada.

1.2 Objetivos específicos

Definir conceptos con potencial aplicación comercial a base de extracto concentrado de pulpa de café.

Establecer la formulación de uno de los conceptos seleccionados basándose en análisis sensoriales y fisicoquímicos.

Diseñar la línea de transformación para la obtención del producto escogido a partir de pulpa de café secada y molida.

2. Marco teórico y Estado del arte

El fruto de café es una drupa en la cual los tejidos externos se separan en cáscara, mucílago y pergamino. El primer tejido es la capa externa del fruto llamada comúnmente cáscara y representa el 43,2% del fruto en base húmeda (Arcila, Farfán, Moreno, Salazar, & Hicapié, 2007). El mucílago está constituido por un tejido grueso y esponjoso de aproximadamente 5 mm de espesor, rico en azúcares, representa el 11,8% del fruto en base húmeda (Arcila *et al.*, 2007). El pergamino es el tejido más interno, el cual recubre las semillas, es un endocarpio delgado, duro y coriáceo que representa el 6,1% del fruto en base húmeda (Arcila *et al.*, 2007). En el presente proyecto la pulpa del café se entiende como el conjunto de la cáscara y el mucílago.

En los últimos años se ha incrementado el interés por parte del sector cafetero a nivel mundial en utilizar los subproductos generados en el beneficio húmedo del café, que es el tratamiento más utilizado por los caficultores del país (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015), para reducir la contaminación y aumentar los beneficios económicos del sector (Ramirez-Coronel *et al.*, 2004). Algunos de los principales procesos desarrollados para el aprovechamiento de la pulpa del café son: Alimento para animales (Murthy & Naidu, 2012), Producción de biocombustibles (Menezes *et al.*, 2013), Compostaje (Vásquez De Díaz, López, Fuentes, & Cote, 2010) y Desarrollo de extractos concentrados (Murthy & Naidu, 2012).

Para la obtención de concentrados a partir de una base sólida, se debe realizar una molienda, extracción y clarificación de la misma. Los parámetros de operación de estos procesos fueron hallados para la pulpa de café secada generada por el Clúster de Café de Santander por Trevisse &

Zapata (2018). La caracterización fisicoquímica de los extractos obtenidos se presenta en la Tabla 1.

El equipo con el cual se realizó la concentración del extracto de pulpa de café fue el evaporador de película descendente (Correa & Monroy, 2019). Es uno de los sistemas más difundidos en la industria alimenticia por las ventajas económicas y operacionales, como sus altos coeficientes de transferencia térmicos, la capacidad de trabajar con productos termosensibles además de tiempos de arranque y parada cortos (Mura *et al.*, 2016).

Tabla 1.

Caracterización fisicoquímica de los extractos de pulpa de café.

Parámetro	Resultado	Parámetro	Resultado
°Brix	0,7±0,10	Polifenoles (mg EAG/ml)	1,330±0,03
pH	4,22±0,01	Cap. Antioxidante ORAC (μmol ET/ml)	14,06±1,45
Materia seca (%)	2,05±0,09	Proteína (%)	0,17
Densidad (g/ml)	0,994±0,001	Cenizas (%)	0,39
Turbidez (NTU)	17,80±0,40	Acidez (%)	9,97
Cafeína (mg/ml)	0,62±0,02	Fibra (%)	ND
Teobromina (mg/ml)	0,15±0,01	grasa (%)	ND

Nota: Adaptado de Trevisse & Zapata (2018). Evaluación de la extracción, clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café secada.

El extracto concentrado de pulpa de café elaborado bajo la investigación de Correa & Monroy (2019), fue la materia prima para los formulados desarrollados en el presente proyecto, cuyas características fisicoquímicas se listan en la Tabla 2. Por medio del panel semi entrenado certificado en evaluación sensorial de infusiones y extractos de pulpa de café, se llegó al consenso

que el concentrado se caracteriza por poseer un sabor amargo marcado, moderadamente ácido y olor similar al del tamarindo y a las hojas de tabaco.

Tabla 2.

Características fisicoquímicas del extracto de pulpa de café concentrado.

Parámetros	Resultado
Factor de concentración volumétrico (FCV)	6
°Brix	11±0,5
pH	4,13±0,01
Polifenoles totales (mg EAG/ml)	6,63±1,33
Cafeína (mg/ml)	2,89±0,15
Teobromina (mg/ml)	1.08±0.04
Turbidez (NTU)	180,13±2,30
%Acidez	8.32±0.14

Nota: Adaptado de Correa & Monroy (2019). Evaluación de la evaporación de película descendente para la obtención de concentrados a base de extractos de pulpa de café necesarios en la formulación de productos alimenticios.

La caracterización fisicoquímica de los extractos concentrados mostró concentraciones considerables de metilxantinas; cafeína (1,3,7 trimetilxantina) y teobromina (3,7 dimetilxantina). Estos son compuestos químicos presentes en el fruto de algunas plantas como el café y cacao y en las hojas de té. Actúan como estimulantes del sistema nervioso central siendo la cafeína la metilxantina más potente, además, incrementan la actividad motora y disminuyen la fatiga y el sueño (Moratalla, 2008). Se recomienda que el consumo máximo diario de cafeína para la población adulta sea de aproximadamente 300 mg, para no tener afecciones a la salud (Moratalla, 2008).

Existen numerosas metodologías aplicadas a la formulación y elaboración de productos alimenticios. Para el desarrollo de los productos a base de concentrado de pulpa de café se aplicó

la metodología propuesta por Wesselingh, Kiil, & Vigild (2007) en el Libro “Design and development of biological, chemical, food and pharmaceutical products”.

La metodología de Wesselingh *et al.* (2007), se divide en cuatro secciones muy marcadas; la primera denominada “el inicio”, cuya finalidad es visualizar el mercado para identificar productos similares y potenciales competidores. La segunda etapa involucra las actividades de diseño, en las cuales se identifican las necesidades que se desean suplir para posteriormente crear el concepto del producto. En la tercera sección se desarrolla el producto, se debe realizar la formulación y las condiciones de elaboración, se identifican los costos y equipos necesarios para su producción y se realiza el escalado. La última parte corresponde a las actividades de explotación del producto que se basan en la comercialización de éste. El presente proyecto involucra la primera, segunda y tercera etapa.

3. Metodología

En la

Figura 1 se muestra el cuadro metodológico de cada una de las fases desarrolladas a través del presente proyecto.

3.1 FASE 1: Definición de conceptos con potencial aplicación comercial.

La primera fase de la metodología se desarrolló teniendo en cuenta el proceso propuesto por Wesselingh *et al.* (2007), para el diseño y desarrollo de nuevos productos biológicos, químicos,

alimenticios y farmacéuticos. Con el fin de sintetizar 10 conceptos para el uso de extracto concentrado de pulpa de café se llevó a cabo una actividad creativa que consistió en la realización de mapas mentales y lluvia de ideas con 15 miembros del semillero AICT y el grupo CICTA involucrados en el proyecto de valorización del café de la Cámara de Comercio y el Clúster de café de Santander.

A cada uno de los diez conceptos se les realizó un análisis DOFA donde se estudiaron sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Para cuantificar la matriz DOFA se usó la metodología “herramienta de planeación estratégica en las empresas” (Ramírez, 2009), la cual consiste en asignar una ponderación para cada una de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, listadas de acuerdo a una escala establecida de 1 a 3, donde 3 denota el nivel mayor de influencia y 1 el menor. Se realizó la suma de los valores dados a los criterios y se halló el porcentaje de influencia para cada criterio de la matriz. Los conceptos cuya suma de los porcentajes de debilidades y amenazas eran superiores a la suma de fortalezas y oportunidades fueron descartados.

Para obtener las tres ideas con mayor potencial comercial, se definió una lista de métricas, las cuales son las especificaciones que se espera que posea el producto final. A cada métrica se le dio una valoración de acuerdo al nivel de influencia en la toma de decisión. Con las métricas y su valoración se construyó una matriz de criterios ponderados la cual se aplicó a los conceptos seleccionados del análisis DOFA. Dicha matriz fue diligenciada por 10 de los miembros del CICTA que participaron en la actividad de lluvia de ideas descrita al inicio de la metodología. Finalmente, se seleccionaron los tres conceptos que obtuvieron el mayor valor en su ponderación promedio.

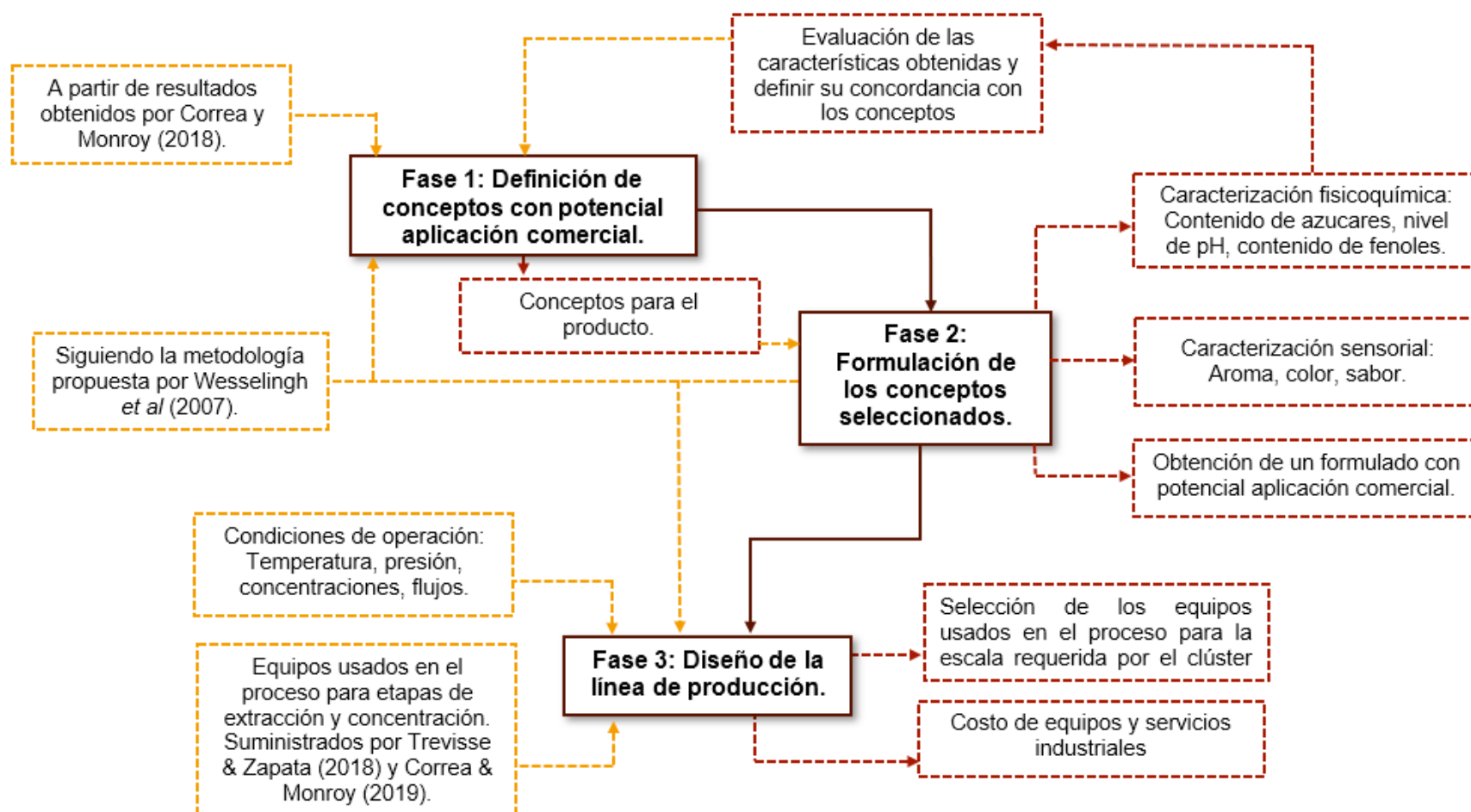


Figura 1. Cuadro metodológico planteado para el presente Trabajo de grado.

