

**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**

ISACC HERNANDEZ QUIROGA

ALEJANDRO VERGEL USECHE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

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**

ISACC HERNANDEZ QUIROGA

ALEJANDRO VERGEL USECHE

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

Director

Prof. CARLOS JESÚS MUVDI NOVA

Ph.D. en Ingeniería de Procesos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2018

A Dios por darme la mejor familia del mundo y por mantenernos siempre unidos.

A mi madre Rocío Quiroga Meneses, por los consejos y el apoyo incondicional en los momentos buenos y malos.

A mi padre Julio Manuel Hernandez Hernandez, por enseñarme a salir siempre adelante con esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos por sus palabras de aliento y por estar siempre presentes.

Isacc Hernandez Quiroga.

A Dios por permitirme tener y disfrutar de una familia maravillosa, y por guiarme para concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres Jaime Vergel Diaz y María U. Useche Moreno por su apoyo incondicional y sacrificio realizado durante mi formación como profesional.

A mis hermanos y amigos por sus palabras y compañía que fueron valiosas para no desistir en este duro camino.

A toda mi familia por estar siempre presentes cuando más los necesito

Alejandro Vergel Useche.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas sus bendiciones, las cuales permitieron que todo este trabajo fuera posible.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Química por formarnos como profesionales y a todos los profesores que fueron parte de nuestro proceso de aprendizaje.

Al profesor Carlos Jesús Muvdi Nova, por su dedicación, apoyo, guía, y enseñanzas para nuestra formación como profesionales.

A todos los miembros del grupo de investigación CICTA (Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos) que por su amabilidad, disposición y colaboración nos permitieron desarrollar este trabajo.

A las personas que pertenecen al Laboratorio de Preparación y Análisis Sensorial de Alimentos de la Escuela de Nutrición y Dietética de la UIS por el apoyo y dedicación a nuestra formación integral.

Finalmente, gracias a todas las personas que directa o indirectamente ayudaron en la realización de este proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN	14
MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	15
1. OBJETIVOS.....	18
1.1. Objetivo General:	18
1.2. Objetivos Específicos:	18
2. METODOLOGÍA	19
2.1 FASE 1: Efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tuestión.....	19
2.2 FASE 2: Formulaciones del producto.....	21
2.2.1 Fase 2.1: Planteamiento y selección de conceptos para infusiones.....	21
2.2.2 Fase 2.2: Selección de formulaciones prototipo.	22
2.3 FASE 3: Propuesta de la línea de producción de infusiones a partir de la pulpa de café.....	23
2.4 Métodos experimentales y de análisis.....	23
3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
3.1 Efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tuestión.....	26
3.2 Formulaciones del producto.	30
3.2.1 Planteamiento y selección de conceptos para infusiones.....	30
3.2.2 Selección de formulaciones prototipo.	33
3.3 Propuesta de la línea de producción de infusiones a partir de la pulpa de café.	36
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS.....	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Métodos de análisis fisicoquímicos empleados en el proyecto.....	24
Tabla 2. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 80°C.	26
Tabla 3. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 100°C.	26
Tabla 4. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 140°C.	26
Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de café tostada.	27
Tabla 6. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 80, 100 y 140°C, respectivamente.....	28
Tabla 7. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 80, 100 y 140°C, respectivamente (Duplicado).	28
Tabla 8. Análisis fisicoquímico de macronutrientes para pulpa de café tostada a 80°C y 30min.	29
Tabla 9. Caracterización fisicoquímica de micronutrientes de pulpa de café secada, tostada y productos relacionados.	30
Tabla 10. Lista de ingredientes para formulación.	31
Tabla 11. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para concepto de pulpa de café con frutas.	31
Tabla 12. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para concepto de pulpa de café con hierbas y flores.	32
Tabla 13. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para concepto de pulpa de café con esencias y especias.	32
Tabla 14. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para las 6 formulaciones.....	33
Tabla 15. Resultados prueba afectiva de ordenación para las 6 formulaciones....	33
Tabla 16. Número de juicios para la formulación con frutos tropicales, pulpa de café natural y té comercial.	33
Tabla 17. Número de juicios para la formulación con canela y manzanilla, pulpa de café natural y té comercial.	34
Tabla 18. Número de juicios para la formulación con menta, pulpa de café natural y té comercial.....	34
Tabla 19. Número de juicios para las formulaciones de pulpa de café.....	35
Tabla 20. Especificación y costo de equipos.....	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Capas del fruto del café.	15
Figura 2. Operaciones del beneficio del café, por vía seca y vía húmeda.	16
Figura 3. Cuadro metodológico del proyecto.	20
Figura 4. Ubicación aproximada de los productores de pulpa de café (Clúster). ...	36
Figura 5. Diagrama de bloques del proceso para la elaboración de infusiones a partir de la pulpa de café.	38
Figura 6. Porcentaje de participación de cada equipo en los costos.....	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Protocolo de la preparación de muestras para análisis sensorial.....	56
Anexo B. Protocolo de buenas prácticas de evaluación sensorial.	57
Anexo C. Formato para prueba afectiva de ordenación de preferencia.	58
Anexo D. Formato para prueba afectiva con escala hedónica.	59

RESUMEN

TÍTULO: 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. *

AUTORES: Isacc Hernandez Quiroga – Alejandro Vergel Useche**

PALABRAS CLAVES: Infusiones, Pulpa de café, Despulpado, Análisis sensorial, Formulaciones.

DESCRIPCIÓN:

Las grandes cantidades de pulpa de café que se generan promueve la búsqueda de alternativas que maximicen el aprovechamiento del fruto, generando mayor valor económico, y produciendo menos residuos en la cadena productiva del café. Considerándola como un subproducto debido a las propiedades fisicoquímicas que posee, y que permitirían la elaboración de productos alimenticios. De acuerdo con lo anterior se evaluó el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tuestión de la pulpa de café para la elaboración de infusiones, obteniendo por análisis sensorial mayor preferencia de los panelistas por las muestras de pulpa de café tostada a 80°C durante 30min. Los resultados microbiológicos confirman un contenido de mohos y levaduras (<10UFC/g) por debajo de lo exigido por la norma para café instantáneo (500 UFC/g) asegurando el cumplimiento de la normatividad. Se seleccionó una lista con ingredientes para la preparación de las formulaciones con pulpa de café con el fin de asegurar características organolépticas agradables para el consumidor. Los métodos de evaluación sensorial permitieron definir las formulaciones con mayor preferencia por parte de panelistas, inclinándose por las formulaciones de pulpa de café con frutos tropicales (mango, piña y tamarindo) y pulpa de café mezclada con canela y manzanilla. Estas 2 formulaciones junto con la natural fueron propuestas como prototipo para el producto de infusiones elaboradas a partir de la pulpa de café en el marco del proyecto iNNpulsa del clúster “Café de Santander”. Se determinó que la capacidad a procesar es de 11 533 kg/año obtenidas durante los 2 periodos de cosecha, localizando a la planta en el municipio de San Gil. Igualmente, se planteó la línea de procesamiento de la pulpa de café para la producción de infusiones con un costo aproximado en equipos de \$244'298.000 COP.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Director: Carlos Jesús Muvdi Nova. Ingeniero Químico, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL STUDY OF THE PRODUCTION OF INFUSIONS FROM THE PULP OF COFFEE PRODUCED BY THE CLUSTER “CAFÉ DE SANTANDER” AS A VALORIZATION STRATEGY. *

AUTHORS: Isacc Hernandez Quiroga – Alejandro Vergel Useche**

KEYWORDS: Infusions, Coffee pulp, depulped, Sensory analysis, Formulations.

DESCRIPTION:

The large quantities of coffee pulp generated promote the search for alternatives that maximize the use of the fruit, generating greater economic value, and producing less waste in the coffee production chain. Considering it as a by-product due to the physicochemical properties that it possesses, and that would allow the elaboration of food products. In accordance with the above, the effect of time and temperature in the roasting process of the coffee pulp for the preparation of infusions was evaluated, obtaining by sensory analysis greater preference of the panelists for the pulp samples of roasted coffee at 80°C for 30min. The microbiological results confirm a content of molds and yeasts (<10 CFU/g) below what is required by the standard for instant coffee (500 CFU/g), ensuring compliance with the regulations. A list of ingredients for the preparation of the coffee pulp formulations was selected in order to ensure pleasant organoleptic characteristics for the consumer. The methods of sensory evaluation allowed to define the formulations with greater preference on the part of panelists, inclined by the formulations of coffee pulp with tropical fruits (mango, pineapple and tamarind) and coffee pulp mixed with cinnamon and chamomile. These 2 formulations together with the natural one were proposed as a prototype for the product of infusions made from the coffee pulp in the framework of the iNNpulsa project of the "Café de Santander" cluster. It was determined that the capacity to process is 11 533 kg/year obtained during the 2 harvest periods, locating the plant in the municipality of San Gil. Likewise, the coffee pulp processing line for the production of infusions was proposed with an approximate cost in equipment of \$ 244,298,000 COP.

* Undergraduate Project

** Physical and Chemical Engineering's Faculty. School of Chemical Engineering. Food Science and Technology Research Center. Advisor: Carlos Jesús Muvdi Nova, Chemical Engineer, M.Sc., Ph.D.

INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

Santander es uno de los departamentos productores de café en Colombia con un 4,78% de la producción nacional aproximadamente [1], cuyos procesos de beneficio (generalmente húmedo) impactan negativamente al ambiente debido a la generación de subproductos sólidos y líquidos [2], que en la actualidad son principalmente descartados como residuos. En este proceso, aproximadamente el 90,5% del peso del fruto fresco queda en forma de subproductos de bajo valor, el cual está conformado por 41,82% de pulpa fresca, 22,93% de mucílago, 3,72% de pergamino, 18,15% de agua, 2,34% de volátiles y 11,04% de borra [3].