3.1 FASE 2: Formulación de los conceptos seleccionados.

Siguiendo la tercera etapa de la metodología propuesta por Wesselingh *et al.* (2007) se procedió a elaborar los conceptos seleccionados de la fase anterior. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica en el mercado nacional y global de productos comerciales para determinar la lista de materias primas y aditivos alimentarios que podrían ser usados en la formulación de los tres conceptos obtenidos de la fase uno de la metodología. La definición de los límites máximos de los aditivos alimentarios usados se realizó tomando como referencia la reglamentación nacional e internacional vigente.

Basándose en la maximización de utilidades para el Clúster Café de Santander se optó por tener como punto de partida, una formulación cuyo contenido de extracto concentrado fuera del 50% p, posteriormente se empezaron a variar las proporciones de las materias primas. Para seleccionar la proporción más adecuada se realizaron pruebas de análisis sensorial de preferencia con un grupo focal en los laboratorios del CICTA.

Las formulaciones que presentaron mejores características organolépticas según el criterio del grupo focal se llevaron al Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad Industrial de Santander para ser valoradas por un panel certificado semi entrenado en evaluación sensorial de infusiones y extractos de pulpa de café, siguiendo los protocolos establecidos por el laboratorio. Mediante pruebas de ordenación por preferencia se seleccionó la muestra (proporción de materias primas) preferida de cada uno de los conceptos. Tomando en cuenta las sugerencias de los

evaluadores se reformularon los tres conceptos, para obtener de esta manera la formulación final de los mismos.

La selección de un único concepto se llevó a cabo descartando la formulación con menor aprobación, teniendo en cuenta la similitud con productos desarrollados en el marco del proyecto iNNpulsa y los resultados de evaluaciones sensoriales de preferencia y aceptación, que fueron analizados por medio de ponderación, donde se otorgan valores de ponderación entre 1 y 5 (donde 1 representa la menor apreciación y 5 la mayor). El valor total se definió como la sumatoria de la multiplicación entre el número de personas en común que seleccionaron una respuesta y su respectivo valor de ponderación. Los formatos de análisis sensorial de preferencia y aceptación por escala hedónica de 9 puntos que fueron aplicados en las pruebas de la fase 2, se encuentran en los Apéndices A y B.

A la formulación mejor evaluada sensorialmente, se le realizaron los análisis fisicoquímicos que se presentan en la Tabla 3.

3.2 FASE 3: Diseño del proceso de producción.

Considerando las condiciones de extracción propuestas por Trevisse & Zapata (2018), y los parámetros de concentración desarrollados por Correa & Monroy (2019), se procedió a realizar el diseño del proceso de producción del formulado obtenido en la fase 2 de la metodología, para la escala requerida por el Clúster Café de Santander. El diseño se inició desde la etapa de tamizado de la pulpa partiendo de los diseños entregados por Hernandez & Vergel (2018).

En primer lugar, se realizó un balance de masa para determinar los flujos de entrada y salida en cada etapa del proceso, posteriormente se seleccionaron y dimensionaron los equipos involucrados en cada sección de la planta. Para ello se consideraron diseños previos, como es el caso del evaporador de película descendente al vacío de Torres (2018) y Ardila & Ramirez (2002); también se tomaron en consideración las características de algunos equipos que se encuentran en el Laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química y relaciones heurísticas tomadas del libro “Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes” de Turton, Bailie, Whiting, & Shaeiwitz (2009).

El costo de equipos se obtuvo mediante cotizaciones entregadas por empresas comercializadores y fabricantes. El costo de materia prima se obtuvo a partir de los balances de masa. Para hallar el costo de servicios industriales se consideró el consumo energético de los equipos, el tiempo de operación específico de cada uno y el balance de masa.

3.3 Métodos de análisis

En la Tabla 3 se observan los métodos de análisis fisicoquímicos empleados por el Laboratorio de Alimentos del CICTA/UIS, los cuales se utilizaron siguiendo los protocolos ya establecidos para el análisis de productos alimentarios.

Tabla 3.

Métodos de análisis fisicoquímicos empleados en el proyecto.

Parámetro	Unidad	Método de análisis
Humedad	g/100g (%)	GOMESL.01, Gravimétrico
Ceniza	g/100g (%)	GOMECH.01, Gravimétrico
Grasa	g/100g (%)	GOMEGC.01, Gravimétrico Soxhlet
Proteína	g/100g (%)	GOMEPL.01, Volumétrico Kjeldahl
Carbohidratos totales	g/100g (%)	---
Fibra cruda	g/100g (%)	Hidrólisis ácida y básica
Calorías	kcal/porción	---
pH	unidades de pH	Potenciométrico
Acidez (ácido clorogénico)	(%)	AOAC 942.15
Cafeína	mg/ml	HPLC UV VIS
Teobromina	mg/ml	
Polifenoles totales	mg EAG/ml	Folin Ciocalteu

4. Resultados y Discusión

4.1 Definición de los conceptos con potencial aplicación comercial

De la actividad creativa realizada con 15 miembros del CICTA y la búsqueda de productos disponibles en el mercado se obtuvieron los conceptos descritos en la Tabla 4; a todos los conceptos presentados se les realizó el análisis DOFA.

En la Figura 2 se presenta, a manera de ejemplo, la matriz del concentrado líquido a partir de cáscara de café con saborizantes naturales, sin colorantes con endulzantes naturales para disolver en agua fría. Las demás matrices se presentan en el Apéndice C.

Tabla 4.

Conceptos obtenidos de la actividad creativa y la búsqueda de productos en el mercado.

Idea o concepto	Característica principal (funcionalidad)
Concentrado líquido de pulpa para disolver	Bebida refrescante y activante de bajo aporte calórico (para disolver en agua).
Leche condensada azucarada con pulpa de café	Alimento líquido de fácil consumo con propiedades energizantes y buen sabor.
Leche con concentrado de pulpa de café para disolver	Bebida sustituta del café, de fácil preparación y gran portabilidad (para disolver en agua).
Esencia de pulpa de café, para la industria panadera	Aportar un nuevo sabor u olor a algunos productos de la industria pastelera y afines.
Gomas dulces, enriquecidas con vitamina C	Aportar cafeína y vitamina C a la dieta diaria, pensado como reemplazo de las golosinas tradicionales.
Gel energizante para consumo directo	Producto estimulante para disminuir la fatiga y aumentar el nivel de reacción del cuerpo.
Jarabe de concentrado de pulpa de café	Producto líquido con propiedades energizantes y alto contenido de carbohidratos, para adicionar como aderezo o endulzante a distintas preparaciones.
Malteada (Frappuccino) de pulpa de café	Bebida espumosa de consumo directo con propiedades energizantes.
Salsa para carnes	Producto líquido para adicionar como aderezo a la preparación de carnes.
Mermelada de pulpa de café	Alimento con capacidad activante, que brinde saciedad.

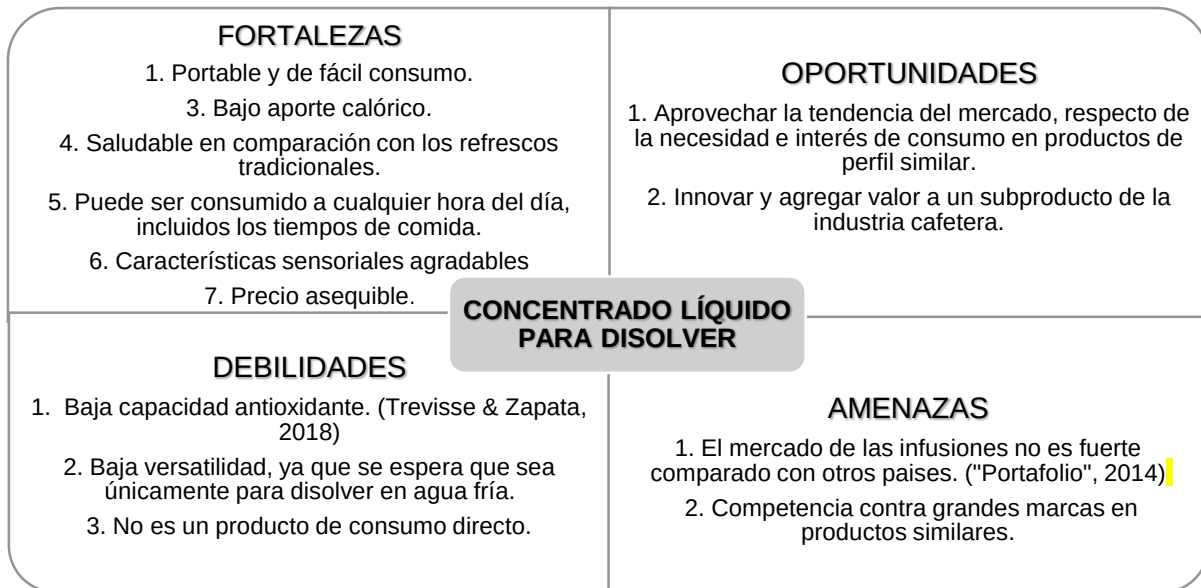


Figura 2. Matriz DOFA para el concepto de concentrado líquido a partir de cáscara de café con saborizantes y endulzantes naturales para disolver en agua fría.

Los resultados de la ponderación en la matriz DOFA se encuentran sintetizados en la Tabla 5. La suma del porcentaje de fortalezas y oportunidades de los conceptos de Leche con extracto concentrado de pulpa para disolver, gomas dulces, salsa para carnes y mermeladas no superaron la suma de los porcentajes de debilidades y amenazas, por ende, se omitieron estas ideas.

Tabla 5.

Resultados porcentuales de la matriz DOFA para cada concepto.

Concepto	Porcentaje (%)			
	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
	Suma Fortalezas/Oportunidades		Suma Debilidades/Amenazas	
Concentrado para disolver	48,0	16,0	16,0	20,0
	64,0		36,0	
Leche condensada	51,9	14,8	14,8	18,5
	66,7		33,3	
Leche para disolver	19,2	15,4	42,3	23,1
	34,6		65,4	
Malteada	26,1	39,1	26,1	8,7
	65,2		34,8	
Esencia de pulpa	17,4	39,1	21,7	21,7
	56,5		43,4	
Gel energético	23,5	35,3	17,6	23,5
	58,8		41,1	
Gomas dulces	18,5	14,8	40,7	25,9
	33,3		66,6	
Jarabe	55,0	15,0	15,0	15,0
	70,0		30,0	
Salsa para carnes	12,5	20,8	41,7	25,0
	33,3		66,7	
Mermelada	10,3	17,2	41,4	31,0
	27,5		72,4	

Para la valoración de los conceptos, se trabajó con criterios que se clasificaron según su relación con la composición, estabilidad y consumo. Dichos criterios fueron clasificados según su importancia en deseable, recomendable, conveniente, muy conveniente o esencial.

El puntaje para cada concepto surgió de la sumatoria de la nota asignada multiplicada por la ponderación. En el Apéndice D se muestra el puntaje de ponderación que se aplicó a la matriz de criterios ponderados, y el nivel de prioridad para cada descriptor de la métrica. Los puntajes de ponderación fueron diligenciados por los miembros del semillero AICT y el grupo CICTA.

Los resultados de la valoración realizada para cada concepto se encuentran compilados en la Tabla 6, así como el valor promedio y la desviación estándar para cada uno de ellos.

Tabla 6.

Resultado de la matriz de criterios ponderados con la valoración promedio para cada concepto.

Evaluable	Concentrado para disolver en agua	Leche condensada con pulpa de café	Gel energético	Jarabe de pulpa de café	Frappuccino de pulpa de café	Esencia de pulpa de café
1	154	162	132	155	144	154
2	168	136	144	155	146	164
3	180	140	132	158	134	149
4	171	145	154	160	158	169
5	176	152	151	172	155	144
6	167	167	143	151	130	125
7	186	161	156	136	165	133
8	159	134	114	148	121	159
9	151	155	102	132	116	145
10	142	138	136	140	129	168
PROMEDIO	165,4±13,8 ^a	149±12 ^a	136,4±17,4 ^a	150,7±12,1 ^a	139,8±16,4 ^a	151±14,7 ^a

*Los superíndices de los valores promedio indican que no hay diferencia en el rango de resultados para las puntuaciones de los productos.

Aunque no hay diferencia significativa en el rango de resultados para las puntuaciones de los productos, se hizo necesaria la toma de una decisión para continuar con el proceso de formulación, por ello, se seleccionaron los conceptos mejor evaluados. Sin embargo, se aclara que los conceptos descartados en esta matriz pueden retomarse a futuro en la fase de formulación.

Las ideas con mayor puntaje fueron: en primer lugar, el concentrado para disolver en agua; en la actualidad hay una tendencia en el mercado alimenticio a consumir productos de rápida elaboración (Greco, 2010), como el extracto de té concentrado para disolver y otros artículos similares.

En segundo lugar, siguiendo la puntuación obtenida del panel de evaluadores en la Tabla 6, se encuentra la esencia de pulpa de café para la industria pastelera y afines, sin embargo, teniendo en cuenta la puntuación obtenida en la matriz DOFA, se opta por reemplazarlo por la leche condensada saborizada, el cual, es el siguiente concepto con mayor puntaje y tiene una de las mejores evaluaciones en la matriz DOFA.

Finalmente, en tercer lugar, se posiciona el jarabe de pulpa de café. Aprovechando las características energéticas que posee la cafeína contenida en la cáscara del café, se plantea el desarrollo de un endulzante tipo Jarabe con base en los concentrados obtenidos por Correa & Monroy (2019) para añadir una característica energizante y un nuevo sabor a los alimentos de consumo cotidiano.

4.2 Formulación y análisis sensorial de los conceptos seleccionados.

En la Tabla 7 se observa el listado de ingredientes escogidos para la formulación de los conceptos con base en productos comerciales; cada uno de ellos posee una función específica dentro del producto.

Tabla 7.

Listado de ingredientes con base en los productos comerciales.

Ingrediente	Jarabe	Leche condensada	Concentrado para disolver
Azúcar refinada	x	x	x
Bicarbonato de Sodio	x		
Ácido cítrico en polvo	x		
Estevia			x
Cloruro de sodio	x	x	
Sucralosa			x
Sorbato de potasio	x	x	x
Carboximetilcelulosa	x	x	
Sacarosa			x
Leche en polvo		x	

4.2.1 Formulación del jarabe de pulpa de café.

El azúcar invertido fue el endulzante seleccionado para la formulación del Jarabe de pulpa de café, ya que no presenta contraindicaciones a la salud como lo hace el jarabe de maíz de alta fructosa (Fagherazzi *et al.*, 2013) y tiene un poder edulcorante 3,5 veces mayor al jarabe de glucosa (BurgoSano, 2016).

En la Tabla 8 se observan los resultados de la primera prueba sensorial en jarabes, cuyo objetivo era encontrar la mejor proporción entre el jarabe de extracto concentrado de pulpa de café y el azúcar invertido. En la tabla se presentan dos formulaciones con valoraciones similares, sin embargo, se prioriza la que presenta mayor contenido de extracto concentrado de pulpa de café, para maximizar las utilidades del Clúster de Café de Santander, por tanto, se seleccionó la proporción 50% concentrado/50% Azúcar invertido.

Con base en la proporción 50%/50% p/p, se definió, que la formulación está constituida por 49,5% p de concentrado de pulpa de café, 49,5% p de Azúcar invertido (37,79% Azúcar refinada, 11,34% Agua, 0,19% Bicarbonato de sodio y 0,19% Ácido cítrico) y 0,99% p CMC.

Tabla 8.

Resultados de la primera prueba sensorial variando el porcentaje de concentrado/Azúcar invertido.

%concentrado/%Azúcar invertido	Preferencia			valor de ponderación
	60%/40%	50%/50%	40%/60%	
1er lugar	1	4	5	5
2do lugar	1	5	4	3
3er lugar	8	1	1	1
Valoración	16	36	38	

*valoración=preferencia*valor de ponderación. ** Todos los porcentajes en peso

4.2.2 Formulación de la leche condensada con pulpa de café.

Los resultados de la evaluación sensorial para definir la proporción de leche condensada y extractos concentrados de pulpa a usar se encuentran en la Tabla 9. La muestra mejor evaluada sensorialmente fue la de 30% p de extracto de pulpa concentrado y 70% p de leche condensada.

Tabla 9.

Resultados de la evaluación sensorial realizada para la leche condensada.

%concentrado/% leche condensada	Preferencia					Valor de ponderación
	65/35	60/40	50/50	45/55	30/70	
1er lugar	-	1	3	1	6	5
2do lugar	4	-	2	4	1	4
3er lugar	2	6	-	2	1	3
4to lugar	5	2	1	3	-	2
5to lugar	-	2	5	1	3	1
Valoración	32	29	30	34	40	-

*Valoración= Preferencia*Valor de ponderación. ** Todos los porcentajes en peso

Con base en la proporción 30%/70% p, y teniendo en cuenta los aditivos alimentarios, la formulación está constituida por 29,96% p de concentrado de pulpa de café, 69,90% p de leche condensada (27,96% Azúcar refinada, 27,96% Leche en polvo, 13,98% Agua) y 0,15% p de CMC.

4.2.3 Formulación del concentrado de pulpa de café para disolver en agua fría con edulcorante.

La Tabla 10 presenta los resultados de la evaluación sensorial para definir la cantidad de concentrado a disolver en 200 ml de agua, que es el volumen correspondiente a un vaso pequeño. El resultado apuntó a que el panel prefiere un producto más concentrado, teniendo el mayor puntaje la muestra que contenía 12,5 ml de extracto concentrado de pulpa de café.

Tabla 10.

Resultado para la prueba de preferencia para definir el tamaño de porción en un volumen de 200mL de agua.

Preferencia				Valoración de ponderación
Muestra	7,5 ml concentrado	10 ml Concentrado	12,5 ml Concentrado	
1er lugar	1	3	5	5
2do lugar	1	5	3	3
3er lugar	7	1	1	1
Valoración	15	31	35	

*valoración= Preferencia*Valor de ponderación.

Para este concepto se evaluaron distintos edulcorantes. Previamente, con el grupo focal del CICTA se descartaron la dextrosa y sucralosa, mientras que con el panel semi entrenado se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 11, siendo el formulado con azúcar invertido el favorito para la mayoría de los catadores.

Tabla 11.

Resultados de la prueba de preferencia para definir el edulcorante en el concepto de pulpa de café para disolver.

Preferencia				Valoración de ponderación
Muestra	Estevia	Azúcar invertido	Azúcar convencional	
1er lugar	2	6	1	5
2do lugar	3	1	5	3
3er lugar	4	2	3	1
Valoración	23	35	23	

*valoración=Preferencia*Valor de ponderación.

Para la formulación final de este concepto, se tiene que el 86,2 % p corresponde al concentrado y el 13,8 % p corresponde al jarabe de azúcar invertida.

4.2.4 Unificación de conceptos y formulación del prototipo final

Debido a la similitud con el producto final de los proyectos de elaboración de infusiones (Hernandez & Vergel, 2018) y pulverizados (Proyecto en proceso) presentados también en el marco del proyecto INNpulsa para el Clúster Café de Santander, la fórmula de concentrado de pulpa de café para disolver no continuó el proceso, pero puede ser retomada en futuros trabajos. Las formulaciones de “leche condensada saborizada” y “Jarabe de pulpa de café” se unificaron y se obtuvo el concepto de un alimento líquido para deportistas de alto rendimiento. Se llegó a este resultado teniendo en cuenta que los productos similares existentes en el mercado están formados por carbohidratos de fácil absorción, electrolitos y agentes activantes (Lane, 2012), al igual que las formulaciones obtenidas de leche condensada y jarabe de pulpa de café.

Para definir los saborizantes a usar en las formulaciones se tomó como base la rueda del sabor del café mostrada en el apéndice E. Se emplearon una serie de filtros para reducir la lista inicial: El primero, hizo referencia a la disponibilidad de los saborizantes en Santander, el siguiente, descartó sabores usados en otros productos desarrollados en el marco del proyecto INNpulsa. Posteriormente, se descartaron esencias que agregaran ácido, amargo, picante y salado a la formulación debido a las características sensoriales del concentrado de pulpa. Por último, se descartaron los sabores que no se podían usar en las dos matrices (leche

condensada y jarabe de azúcar invertido). Los filtros se encuentran sintetizados en el apéndice F.

En las Tabla 12, 13, 14 y 15 se encuentran registrados los resultados de la evaluación sensorial de ordenación por preferencia y escala hedónica de valoración para los sabores usados en las formulaciones. Los resultados para el concepto con matriz de azúcar invertido se muestran en la Tabla 12 y 13. El sabor a panela tuvo una aceptación entre agradable y extremadamente agradable por parte del 91% de los panelistas en su prueba hedónica, mientras que los otros sabores obtuvieron; un 64% para el café, 55% para la vainilla y el menos favorito fue el natural con un 45% de aceptación.

Tabla 12.

Prueba de ordenación por preferencia para el formulado con matriz de azúcar invertido.

Escala	Natural	Panela	Vainilla	Café	Valor de ponderación
Primer lugar	0	9	0	3	5
Segundo lugar	2	2	4	4	4
Tercer lugar	2	1	5	4	3
Cuarto lugar	8	0	3	1	2
Valoración	30	56	37	45	

*Valoración=Preferencia*Valor de ponderación

Las pruebas de preferencia y de aceptación para el concepto con base de leche condensada consignadas en las Tabla 15 arrojaron que los panelistas preferían los sabores de café, natural y panela con un nivel de aceptación entre agradable y extremadamente agradable por parte del 91% de los panelistas.

Tabla 13.

Prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos para el formulado con matriz de azúcar invertido.

Escala	Natural	Panela	Vainilla	Café	Valor de ponderación
Extremadamente desagradable	0	0	0	0	1
Muy desagradable	1	0	0	0	2
Bastante desagradable	0	0	0	0	3
Desagradable	3	0	3	1	4
Ni desagradable ni agradable	2	1	2	3	5
Agradable	3	2	4	5	6
Bastante agradable	1	5	1	1	7
Muy agradable	1	1	1	0	8
Extremadamente agradable	0	2	0	1	9
Valoración	57	78	61	65	

*valoración= Aceptación*Valor de ponderación.

Tabla 14.

Prueba de ordenación por preferencia para el formulado con matriz de leche condensada.

Escala	Natural	Panela	Vainilla	Café	Valor de ponderación
Primer lugar	3	5	0	4	5
Segundo lugar	5	1	3	3	4
Tercer lugar	4	2	4	2	3
Cuarto lugar	0	4	5	3	2
Valoración	47	43	34	44	

*Valoración=Preferencia*Valor de ponderación

Tabla 15.

Prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos para el formulado con matriz de leche condensada.

Escala	Natural	Panela	Vainilla	Café	Valor de ponderación
Extremadamente desagradable	0	0	0	0	1
Muy desagradable	0	0	0	0	2
Bastante desagradable	0	0	0	0	3
Desagradable	0	0	2	0	4
Ni desagradable ni agradable	1	1	1	1	5
Agradable	3	3	3	2	6
Bastante agradable	1	4	1	0	7
Muy agradable	5	2	4	4	8
Extremadamente agradable	1	1	0	4	9
Valoración	79	76	70	85	-

*valoración= Aceptación*Valor de ponderación.

4.2.5 Formulación final y definición del tamaño de porción

El público objetivo para la formulación se definió como el grupo de adultos sanos que realicen actividad física de resistencia o deportistas. Teniendo en cuenta los requisitos físicos demandados por la actividad deportiva, se decidió añadir electrolitos; iones de sodio y cloruro (sal). Son los encargados de funciones fisiológicas como las contracciones musculares, además, permiten asimilar mejor los carbohidratos y disminuir la deshidratación (G. Sánchez, 2017). Se decidió que la formulación con la matriz de leche condensada debe hacerse con una materia prima descremada o semi descremada, ya que las grasas se descomponen muy lentamente en energía, por lo que no son una fuente de combustible eficaz cuando se realiza ejercicio de resistencia (La Ruta Colombia, 2017).