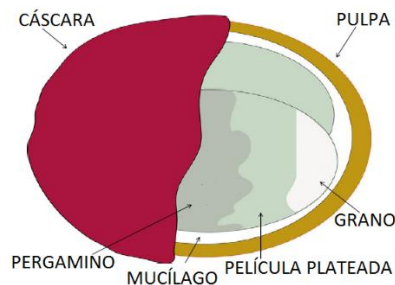
Las grandes cantidades de pulpa que se generan promueve la búsqueda de alternativas que maximicen el aprovechamiento del fruto, generando mayor valor económico, y produciendo menos residuos en la cadena productiva del café. Con estas alternativas, se considera la pulpa del café como un subproducto debido a las propiedades fisicoquímicas que posee, y que permitirían la elaboración de productos con características nutricionales, organolépticas y antioxidantes. La pulpa del café presenta 2,5% de extracto etéreo, 21,0 % fibra cruda, 11,2% proteína cruda, 44,4% extracto libre de nitrógeno, además contiene otros compuestos de interés como taninos (1,80 % - 8,56%), sustancias pécticas (6,5%), azúcares reductores (12,4 %), cafeína (1,3 %), ácido clorogénico (2,6%), entre otros [4].

Con base en lo anterior, LA CÁMARA DE COMERCIO DE SANTANDER en el marco de un proyecto de iNNpulsa COLOMBIA y con el apoyo del grupo de investigación CICTA/UIS, está trabajando en el desarrollo e innovación de productos a partir de la pulpa del café. Dentro de este proyecto se establece como alternativa la elaboración de infusiones a partir de la pulpa del café. Estas infusiones pueden ser mezcladas con ingredientes de diferentes especies de plantas o frutos para obtener un producto que logre satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores.

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Se denomina café a los granos obtenidos de los frutos producidos por las plantas tropicales cafetos, los cuales al ser sometidos a procesos de tostado y molienda son usados para preparar y tomar como infusión. Pertenece a la familia de las Rubiáceas (*Rubiaceae*) y clasifican como del género *Coffea*. Las especies más importantes comercialmente son *Coffea Arabica Linneo* (Café Arábica o Arábiga) y *Coffea Canephora Pierre Ex Froehner* (Café Robusta) [5]. En la Figura 1 se puede observar cómo está constituido el fruto del cafeto.

Figura 1. Capas del fruto del café. Modificada de [6].

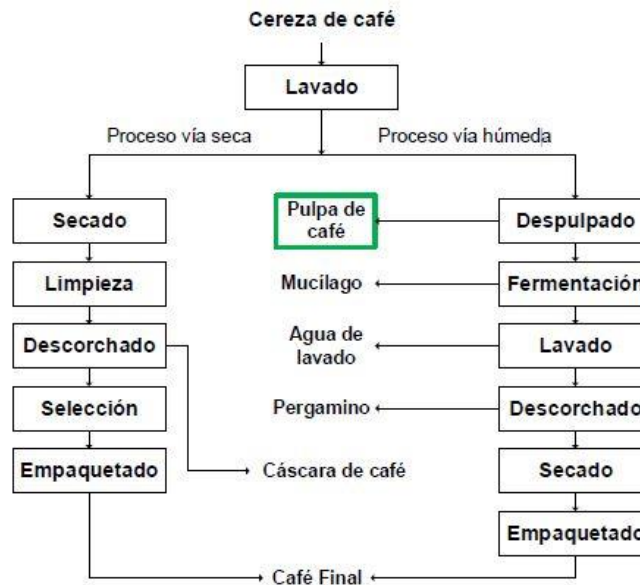


El fruto del café está constituido desde su parte externa hasta el interior por: cáscara, pulpa, mucílago, pergamino, película plateada y el grano, respectivamente. La cáscara (epicarpio) es la corteza del fruto constituido principalmente por material lignocelulósico, la pulpa (mesocarpio) es la capa carnosa de la cereza y es separada con la cáscara y parte del mucílago durante el proceso de despulpado, el mucílago es la parte fermentable del fruto y está conformado principalmente por agua, pectinas, azúcares y ácidos orgánicos, el pergamino (endocarpio) es una capa de material celulósico que recubre la semilla del grano del café, la película plateada (espermoderma) es una capa que rodea el grano del café, y el grano (endosperma) es la parte utilizada para la preparación de la bebida de café [7].

Existen dos procesos para extraer el grano de la cereza del café para su posterior procesamiento y preparación de la bebida, el beneficio por vía húmeda y el beneficio por vía seca. En Colombia se realiza tradicionalmente el beneficio del café por vía húmeda mientras que otros países como Brasil realizan el beneficio por vía seca [8].

A medida que se realizan las etapas del beneficio se obtienen diferentes subproductos. En la Figura 2, se puede observar la etapa del proceso donde es retirada la pulpa del café:

Figura 2. Operaciones del beneficio del café, por vía seca y vía húmeda. Modificada de [9].



La materia prima que se utilizará es la pulpa resultante de la etapa de despulpado en el proceso de beneficio del café por vía húmeda, la cual contiene la cáscara y parte del mucílago. En Colombia se generan grandes cantidades de pulpa ya que es uno de los principales países productores de café [10].