El tamaño de porción escogido fue el promedio de los productos similares encontrados en el mercado bajo la denominación de gel energético, que es de 36 g. La concentración de cloruro de sodio en la formulación es de 3,06 mg/g totales y se seleccionó a partir del valor promedio de la concentración de electrolitos en las marcas comerciales. En el apéndice G se encuentra una lista de geles energéticos nacionales e internacionales y sus características principales.

La formulación final para el alimento líquido para deportistas se encuentra descrita en la Tabla 16, se aclara que no se define un saborizante, por ello queda a disposición de los miembros de Clúster de Café de Santander seleccionar el sabor definitivo para su fórmula, teniendo en cuenta los sabores mejor evaluados sensorialmente (panela y café).

Tabla 16.

Fórmula definitiva para el alimento líquido para deportistas.

Matriz de jarabe de azúcar invertido	Matriz de leche condensada
Concentrado de pulpa de café: 49,633%	Concentrado de pulpa de café: 49,633%
Azúcar refinada: 37,888%	Azúcar refinada: 19,853%
Bicarbonato de Sodio: 0,190%	Leche descremada en polvo: 19,853%
Ácido cítrico: 0,190%	Agua: 9,927%
Cloruro de Sodio: 0,306%	Cloruro de sodio: 0,306 %
Agua: 11,366%	Sorbato de potasio: 0,06%
Sorbato de potasio: 0,060%	Carboximetilcelulosa: 0,369
Saborizante líquido: 9,426*10 ⁻⁶ %	Saborizante líquido: 9,426*10 ⁻⁶ %
Carboximetilcelulosa: 0,369%	-

*Los valores son expresados en porcentaje p/p

4.2.6 Resultados y discusión del análisis fisicoquímico.

La Tabla 17 presenta los resultados del análisis fisicoquímico para la fórmula definitiva del alimento líquido para deportistas.

Tabla 17.

Resultados de análisis fisicoquímicos del alimento líquido para deportistas.

Parámetro	Unidad	Matriz de jarabe de azúcar invertido	Matriz de leche condensada
Humedad	g/100g (%)	51,86	44,99
Ceniza	g/100g (%)	1,27	1,82
Grasa	g/100g (%)	0,18	2,18
Proteína	g/100g (%)	0,01	0,03
Carbohidratos totales	g/100g (%)	46,68	50,97
Fibra cruda	g/100g (%)	ND	ND
Calorías (porción 36 g)	kcal	67,8	80,51
pH	pH	4,76±0,01	4,34±0,02
Acidez^a	(%)	5,90±0,04	2,75±0,08
Cafeína	mg/ml	1,71±0,09	1,64 ±0,08
Teobromina	mg/ml	0,64±0,02	0,61±0,02
Polifenoles totales	mg EAG/ml	3,13±0,79	3,0 ±0,75

^a Porcentaje de acidez presentado respecto al ácido clorogénico.

Se observa que el contenido de metilxantinas en la formulación es significativo (1,71 mg cafeína/ml y 0,64 mg teobromina/ml) y generan en el cuerpo una estimulación del sistema nervioso central (Moratalla, 2008). Adicionalmente, los carbohidratos de rápida absorción presentes en las formulaciones finales (Glucosa y fructosa) dan un aporte calórico casi instantáneo (“VIVE Sano”, 2010). Es por esto que se considera que la fórmula definitiva

posee un alto poder energético que puede ser aprovechado para contrarrestar la fatiga resultante de un ejercicio físico demandante.

4.3 Propuesta de una línea de proceso para la elaboración del alimento líquido para deportistas.

La línea de producción se diseñó para una operación *Batch* con una capacidad de procesamiento semanal de 110 kg de pulpa secada, molida y tamizada, según el diseño propuesto por Hernandez & Vergel (2018). Siguiendo las recomendaciones de los mismos autores se propone que la planta esté ubicada en el municipio de Socorro, ya que los servicios industriales y el terreno son más económicos en ese lugar, además se encuentra cerca de fincas productoras que hacen parte del Clúster “Café de Santander”, las cuales están distribuidas en los municipios de Socorro, Curití, San Gil, Aratoca, Páramo y Los Santos.

Las líneas sólidas de la Figura 3 representan el diagrama de bloques para la línea de producción del alimento líquido para deportistas a partir del extracto concentrado de pulpa. La pulpa tamizada con un tamaño de partícula entre 0,5 y 2 mm ingresa a la etapa de extracción, donde se pone en contacto con agua a 90°C durante 7 min, con una relación en peso 1:15 de pulpa:agua, condiciones fijadas por Trevisse & Zapata, (2018). De esta etapa se obtienen dos corrientes, la primera consiste en la pulpa húmeda que se descarta y la segunda corresponde al extracto de pulpa de café que pasa a un proceso de filtración, que tiene como objetivo disminuir la turbidez del extracto. El extracto filtrado alimenta la etapa de concentración, que por medio de una torre de evaporación de película descendente al vacío

que opera a 90°C y 200 mbar de presión (Correa & Monroy, 2019), elimina el agua requerida para alcanzar un factor de concentración volumétrica de 6.

El 50% del extracto concentrado se destina para la formulación de pulverizados y la mitad restante es usada para la formulación del alimento líquido para deportistas. En el mismo equipo usado en la sección de mezcla se prepara la matriz de leche condensada o jarabe de azúcar invertido, según sea el caso, siguiendo el protocolo que se encuentra en el apéndice H. La corriente de extracto concentrado se mezcla con los demás componentes de la fórmula, y el producto que resulta es empacado en sachets plásticos de 36 g.

Para la selección de los equipos de la línea de producción se tomaron en consideración criterios como el material de construcción de los equipos (acero inoxidable grado alimentario AISI 304), la facilidad en la operación, seguridad y la posibilidad de aumentar la capacidad de procesamiento sin reemplazo del equipo; otros criterios específicos se sintetizan en el Apéndice I.

La etapa más compleja de la línea de producción es el evaporador de película descendente al vacío, dimensionado a partir de los estudios entregados por Torres (2018) y Ardila & Ramírez (2016). El diagrama se presenta en la Figura 4, el cual consiste en una bomba centrífuga de 1 HP que alimenta la torre de evaporación desde el tanque de alimentación de 100 L.

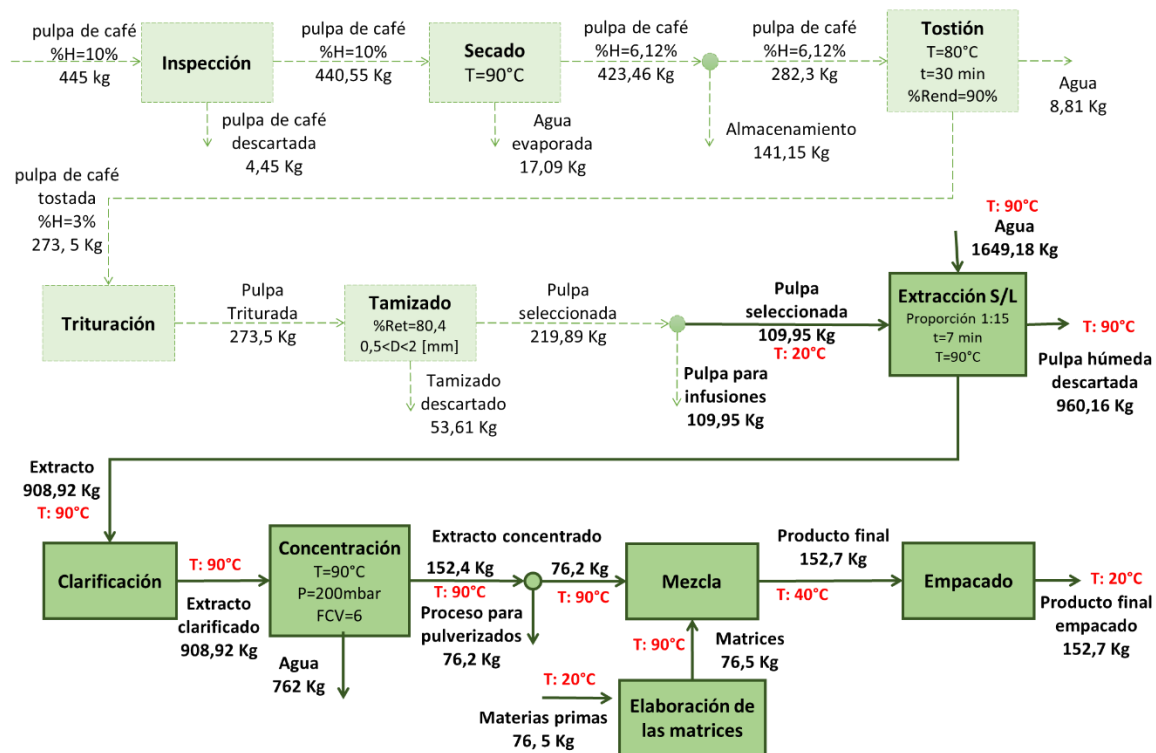


Figura 3. Diagrama de bloques para el proceso de elaboración de un alimento líquido para deportistas a partir de extracto concentrado de pulpa de café.

La torre de evaporación se dimensionó para una altura de 4 m, un diámetro de carcasa de 0,3 m, en el interior de la carcasa se tendrá un plato distribuidor que alimentará los 11 tubos de 1/4" de diámetro interno que hacen parte del evaporador. La corriente que sale de la torre ingresa al separador de fases que consiste en un tubo de 0,16 m de diámetro y 0,43 m de altura. Del separador salen dos corrientes, una corriente líquida concentrada hacia el tanque de alimentación, y una de vapor, la cual es succionado por la bomba de vacío de anillo líquido con motor de 3HP, el vapor de agua es condensado al interior de la bomba y adicionado al agua de enfriamiento, que está almacenada en un tanque de 10 m³.

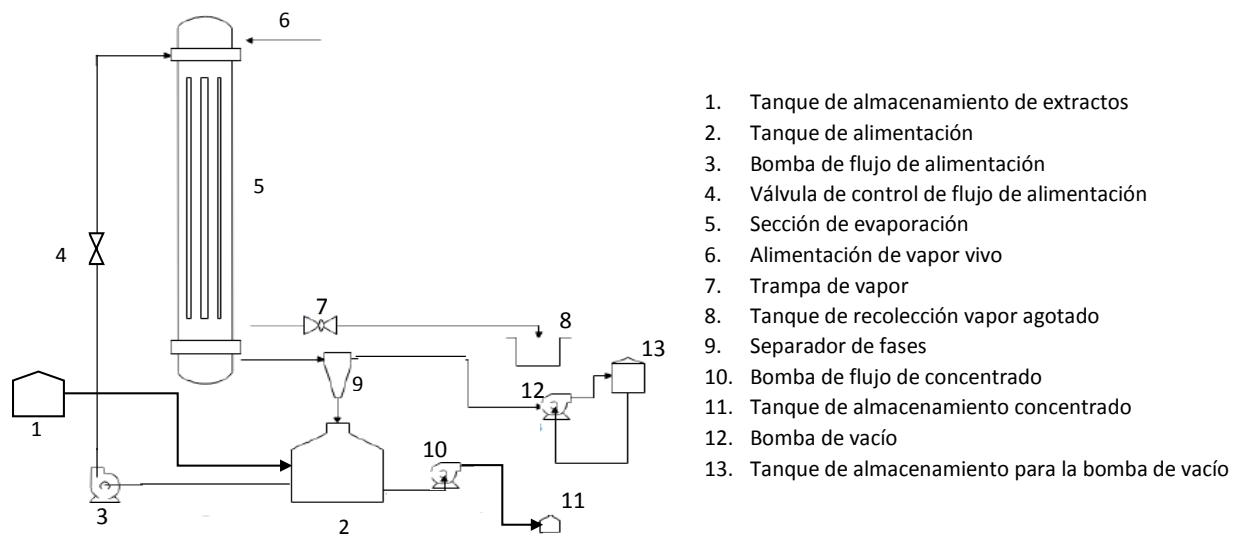


Figura 4. Diagrama del sistema de evaporación de película descendente al vacío. Adaptado de Torres (2018). Implementación de un evaporador de película descendente al vacío para la asignatura de laboratorio de procesos de la escuela de ingeniería química.

En la Tabla 18 se sintetiza el costo del sistema de evaporación, así como el de los equipos principales en la línea de producción del alimento líquido para deportistas, junto con algunas especificaciones de éstos. El costo total de equipos es de \$143'311.811. La Figura 5 muestra que la etapa más costosa de la línea de producción es el empaquetado, equivale al 43 % del total de costo de equipos; mientras que la etapa más económica, la de elaboración de las matrices, representa solo el 3 % de los costos en equipos.

El consumo de energía eléctrica estimado para la línea de producción sería de 515,5 kW/mes. El consumo mensual aproximado de gas en la caldera, la marmita y el percolador sería de 609,2 m³ y el gasto de agua teniendo en cuenta las etapas de extracción, evaporación y mezcla equivaldría a 58,2 m³/mes. El gasto mensual estimado para servicios industriales teniendo en cuenta las tarifas establecidas en el municipio de Socorro, Santander es de

\$1'027.087; donde el 14,76% equivale al servicio de agua, el 20,08% a la electricidad y el 65,15% al gas natural, debido al requerimiento por parte de caldera.

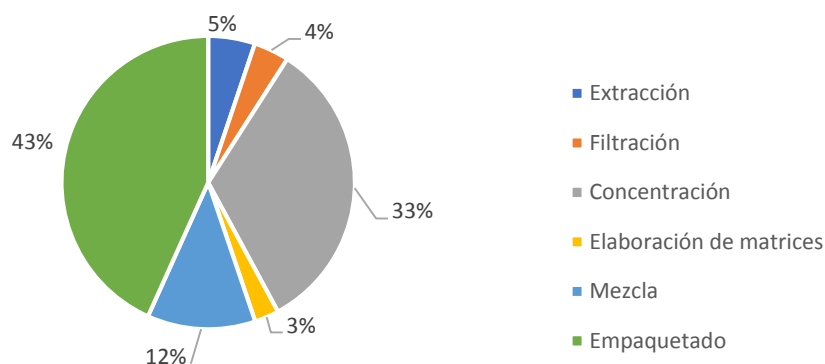


Figura 5. Porcentajes del costo individual de los equipos.

En la Tabla 19 se muestran los costos en materias primas e insumos necesarios para la producción mensual de alimento líquido para deportistas, teniendo en cuenta que la mitad del producto es con matriz de leche condensada y el restante con matriz de azúcar invertido. El gasto mensual en insumos es de \$650.821, el mayor gasto lo representa la leche en polvo, incrementando los costos en la producción de la matriz de leche condensada que equivale al 73,52% del costo total en insumos. Para minimizar costos se puede optar por reducir el volumen de producción de esta formulación. Los costos se calcularon teniendo en cuenta las cotizaciones de la materia prima entregados por SUQUIN LTDA, un posible proveedor.

Tabla 18.

Especificaciones de los equipos para la formulación del alimento líquido para deportistas.

Equipo	Especificaciones	Equipo	Especificaciones
	Sistema de extracción sólido líquido, cuenta con control de temperatura, calentamiento por quemadores. Capacidad: 36,7 kg/ciclo. Dimensiones: 0,7x1,4 m (HxD) Superficie requerida^a: 8,3 m² Costo: \$7'400.000 Proveedor: Inoximexico		Tanques de almacenamiento para el extracto (I) y el concentrado (II). Capacidad: 1 (I) y 0.18 (II) m³ Dimensiones (I): 1,44x0.96 m (HxD). Dimensiones (II): 0.80x0.53 m (HxD) Costo (I): \$2'365.148 Costo (II): \$7.581.607 Proveedor: Inoximexico
	Sistema de filtración, cuenta con 10 placas de Dril super ocho como medio filtrante y presenta una bomba acoplada. Capacidad: 12,6 m³/h Superficie requerida^a: 8,4 m² Costo: \$4'438.597 Proveedor: COREL y Cia. S.A.		Cuenta con control de temperatura, calentamiento por quemadores y sistema de volcamiento. Capacidad: 0,100 m³/ciclo Superficie requerida^a: 4,8 m² Costo: \$17'106.850 Proveedor: Inoximexico
	Evaporador de película, cuenta con control de temperatura, calentamiento por quemadores. Capacidad: 36,7 kg/ciclo Dimensiones: 0,7x1,4 (HxD) Superficie requerida^a: 16 m² Costo: \$47'370.110 Proveedor: Inal LTDA		Máquina empacadora automática con dosificador para una masa de dosificación entre 1-50 g/empaque. Capacidad: 30/50 empaque/minuto Superficie requerida^a: 12 m² Costo: \$62'000.000 Proveedor: TME S.A.S
	Licuadora industrial de material 304 SS con motor de 4HP y sistema de volcamiento. Capacidad: 50 l/ciclo Superficie requerida^a: 1,5 m² Costo: \$3'850.000 Proveedor: Casa de la licuadora industrial S.A.S		Caldera de gas natural con 15 BHP de potencia de generación de vapor. Capacidad: 518 lb/h Dimensiones: 2x1 (HxD) Costo: \$44'400.000 Superficie requerida^a: 17,3 m² Proveedor: Calderas Continental LTDA

^a Superficie requerida por equipo teniendo en cuenta el área que ocupa el mismo, la temperatura de operación y espacios operativos.

Tabla 19.

Gasto mensual en insumos para la línea de producción de un alimento líquido para deportistas de alto rendimiento

Lista de insumos			
Insumo	kg/mes	precio/kg	total
Leche en polvo	30,26	\$ 12.680	\$ 383.650
Azúcar	88,00	\$ 2.640	\$ 232.313
sorbato de potasio	0,18	\$ 22.000	\$ 4.008
Cloruro de sodio	0,93	\$ 1.190	\$ 1.108
Carboximetilcelulosa	1,12	\$ 22.000	\$ 24.740
Saborizante (esencias)	3,1*10 ⁻⁵	\$ 70.000	\$ 3
Bicarbonato de sodio	0,29	\$ 10.300	\$ 2.976
Ácido cítrico	0,29	\$ 7.000	\$ 2.023

5. Conclusiones

Se definieron 10 conceptos con potencial aplicación comercial a base de extractos concentrados de pulpa de café. Las actividades creativas realizadas con integrantes del semillero AICT y el grupo CICTA, como también el análisis DOFA y la matriz de criterios ponderados, permitieron finalmente definir tres conceptos como punto de partida para iniciar la etapa de formulación, estos conceptos fueron: leche condensada con extracto de pulpa, Jarabe de pulpa de café y extractos concentrados de pulpa para disolver.

Se definió la formulación de un producto alimenticio líquido para deportistas o que realicen actividad física intensa, debido al alto contenido de metilxantinas y el aumento energético proporcionado por los azúcares de rápida absorción encontrados en los productos de la fase 1. La formulación final del producto se halló por pruebas de preferencia y aceptación, y su

composición es 49,633% de la matriz (azúcar invertida o leche condensada), 0,306% de cloruro de sodio, 0,060% de sorbato de potasio, 0,369% de carboximetilcelulosa y $9,426 \times 10^{-6}$ % de saborizante. Por medio del análisis bromatológico se encontró que el formulado (según la matriz) posee aproximadamente entre 59 y 62 mg de cafeína, 16 y 18 g de carbohidratos de rápida absorción y un aporte de entre 68 y 81 calorías por porción de 36 g.

Se planteó la línea para la elaboración del producto a partir de pulpa de café secada y molida. Se propone que esté ubicada en el municipio de Socorro, el área requerida por los principales equipos es de 73 m². Por medio de cotizaciones se obtuvo que los equipos principales requeridos tienen un costo de \$143'311.811 COP y las materias primas un costo de \$650.821 mensual, para la producción aproximada de 5.000 paquetes individuales de 36 g de producto a la semana.

6. Recomendaciones

Evaluar sensorialmente la posibilidad de agregar vitaminas y electrolitos complementarios a la fórmula del alimento líquido para deportistas.

Realizar estudios de evaluación sensorial en campo para la formulación del alimento líquido para deportistas con un grupo de personas que sean consumidoras regulares de productos similares como “geles energéticos”.

Realizar un estudio de mercado del alimento líquido para deportistas con el fin de evaluar la oferta y la demanda, así como los precios y sus canales de distribución.

Referencias Bibliográficas

- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L. F., & Hicapié, E. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia. 1.*
- Ardila, A., & Ramirez, A. (2002). *Propuesta de un esquema de producción de jarabes de glucosa clarificados a partir de almidón de yuca.*
- Barchiesi, C., Williams, P., & Salvo, S. (2007). *Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo.* Tomado de <http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n12/a17v4212.pdf>
- BurgoSano. (2016). Tipos de jarabes de azúcar. consultado en mayo 13, 2019, de <http://burgosano.com/tipos-de-jarabes-de-azucar/>
- Correa, C., & Monroy, D. (2019). *Evaluación de la evaporación de película descendente para la obtención de concentrados a base de extractos de pulpa de café necesarios en la formulación de productos alimenticios.*
- El sector de la confitería colombiana. (2018). Consultado en Mayo 15, 2019, de PROCOLOMBIA website: <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/sector-de-la-confiter>
- En ascenso el consumo de té en Colombia. (2014, April 13). *Portafolio*. Tomado de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/ascenso-consumo-colombia-41662>

- Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488–495.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Fagherazzi, G., Vilier, A., Saes Sartorelli, D., Lajous, M., Balkau, B., & Clavel-Chapelon, F. (2013). Consumption of artificially and sugar-sweetened beverages and incident type 2 diabetes in the Etude Epidémiologique auprès des femmes de la Mutuelle Générale de l'Education Nationale–European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(3), 517–523.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.112.050997>
- Greco, N. (2010). *Estudio sobre tendencias de consumo de alimentos*.
- Hernandez, I., & Vergel, A. (2018). *Estudio técnico de la producción de infusiones a partir de la pulpa de café producida por el clúster “café de santander” como estrategia de valorización*.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2007. Norma Técnica Colombiana 285: Mermeladas y jaleas. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2008. Norma Técnica Colombiana 5592: Productos alimenticios. Gomas, jaleas y masmelos. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2008. Norma Técnica Colombiana 4305: salsa o aderezos para ensaladas. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2007. Norma Técnica

Colombiana 5583: Salsa de frutas Bogotá, Colombia.

Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2004. Norma Técnica

Colombiana 1419: Leche líquida saborizada. Bogotá, Colombia.

Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), 2018. Norma Técnica

Colombiana 879: Leche condensada azucarada. Bogotá, Colombia.

La Ruta Colombia. (2017). Gel energético, nutrición para La Ruta. Consultado en Mayo 13, 2019, de <https://larutacolombia.com/gel-energetico-nutricion-para-la-ruta/>

Lane, J. (2012). The next chapter in sports nutrition. *Sports Nutrition*, pp. 34–39.