De acuerdo con Rodríguez [11], Cenicafe ha desarrollado trabajos para la valorización de los subproductos obtenidos en la cadena productiva del café, en los cuales se ha utilizado la pulpa para cultivo de hongos comestibles, transformación de la pulpa en abonos orgánicos por medio de lombricultura, obtención de pectinas a partir de la pulpa y el mucílago. También, Cenicafe y otros países han investigado la producción de energía a partir de los residuos del café, específicamente de la pulpa se investigó la utilización de ésta como combustible directo, en la producción de bioetanol y en la producción de biogás [12].

Son pocos los usos de la pulpa del café hacia el área de alimentación humana, debido a esto y al potencial que tiene este subproducto de la cadena productiva del café, se busca la elaboración de productos alimenticios destinados al consumo humano, siendo ésta una excelente área en cuanto a retribución económica.

Con esta propuesta se busca la valorización de la pulpa generada, aprovechando las propiedades que posee, teniendo una composición química adecuada para la elaboración de otros productos, como infusiones. La Real Academia Española define las infusiones como: “La bebida que se obtiene de diversos frutos o hierbas aromáticas, como té, café, manzanilla, entre otros; introduciéndolos en agua hirviendo” [13]. El proceso para la elaboración de infusiones de café y de té es similar, los dos presentan etapa de secado, y de acuerdo con Ryu et al. [14], algunos tipos de tés presentan una etapa de tostión al igual que el café, sugiriendo como condiciones óptimas para esta etapa una temperatura entre 135°C y 140°C durante un tiempo de tostión de 58 min a 64 min. Las condiciones de secado de las hojas de té según Montolivo & Senn [15], oscilan entre 20-30 min y con temperaturas entre 80-100 °C, mientras para la etapa de secado del café se reportan valores de temperatura que oscilan entre 125-187°C, con tiempos de 1,6-16 min [16].

La infusión de pulpa de café fue utilizada por culturas ancestrales por ser una bebida energética, es popular en países como Yemen, Etiopía (pulpa de café ligeramente tostada) y Bolivia [17]. Actualmente, en el mercado de algunos países se está incursionando en las infusiones a base de pulpa de café. En España, la marca SUPRACAFÉ tiene en el mercado el producto Tabifruit, el cual es una infusión a base de pulpa de café la cual obtienen de una hacienda en el Cauca [18].

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General:

Realizar el estudio técnico de la producción de infusiones como alternativa de valorización de la pulpa de café generada por el clúster “Café de Santander”.

1.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Evaluar el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tostión para la producción de las infusiones mediante análisis sensorial y caracterización fisicoquímica.
- ✓ Proponer distintas formulaciones con el fin de obtener un producto con características organolépticas atractivas para el consumidor.
- ✓ Plantear la línea de producción de infusiones a partir de la pulpa de café.

2. METODOLOGÍA

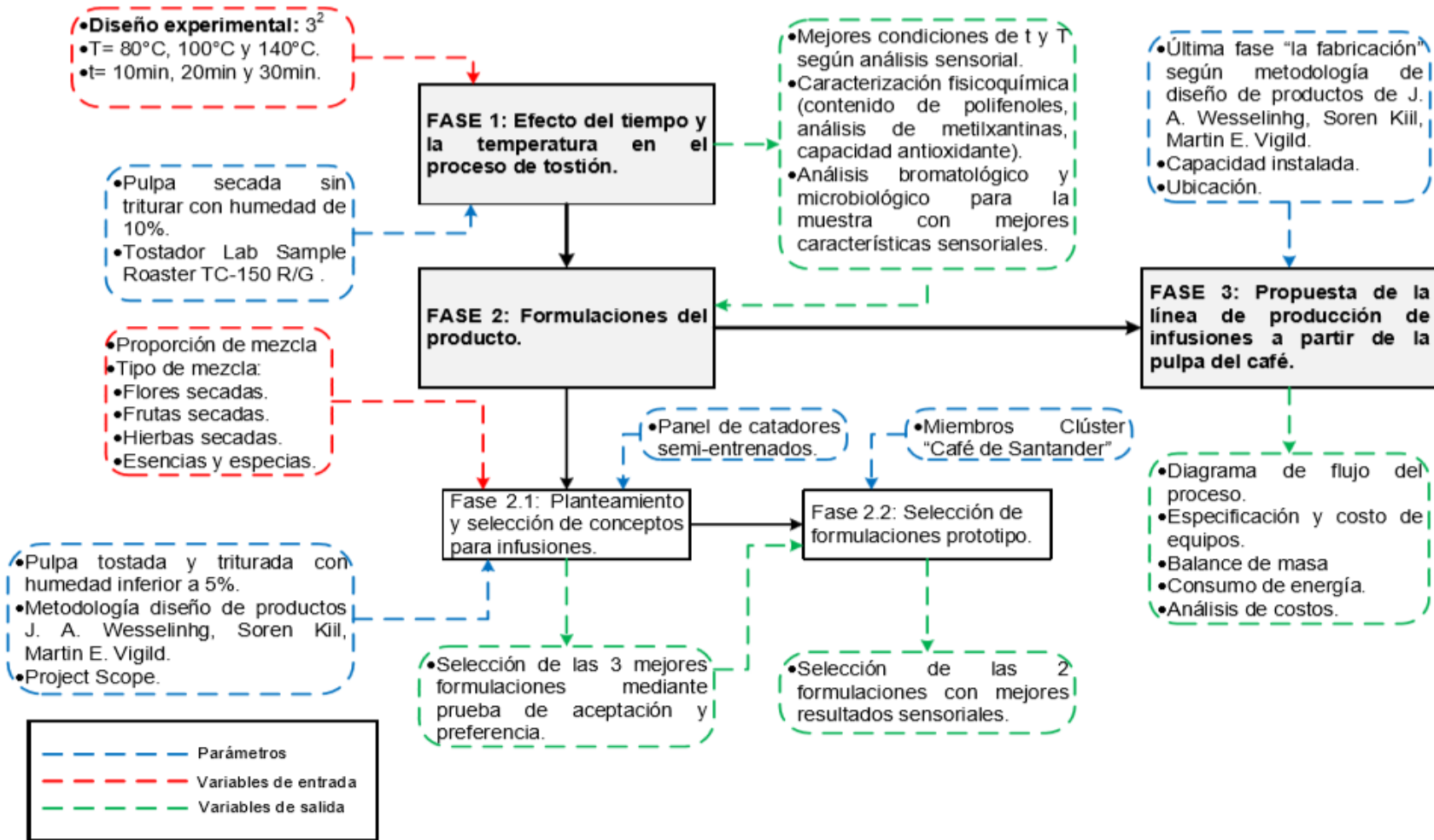
En la Figura 3, se presenta el diagrama metodológico de las fases implementadas para la realización del proyecto.

2.1 FASE 1: Efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tuestión.

La pulpa de café fue proporcionada por los integrantes del clúster “Café de Santander” quienes, a través de un protocolo de secado establecido y confidencial, reducen la humedad hasta un 10%. Con base a los valores de las variables tiempo y temperatura reportados para procesos similares como secado y tuestión de té y secado de café, se realizó un diseño experimental 3^2 para evaluar el efecto de estas variables en el proceso de tuestión de la pulpa de café. De los rangos de valores reportados en la literatura se seleccionaron: 80, 100 y 140°C; 10, 20 y 30min [19] [20] [21]. Para el proceso de tuestión se utilizó el tostador Lab Sample Roaster TC-150 R/G del grupo CICTA/UIS. La pulpa de café fue tostada según el diseño experimental 3^2 , obteniendo 9 muestras que fueron preparadas siguiendo el protocolo de preparación de muestras para análisis sensorial del Laboratorio de preparación y análisis sensorial de alimentos de la Escuela de Nutrición y Dietética UIS (se puede observar en el Anexo A).

El análisis sensorial se realizó con participación de 30 panelistas conformado por estudiantes y profesores de la Universidad Industrial de Santander con y sin formación en análisis sensorial, considerando que la prueba lo permite al ser de tipo afectiva. Sin embargo, los panelistas debían cumplir con el protocolo de las buenas prácticas en evaluación sensorial (el protocolo se encuentra en el Anexo B). La prueba se dividió en 3 partes, en cada una de estas los panelistas evaluaron 3 muestras para cada temperatura de tuestión, 80, 100 y 140°C, y según su preferencia diligenciaron el formato de la prueba (formato prueba afectiva de ordenación de preferencia, Anexo C). De esta prueba se seleccionaron las 3 muestras con mejores resultados sensoriales, una por cada temperatura de tuestión.

Figura 3. Cuadro metodológico del proyecto.



Para seleccionar las mejores condiciones de tiempo y temperatura se realizó otra prueba de evaluación sensorial donde participaron 15 estudiantes semientrenados en evaluación sensorial. En la prueba se les presentó a los panelistas las 3 muestras seleccionadas anteriormente y sus duplicados para observar la replicabilidad del proceso. Después de evaluar las muestras diligenciaron el formato de la prueba de ordenación de preferencia (Anexo C). A las 3 muestras evaluadas se les realizó pruebas de caracterización fisicoquímica (contenido de polifenoles, determinación de metilxantinas y capacidad antioxidante).

Con los resultados de esta última prueba se seleccionó las mejores condiciones de temperatura y tiempo para el proceso de tuestión de la pulpa de café, a la muestra tostada a las mejores condiciones seleccionadas se le realizó el análisis bromatológico y microbiológico.

2.2 FASE 2: Formulaciones del producto.

2.2.1 Fase 2.1: Planteamiento y selección de conceptos para infusiones. Para las formulaciones del producto se siguió la metodología de diseño de productos de Wesselingh et al. [22], donde se recomienda la búsqueda bibliográfica, la creación de conceptos y la realización de actividades grupales (lluvia de ideas).