Menezes, E. G. T., Do Carmo, J. R., Menezes, A. G. T., Alves, J. G. L. F., Pimenta, C. J., & Queiroz, F. (2013). Use of different extracts of coffee pulp for the production of bioethanol. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 169(2), 673–687. <https://doi.org/10.1007/s12010-012-0030-0>

Montilla, J., Arcila, J., Aristizábal, M., Montoya, E. C., Puerta, G. I., Oliveros, C. E., & Cadena, G. (2008). Caracterización De Algunas Propiedades Físicas Y Factores De Conversión Del Café Durante El Proceso De Beneficio Húmedo Tradicional. *Cenicafé*, 59(2), 120–142. Tomado de <http://hdl.handle.net/10778/59>

Moratalla, R. (2008). Neurobiología de las metilxantinas. *Trastornos Adictivos*, 10(3), 201–207. Tomado de https://www.academia.edu/26779951/Neurobiología_de_las_metilxantinas

Mura, E., Akesjö, A., Vamling, L., Jongsma, A., Innings, F., & Gourdon, M. (2016). Effect of Co-flowing Vapor during Vertical Falling-film Evaporation. *Experimental Heat*

Transfer, 29(4), 561–575. <https://doi.org/10.1080/08916152.2015.1046017>

Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2012). Recovery of Phenolic Antioxidants and Functional Compounds from Coffee Industry By-Products. *Food and Bioprocess Technology*, 5(3), 897–903. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0363-z>

Mussatto, S. I., Machado, E. M. S., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2011). Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 661–672. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>

Pardo, R., Álvarez, Y., Barral, D., & Farré, M. (2007). *Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/6115217>

Perspectiva del Sector Lácteo. (2018). Retrieved May 15, 2019, from Asoleche website: <https://asoleche.org/2017/07/10/perspectivas-del-sector-lacteo/>

Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de bogotá. (2015). Tomado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14318/Mermelada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramirez-Coronel, M. A., Marnet, N., Kolli, V. S. K., Roussos, S., Guyot, S., & Augur, C. (2004). Characterization and Estimation of Proanthocyanidins and Other Phenolics in Coffee Pulp (*Coffea arabica*) by Thiolytic–High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1344–1349. <https://doi.org/10.1021/jf035208t>

Ramírez, J. L. (2009). Procedimiento para La Elaboración de un Análisis FODA omo una

- Herramienta de Planeación Estratégica en las Empresas. *Ciencia Administrativa*, 2, 54–61. <https://doi.org/10.1093/mnrasl/slv177>
- researchandmarkets.com. (2018). *Global Food Flavor Market - Growth, Trends, and Forecast (2018 - 2023)*. Tomado de https://www.researchandmarkets.com/research/x4g5fj/global_food?w=4
- Revista Dinero. (2018). *Producción de café en Colombia en 2018*. Tomado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/produccion-de-cafe-en-colombia-en-2018/261029>
- Rodríguez, N., Sanz, J., Oliveros, C., & Ramírez, C. (2015). *Beneficio del café en Colombia, Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo de café*. Tomado de https://www.cenicafe.org/es/publications/Final_libro_Beneficio_isbn.pdf
- Román, S., Sánchez-Siles, L. M., & Siegrist, M. (2017). The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 44–57. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2017.06.010>
- Sánchez, G. (2017). *Desarrollo y caracterización de geles a base de espirulina y chía para deportistas. Estudio del plan comercial*.
- Sánchez, M. (2015). *El café, la cafeína y su relación con la salud y ciertas patologías*. Tomado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/14253/1/TFG-M-N370.pdf>
- Torres, L. (2018). *Implementación de un evaporador de película descendente al vacío para la asignatura de laboratorio de procesos de la escuela de ingeniería química*.

- Trevisse, J., & Zapata, Y. (2018). *Evaluación de la extracción, clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café secada*.
- Turton, R., Bailie, R., Whiting, W., & Shaeiwitz, J. (2009). Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. en *Pearson Education, Inc.* (Vol. 3).
- Vásquez De Díaz, M. C., López, A., Fuentes, B., & Cote, E. (2010). Aceleración del proceso de compostaje de residuos post-cosecha (pulpa) del café con la aplicación de microorganismos nativos. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 1–7.
- VIVE Sano. (2010, April 15). *VIVE Sano*. Retrieved from http://www.institutotomaspascualsanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_15abril10.pdf?pdf=vivesano-150410
- Wesselingh, J. A., Kiil, S., & Vigild, M. (2007). *Desing & Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products*.

Apéndices

Apéndice A. Formato de evaluación en pruebas sensoriales de ordenación por preferencia.

EVALUADOR: _____ FECHA: _____

INSTRUCCIONES:

1. Por favor, enjuague su boca con agua antes de empezar la prueba y entre muestra y muestra.
2. Frente a usted encontrará tres (3) muestras codificadas de extractos preparados a base de pulpa de café. Evalúe cada una de las muestras presentadas, observándolas, oliéndolas y probándolas, siguiendo el orden que a continuación se muestra.

ORDEN DE EVALUACIÓN	NÚMERO DE LA MUESTRA
PRIMERA	
SEGUNDA	
TERCERA	

3. Coloque en la casilla en blanco el número de la muestra, en el orden decreciente de su preferencia.

ORDEN DE EVALUACIÓN	NÚMERO DE LA MUESTRA
En primer lugar, me ha gustado más	
En segundo lugar	
En tercer lugar	

4. Por favor indique lo que en particular le gustó o no; sobre las muestras evaluadas:

MUESTRA	LO QUE MÁS ME GUSTÓ	LO QUE MENOS ME GUSTÓ

OBSERVACIONES _____

Apéndice B. Formato de evaluación en pruebas sensoriales de aceptación con escala hedónica de 9 puntos.

EVALUADOR: _____ FECHA: _____

INSTRUCCIONES: Frente a usted encontrará tres (3) muestras codificadas.

Evalúe cada una de las muestras presentadas, observándolas, oliéndolas y probándolas, empezando de izquierda a derecha. Y marque con una “x” la casilla que más se ajuste a su juicio sobre cada muestra. RECUERDE BEBER AGUA ANTES DE EMPEZAR LA PRUEBA Y ENTRE MUESTRA Y MUESTRA.

ESCALA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA
1. Me disgusta extremadamente			
2. Me disgusta mucho			
3. Me disgusta moderadamente			
4. Me disgusta ligeramente			
5. No me gusta ni me disgusta			
6. Me gusta ligeramente			
7. Me gusta moderadamente			
8. Me gusta mucho			
9. Me gusta muchísimo			

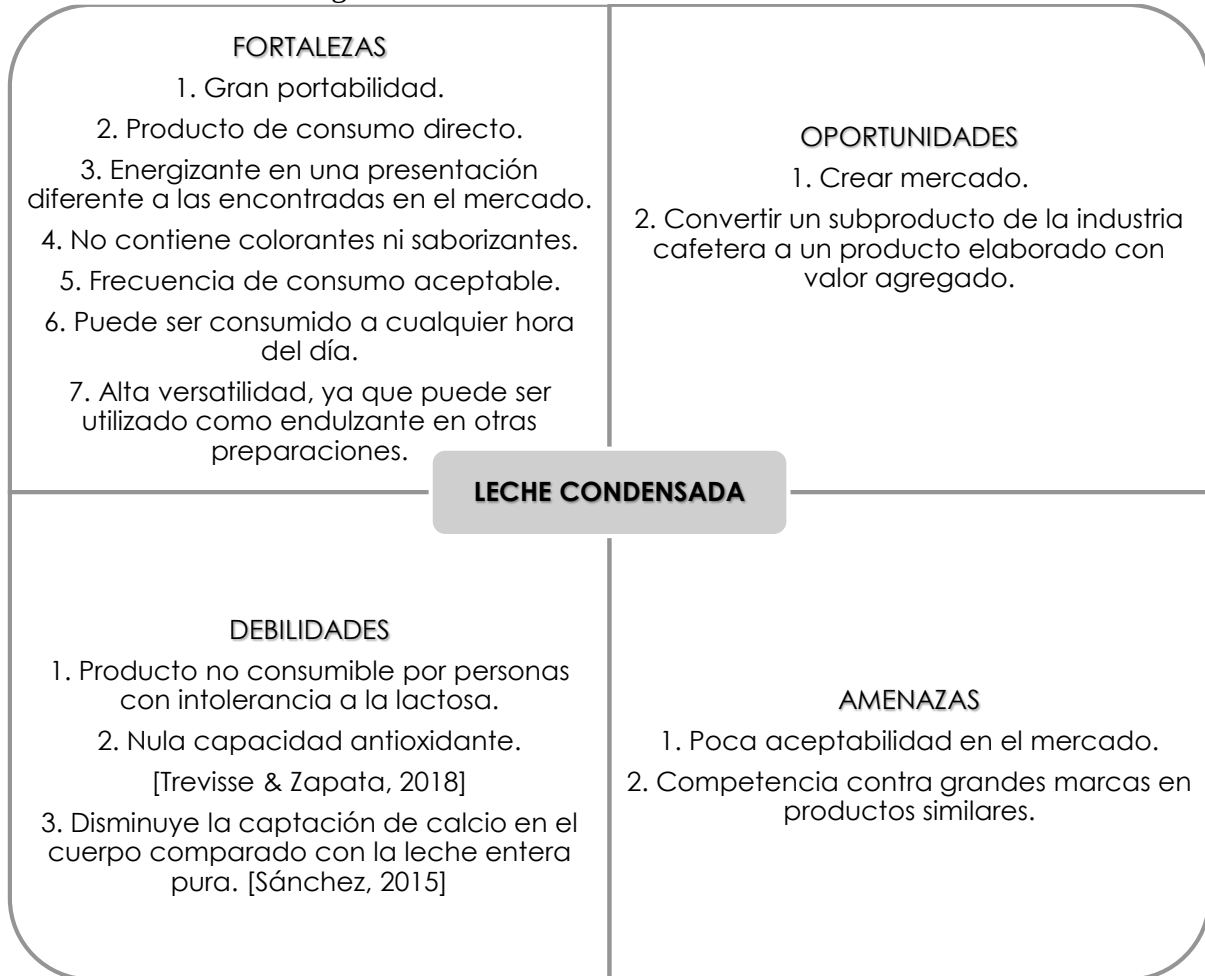
Describa lo que más y lo que menos le gustó.

MUESTRA	LO QUE MÁS ME GUSTÓ	LO QUE MENOS ME GUSTÓ

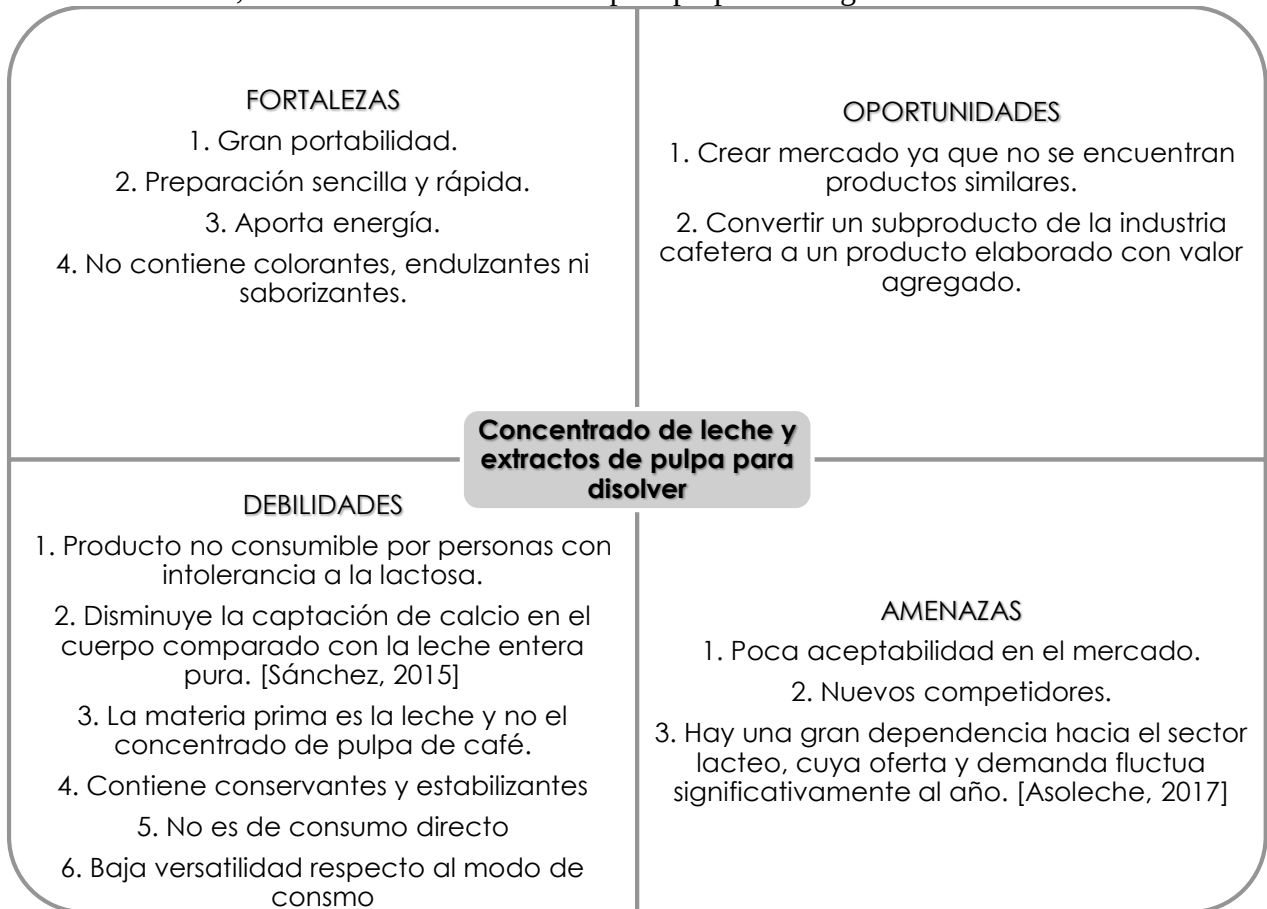
OBSERVACIONES _____

Apéndice C. Matrices DOFA para los conceptos extraídos de la actividad creativa.

- Concentrado líquido a partir de pulpa de café con leche regular concentrada, como bebida densa energizante con endulzantes sin colorantes ni saborizantes.



- Concentrado líquido a partir de pulpa de café con leche regular concentrada sin colorantes, saborizantes ni endulzantes para preparar en agua caliente.



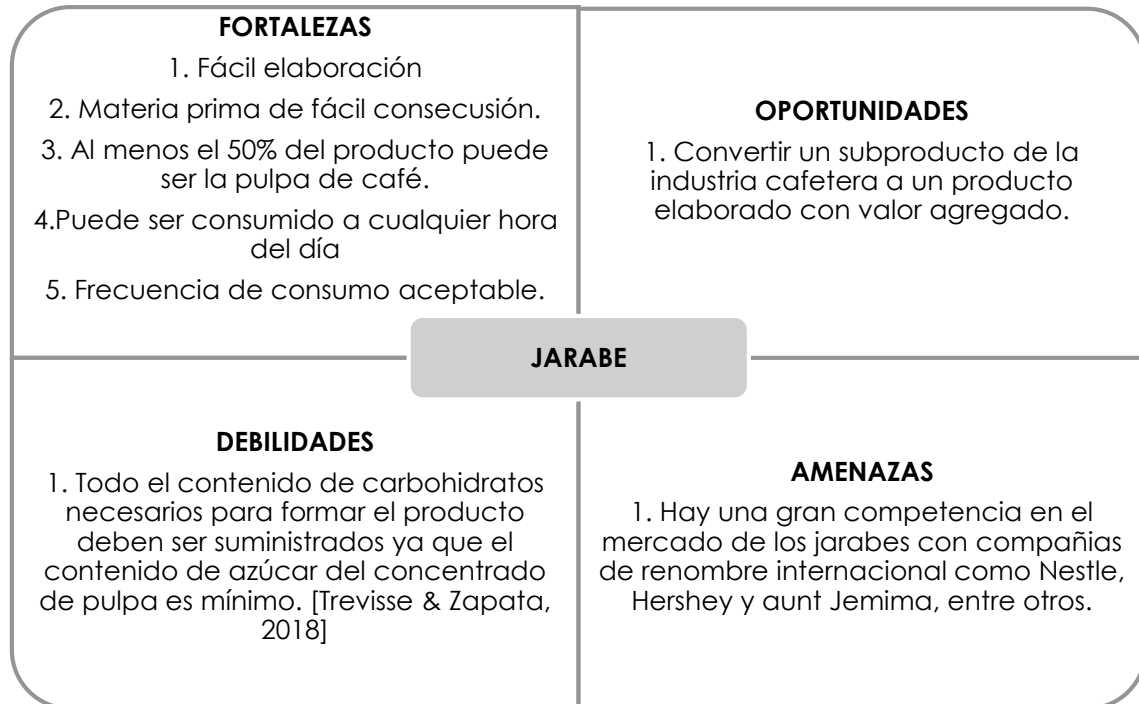
- Concentrado líquido a partir de pulpa de café como insumo para la industria pastelera y afines sin colorantes, aromatizantes o endulzantes

FORTALEZAS 1. No contiene colorantes, aromatizantes o endulzantes 2. Contenido de cafeína con lo que se le otorga al producto una capacidad energizante.	OPORTUNIDADES 1. Mercado potencial fuerte por la gran cantidad de productos que se pueden elaborar a partir de los concentrados (Bombones, tortas, postres y helados, entre otros). 2. Convertir un subproducto de la industria cafetera a un producto elaborado con valor agregado. 3. Las tendencias de consumo se enfocan hacia productos naturales y con pocos aditivos. [Roman, et al., 2017]
ESENCIA DE PULPA DE CAFÉ	
DEBILIDADES 1. El concentrado de pulpa de café no posee propiedades organolépticas similares a las del café. 2. Es posible que las propiedades organolépticas deban ser realizadas con la adición de aditivos, debido a la baja intensidad encontrada en los concentrados preliminares. 3. Se deben añadir conservantes.	AMENAZAS 1. Alta competencia con las grandes compañías de esencias y saborizantes, por el incremento esperado en este sector. [Researchandmarkets.con, 2018] 2. Poca aceptación por parte de las industrias clásicas.

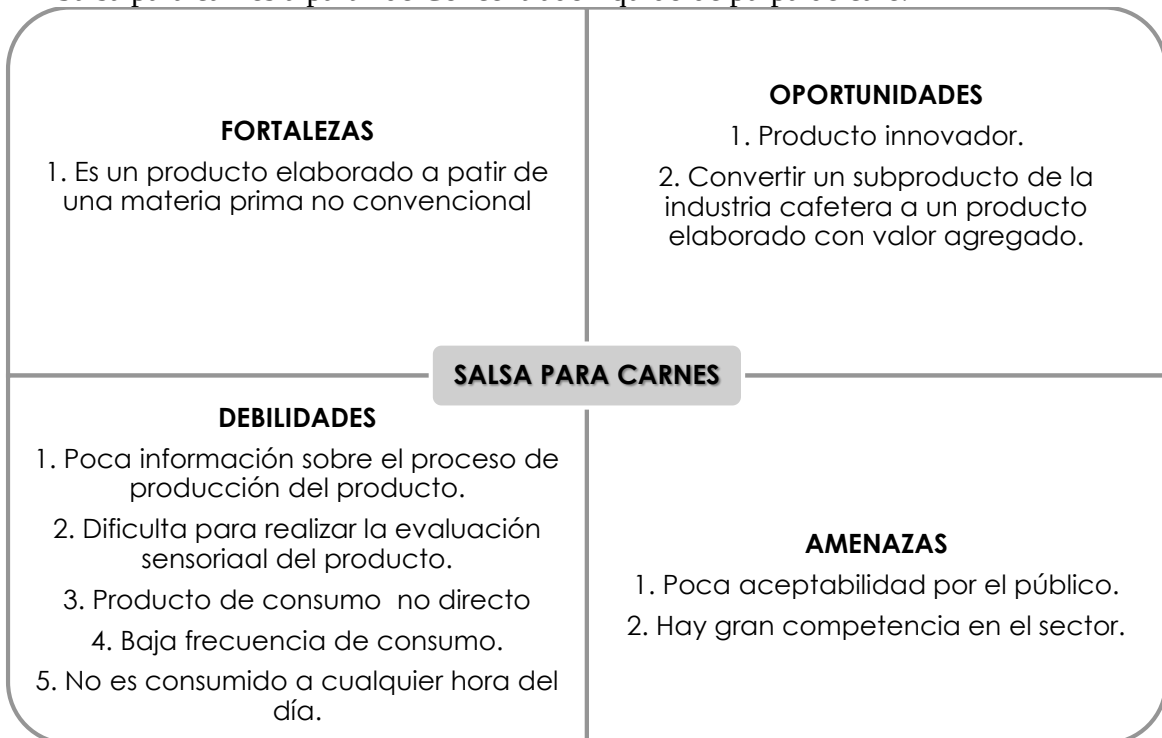
- Bebida fría lista para consumir a partir de concentrado de pulpa de café y leche espumada.

FORTALEZAS 1. Se esperan obtener propiedades organolépticas agradables. 2. Facilidad a la hora de realizar la evaluación sensorial. 3. Producto de consumo directo. 4. Frecuencia de consumo aceptable.	OPORTUNIDADES 1. El público objetivo es bastante amplio. 2. Existen bebidas similares en otros países en donde se presenta un alto consumo. 3. Convertir un subproducto de la industria cafetera a un producto elaborado con valor agregado.
FRAPPUCCINO DE PULPA	
DEBILIDADES 1. Posible inestabilidad en el tiempo. [Barchiesi et al. 2007] 2. La composición mayoritaria del producto es leche.	AMENAZAS 1. Hay una marca registrada bajo la denominación de "Frappuccino".

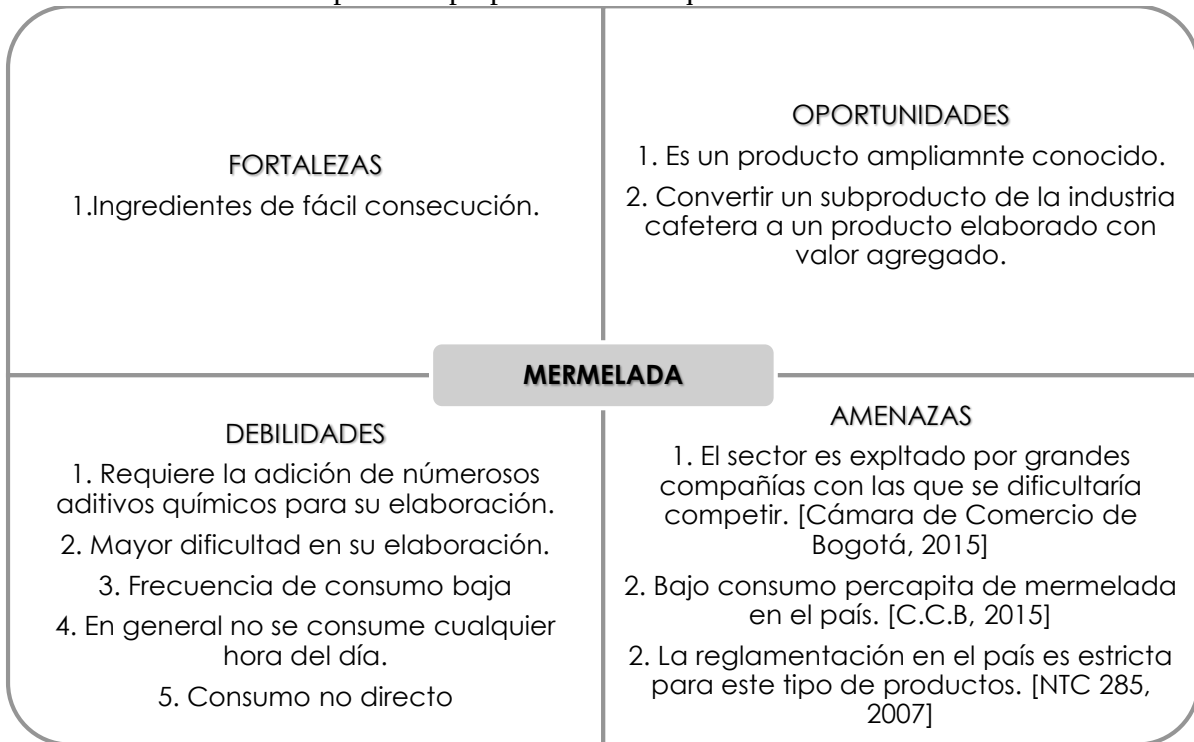
- Jarabe a partir de concentrado líquido de pulpa de café, sin colorantes ni saborizantes, con endulzantes.