Las formulaciones se trabajaron con pulpa de café tostada a las condiciones seleccionadas en la fase anterior. Estas formulaciones se realizaron en actividades grupales como las sesiones de entrenamiento en evaluación sensorial donde se definieron aspectos de mejora a la infusión resultante de la pulpa tostada. Además, mediante una lluvia de ideas realizada con la participación del director del proyecto y estudiantes del Semillero AgroIndustria Ciencia y Tecnología del CICTA UIS, se definieron ingredientes como frutas, hierbas, esencias, entre otros, que podrían aportarle a las características sensoriales de la infusión de pulpa de café. También, se realizó una búsqueda bibliográfica de posibles ingredientes afines a la características sensoriales de la pulpa (producidos en la región) y los beneficios que estos ingredientes aportan al consumidor.

Con la lista de ingredientes definida, dentro de los cuales se encuentran piña, mango, tamarindo, manzanilla, entre otros, se realizaron las formulaciones. Las proporciones pulpa de café-ingrediente fueron definidas por los autores del proyecto a través de pruebas preliminares antes de llevar las muestras a los panelistas.

Se realizaron 7 pruebas de análisis sensorial para la evaluación de las formulaciones resultantes de la mezcla de pulpa de café con los ingredientes seleccionados. Las pruebas fueron de tipo afectiva con escala hedónica (el formato de la prueba se encuentra en el Anexo D) y fueron realizadas por 7 panelistas en su totalidad con un entrenamiento parcial en análisis sensorial, con el fin de llegar a los 3 formulados con mejores resultados sensoriales.

2.2.2 Fase 2.2: Selección de formulaciones prototipo. A partir de las 3 formulaciones seleccionadas anteriormente se realizó una prueba en la Cámara de Comercio de Bucaramanga con los integrantes del clúster de “Café de Santander”, con el fin de evaluar la aceptación y preferencia de las formulaciones por parte del clúster y definir las 2 mejores formulaciones (la otra formulación definida fue la natural: pulpa de café tostada a condiciones establecidas en la Fase 1). La prueba que se realizó se dividió en 4 sesiones, 3 sesiones consistían en evaluar 3 muestras: infusión de pulpa de café natural, té comercial y formulación 1, 2 y 3, respectivamente. En la última sesión, se presentaron las 3 muestras que correspondían a los 3 formulados (seleccionados en la Fase 2.1) para observar cuál preferían. Los evaluadores probaban las muestras y diligenciaban el formato de la prueba de ordenación de preferencia (Anexo C), la muestra que seleccionaban en primer lugar la evaluaban en el formato de la prueba afectiva con escala hedónica (Anexo D). Se proporcionó azúcar a los panelistas por si deseaban endulzar las muestras, sin embargo, ninguno lo hizo.

2.3 FASE 3: Propuesta de la línea de producción de infusiones a partir de la pulpa de café.

La capacidad instalada del proceso se determinó a partir de una encuesta realizada a los miembros del clúster donde se preguntaba la cantidad aprox. de pulpa de café que destinarían para valorización. Además, se definió que el 50% de la pulpa de café aportada se destinaría a la elaboración de infusiones (producto comercial más conocido) mientras que el otro 50% se destinará a la elaboración de concentrados y pulverizados de pulpa de café (otros productos que hacen parte del proyecto iNNpulsa).

El diagrama de flujo se realizó de acuerdo con las etapas que intervienen en la cadena productiva para la elaboración de infusiones a partir de la pulpa de café. Teniendo en cuenta la capacidad instalada, las operaciones unitarias y las condiciones del proceso se procedió al dimensionamiento y selección de los equipos que intervienen en cada una de estas, especificando las características de operación y el costo. El balance de masa se realizó teniendo en cuenta la capacidad instalada y que el procesamiento de la pulpa de café se realizará en mayor parte para el segundo tiempo de cosecha (septiembre a diciembre, aproximadamente), ya que en este los miembros del clúster (en su mayoría) tienen mayor producción de pulpa. En cuanto al consumo de energía se tuvo en cuenta el consumo de gas y la potencia que requieren los equipos para funcionar.

La etapa de empaquetado del producto no está dentro del alcance del proyecto, debido a que éste depende del estudio de mercado que deberá realizar el clúster, y el cual definirá la forma de presentación del producto. Sin embargo, se presentan recomendaciones para esta etapa del proceso.

2.4 Métodos experimentales y de análisis.

El análisis sensorial se realizó con el apoyo del Laboratorio de preparación y análisis sensorial de alimentos de la Escuela de Nutrición y Dietética de la UIS. Se siguieron

los protocolos establecidos para las buenas prácticas de evaluación sensorial y para la realización de las pruebas como: beber agua entre muestra y muestra, muestras a la misma temperatura, todas las muestras deben tener la posibilidad de ser probadas en primer lugar, entre otros.

En la Tabla 1 se observan los métodos de análisis utilizados por el laboratorio de alimentos del CICTA/UIS, los cuales se utilizaron siguiendo los protocolos ya establecidos para el análisis de productos alimentarios. Estas pruebas se realizaron a la pulpa de café tostada en las mejores condiciones de tiempo y temperatura determinados en la Fase 1.

Tabla 1. 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/100g	---
pH	unidades de pH	Potenciométrico
Acidez (ácido clorogénico)	(%)	AOAC 942.15
Cafeína	mg/g	HPLC UV VIS
Teobromina	mg/g	
Polifenoles totales	mg ácido gálico/g	Folin Ciocalteu
Capacidad antioxidante (ORAC)	TEAC (μ mol Trolox/g)	Fluorimetría

Las pruebas microbiológicas (Mohos y Levaduras) las realizó el laboratorio de análisis de alimentos y aguas INOQUALAB, mediante la técnica de recuento en placa.

Los resultados de las pruebas de ordenación por preferencia son sometidos a la prueba de Friedman de varianza por rangos, con el fin de evaluar si existen diferencias significativas en el nivel de preferencia de los panelistas hacia las muestras evaluadas. Esta prueba es usada cuando se evalúa la preferencia de más

de dos productos en la que se utilizan datos ordinales (ej. primero, segundo y tercero) para jerarquizar observaciones [23].

$$\chi^2 = \left[\frac{12}{(k)(J)(J+1)} * \sum Tj^2 \right] - 3k(J + 1) \quad (1)$$

Donde:

T = Ponderación de cada muestra.

J = # de muestras.

k = # de panelistas.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tosti3n.

En las Tabla 2, 3 y 4 se muestran los resultados de la prueba afectiva de ordenaci3n por preferencia para las 9 muestras de pulpa de caf3 tostada.

Tabla 2. N3mero de juicios para muestras de pulpa de caf3 tostada a 80°C.

Escala de ordenaci3n	Muestras		
	10 min	20 min	30 min
	N3 Panelistas	N3 Panelistas	N3 Panelistas
13 Lugar ^a	10	7	13
23 Lugar ^b	10	11	9
33 Lugar ^c	10	12	8
Total	30	30	30
Ponderaci3n	60	55	65

Nota: Valores de ponderaci3n ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

Tabla 3. N3mero de juicios para muestras de pulpa de caf3 tostada a 100°C.

Escala de ordenaci3n	Muestras		
	10 min	20 min	30 min
	N3 panelistas	N3 panelistas	N3 panelistas
13 lugar ^a	13	7	10
23 lugar ^b	6	12	12
33 lugar ^c	11	11	8
Total	30	30	30
Ponderaci3n	62	56	62

Nota: Valores de ponderaci3n ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

Tabla 4. N3mero de juicios para muestras de pulpa de caf3 tostada a 140°C.

Escala de ordenaci3n	Muestras		
	10 min	20 min	30 min
	N3 panelistas	N3 panelistas	N3 panelistas
13 lugar ^a	9	10	11
23 lugar ^b	14	12	4
33 lugar ^c	7	8	15
Total	30	30	30
Ponderaci3n	62	62	56

Nota: Valores de ponderaci3n ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

Al aplicar la prueba de Friedman a los datos de las Tablas 2, 3 y 4 se obtuvieron valores de χ^2 de 1,66; 0,8 y 0,8; utilizando la ecuaci3n (1). Estos valores se compararon con el valor cr3tico 3,22 de la tabla de χ^2 para 2 grados de libertad (3

muestras -1) [24] y un nivel de significancia de 0,2 debido a que los panelistas que realizaron la prueba no eran expertos, aumentando la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo esta verdadera [25]. Como los valores de χ^2 calculados son menores al valor crítico, se dice que el nivel de preferencia de las muestras de cada tabla no es significativamente diferente.

Teniendo en cuenta que no existe diferencia significativa entre las muestras de cada tabla, se asignaron valores de ponderación a cada nivel de la escala de ordenación de la siguiente manera, primer lugar de 3 puntos; segundo lugar, 2 puntos y tercer lugar, 1 punto. De acuerdo con esto, la muestra con la mayor sumatoria ponderada será la seleccionada, en caso de tener igual ponderación el criterio de decisión será la muestra con mayor número de juicios en primer lugar.

La muestra de pulpa tostada a 80°C y 30 min ubicada en la Tabla 2, fue la que obtuvo mayor valor ponderado, reflejando una mayor disposición por parte de los panelistas a preferirla respecto de las otras. En las Tablas 3 y 4, las muestras con mayor ponderación presentan valores iguales, sin embargo, las muestras tostadas a 100°C, 10 min y 140°C, 20 min presentan mayor cantidad de juicios en primer lugar (13 y 10, respectivamente), por tanto, se seleccionaron como las preferidas.

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos para polifenoles totales, cafeína y teobromina en las 3 muestras escogidas anteriormente. El contenido de polifenoles de la muestra tostada a 100°C y 10 min es mayor en comparación con las otras dos muestras. La muestra tostada 80°C y 30 min posee aproximadamente 2 veces el contenido de teobromina respecto a las otras dos. El contenido de cafeína en las 3 muestras es similar.

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de café tostada.