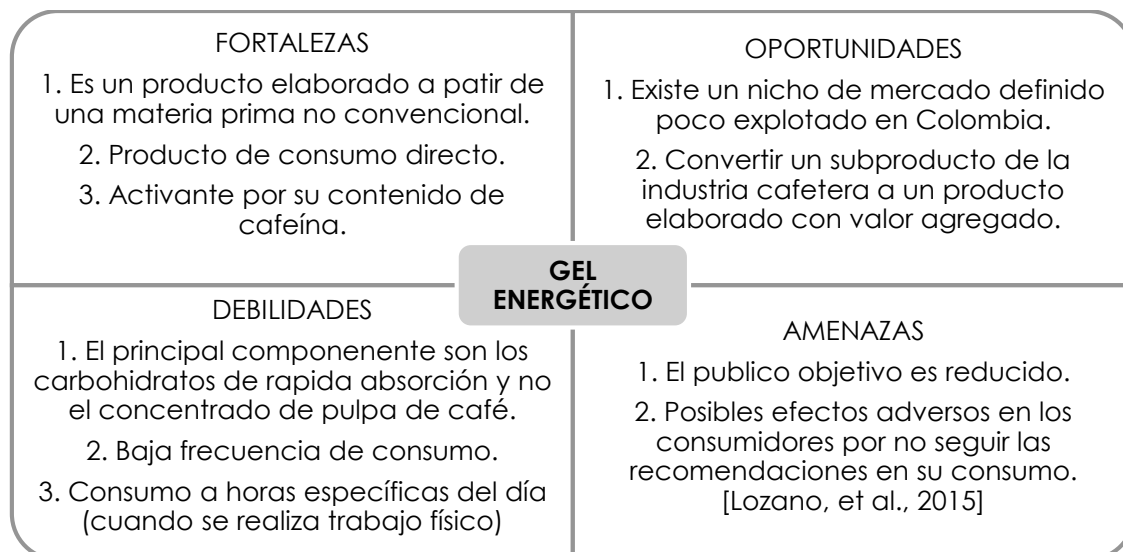
- Salsa para carnes a partir de Concentrado líquido de pulpa de café.



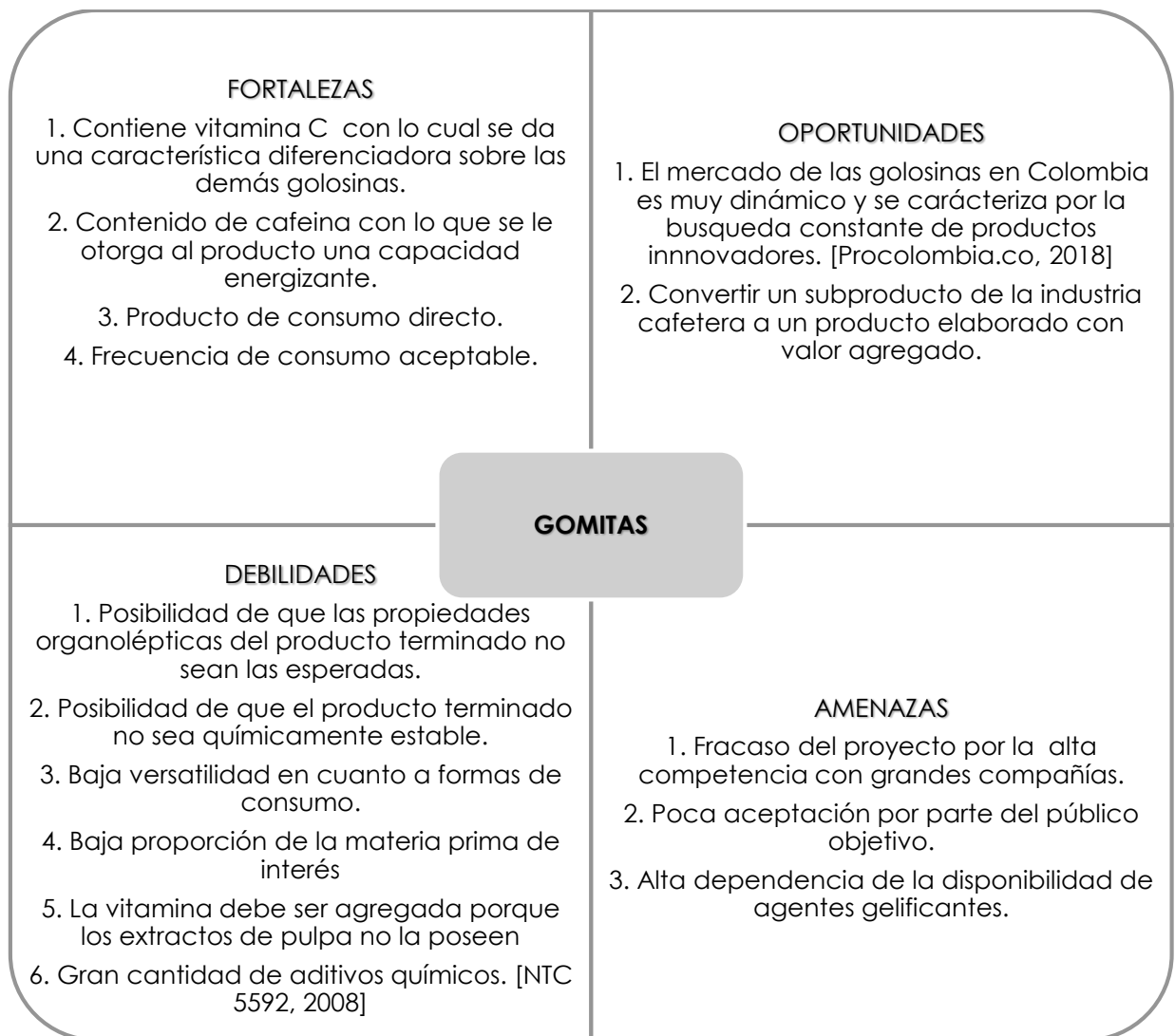
- Mermelada untable a partir de pulpa de café enriquecida con antioxidantes



- Concentrado de café gelificado mezclado con sustancias energizantes (carbohidratos de rápida absorción) con saborizantes y sales minerales, sin colorantes



- Concentrado de pulpa de café tipo gel (gomitas) enriquecido con vitamina C, con saborizantes naturales, colorantes y endulzantes



Apéndice D. Criterios de ponderación y nivel de prioridad definidos para la matriz de criterios ponderados.

Puntaje de ponderación	
Especificación	Nivel de prioridad
Deseable	1
Recomendable	2
Conveniente	3
Muy conveniente	4
Esencial	5

Criterios de ponderación con su nivel de prioridad		
Clasificación	Nivel de prioridad	Descripción de la métrica
Composición	4	El producto posee una baja cantidad de aditivos químicos
	3	El producto aporta cafeína
	2	El producto posee un bajo contenido calórico
	1	El producto aporta antioxidantes a la dieta diaria
	5	El principal componente del producto es la pulpa de café
Estabilidad	4	El producto es resistente a la actividad microbiológica
	4	El producto posee una vida útil larga
	3	El producto es estable a temperatura ambiente
Consumo	4	Es un producto de fácil preparación
	1	Es posible mezclar el producto con otros sabores
	4	El producto puede ser consumido a cualquier hora del día
	4	El producto es apto para todo tipo de personas
	2	El producto posee versatilidad en su preparación (frío, caliente, mezclado con leche, etc.)

Apéndice E. Rueda de sabores del café.



Apéndice F. Resultados del proceso de selección por medio de filtros de los sabores a usar en las formulaciones de la fase 2.

Sabores (Filtro 1)	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4	Filtro 5	Definitivos
Espicias					
ANIS					
CANELA					
Nueces					
MANI					
NUEZ MOSCADA MOLIDA					
Cocoa					
CHOCOLATE					
Dulces					
MIEL					
CARAMELO					
MELAZA (PANELA)					
VAINILLA					
Frutal					
LIMON					
NARANJA					
UVA					
MANZANA					
PIÑA					
DURAZNO					
COCO					
CEREZA					
FRESA					
MORA					
Alcohol					
VINO MOSCATEL					
Lácteo					
AREQUIPE					
CAPUCHINO POLVO					
TIRAMISU					
TRES LECHES					
Otros					
CAFE					
CLAVO					

Filtro 1: Poca disponibilidad de los saborizantes en Santander.

Filtro 2: Sabores que ya fueron utilizados en otros productos desarrollados en el marco del proyecto INNpula Colombia para el Cluster de Café de Santander.

Filtro 3: Esencias que agreguen ácido, amargo, picante y salado a la formulación.

Filtro 4: Sabores que no se pueden utilizar en ambas matrices.

Filtro 5: Pruebas sensoriales con baja preferencia.

Apéndice G. Listado de geles energéticos comerciales.

Gel	Calorías	Carbo- hidratos [g]	Sodio [mg]	Cafeína [mg]	Potasio [mg]	Magnesio [mg]	Tamaño de porción [g]
GU	100	25	50	0-40	40	-	32
GU Roctane	100	21	125	35	55	-	32
Victory UP	104	25	100	0-60	-	-	40
Victory Boost	94	23.5	12.6	0-60	92	62	42
Pulver	112	28	60	40	80	50	40
IronGel	78	20	37	40	-	-	20
ENA	124	30	111	35	42	52	32
PowerGel	110	27	200	50	20	-	41
Gatorade Endurance	80	20	100	0	35	-	36.8
Mouk Chia	110	44	95	0	130	17	39

Apéndice H. Protocolo para la preparación de jarabe de azúcar invertida y leche condensada.**Jarabe de azúcar invertida:**

Base de cálculo azúcar: 1000 g

1. Mezclar 1000g de azúcar refinada con 300 g de agua y 5 g de ácido cítrico.
2. Aplicar calentamiento a la mezcla hasta llevarla a su temperatura de ebullición.
3. Disminuir la temperatura a 50°C y agregar 5 g de bicarbonato de sodio a la mezcla.
4. Retirar el calentamiento y almacenar a temperatura ambiente.

El jarabe obtenido presenta 75°Bx.

Leche condensada azucarada semidescremada.

Base de cálculo leche: 600 g

1. Pulverizar 600 g de azúcar refinada.
2. Mezclar durante 5 minutos 600 g de azúcar refinada, con 600 g de leche en polvo descremada y 600 g de agua a 90° C.
3. Aplicar calentamiento a la muestra durante 3 horas para retirar la mitad del agua agregada y promover el desarrollo de las reacciones de pardeamiento que dan el color, aroma y sabor característico de la leche condensada. Durante el calentamiento aplicar agitación continua a la mezcla.
4. Retirar el calentamiento y almacenar a temperatura ambiente.

La leche condensada obtenida presenta 80°Bx.

Apéndice I. Criterios de selección para los equipos de la línea de producción del alimento líquido para deportistas de alto rendimiento.

Equipo	Criterios de selección
Percolador	Facilidad de carga, descarga y limpieza, control de temperatura, material grado alimentario, seguridad en la operación.
Sistema de evaporación de película descendente al vacío.	Garantizar la estabilidad de los productos a concentrar con bajos tiempos de procesamiento y temperaturas de operación más bajas, ahorro energético, material grado alimentario, fácil operación y limpieza, control de la operación.
Filtro prensa	Volumen de procesamiento, fácil operación y limpieza,
Licuada	Volumen y velocidad de operación, fácil limpieza, material grado alimentario, capacidad volumétrica.
Marmita	Versatilidad en su uso (como equipo de mezcla y como equipo de calentamiento), Requerimiento energético, material grado alimentario, fácil limpieza, control de temperatura, ahorro de combustible, volumen a procesar.
Dosificador	Dosificadora y empaquetadora, Facilidad de operación y control del tamaño de empaque, versatilidad en el empaquetado (para distintos tamaños de porción), alta capacidad de empaquetado.
Caldera	Eficiencia energética, cantidad de vapor generado, Consumo de combustible, presión del vapor generado, facilidad y seguridad en la operación.
Tanques de almacenamiento	Facilidad de almacenamiento y descarga, material grado alimentario, volumen a almacenar.