Temperatura [°C]	Tiempo [min]	Polifenoles [mg EAG/g]	Cafeína [mg/g]	Teobromina [mg/g]
80	30	22,16±3,75	7,16±0,12	3,26±0,11
100	10	39,76±4,05	7,38±0,65	1,82±0,15
140	20	34,50±3,01	7,63±0,46	1,29±0,35

Nota: Valor promedio ± desviación media, n=2.

En la Tabla 5 se observa que el contenido de polifenoles de las muestras de pulpa tostada aumentó a medida que disminuyó el tiempo de tuestión, aunque aumentara la temperatura. Este comportamiento en los polifenoles también fue reportado por Esparza et al. [26] en residuos de mandarinas secados. Esto se presenta debido a que los compuestos termolábiles (como los polifenoles) son más afectados por el tiempo de exposición a una temperatura que por el mismo nivel de ésta. Un comportamiento similar ocurre en la pasteurización leche donde sus características nutricionales y sensoriales se ven afectadas en mayor proporción por la pasteurización tradicional (63°C - 30min) [27] en comparación con la ultrapasteurización (135°C - 2s) [28].

Para el análisis de los resultados se realizó la misma metodología utilizada anteriormente (ver análisis Tabla 2, 3 y 4). Se observa que la muestra tostada a 80°C y 30 min fue preferida por los panelistas en las clasificaciones de original y duplicado, al obtener una puntuación ponderada por encima de las demás.

Tabla 6. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 80, 100 y 140°C, respectivamente.

Escala de ordenación	Muestras "Originales"		
	80°C, 30 min	100°C, 10 min	140°C, 20 min
	N° Panelistas	N° Panelistas	N° Panelistas
1° lugar ^a	8	4	3
2° lugar ^b	5	8	2
3° lugar ^c	2	3	10
Total	15	15	15
Ponderación	36	31	23

Nota: Valores de ponderación ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

Tabla 7. Número de juicios para muestras de pulpa de café tostada a 80, 100 y 140°C, respectivamente (Duplicado).

Escala de ordenación	Muestras "Duplicados"		
	80°C, 30 min	100°C, 10 min	140°C, 20 min
	N° Panelistas	N° Panelistas	N° Panelistas
1° lugar ^a	7	5	3
2° lugar ^b	6	9	0
3° lugar ^c	2	1	12
Total	15	15	15
Ponderación	35	34	21

Nota: Valores de ponderación, ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

En las Tablas 6 y 7, se muestran los resultados de la prueba afectiva de ordenación por preferencia con duplicado para las 3 muestras de pulpa de café tostada seleccionadas anteriormente.

Los resultados de la prueba de Friedman aplicada a los juicios de las tablas 6 y 7 arrojaron valores de χ^2 de 5,73 y 8,13 para las muestras originales y duplicados, respectivamente. Al comparar estos valores con el valor crítico de chi-cuadrado 4,61 de la tabla de χ^2 para 2 grados de libertad (3 muestras -1) y un nivel de significancia de 0,1 (panelistas semientrenados), se observa que son mayores al valor crítico. De esta manera se dice que el nivel de preferencia entre las tres muestras para original y duplicado es significativamente diferente de las otras [29].

Los resultados del análisis bromatológico para la pulpa de café tostada a las condiciones de tostión definidas se observan en la Tabla 8. De este análisis se evidencia una similitud en el contenido de los constituyentes de la pulpa de café con los mencionados por Trevisse & Zapata [30] y Elías [31]. Las diferencias se pueden deber al contenido de humedad en las muestras por los tratamientos a los que han sido sometidas. La humedad es un parámetro importante que junto con la actividad acuosa definen la estabilidad de los alimentos y la proliferación de microorganismos; entre más bajos sean, menor será el riesgo de descomposición por ataque microbiológico y enzimático [32].

Tabla 8. Análisis fisicoquímico de macronutrientes para pulpa de café tostada a 80°C y 30min.

Parámetro	Unidad	Pulpa secada ^a	Pulpa secada ^b	Pulpa tostada ^c
Humedad	g/100g (%)	7,86	12,6	3,01
Ceniza	g/100g (%)	8,93	8,3	8,30
Grasa	g/100g (%)	1,89	2,5	1,79
Proteína	g/100g (%)	13,82	11,2	11,42
Carbohidratos totales	g/100g (%)	67,5	44,4 ^d	75,48
Fibra cruda	g/100g (%)	13,78	21,0	16,52
Calorías	kcal/100g	342,29	244,9	363,71
pH	unidades de pH	4,42	-	4,25
Acidez (ácido clorogénico)	(%)	14,13	-	18,1761

NOTA: ^aTrevisse & Zapata [33], ^bElías [34], ^cAutores, ^dEs posible que al valor de carbohidratos totales se le haya quitado la fibra cruda.

En la Tabla 9 se muestran las caracterizaciones fisicoquímicas del café, té y pulpa de café. Estos resultados muestran que la infusión de pulpa de café tostada presenta características fisicoquímicas intermedias comparadas con productos comerciales de té y café.

Tabla 9. Caracterización fisicoquímica de micronutrientes de pulpa de café secada, tostada y productos relacionados.

Muestra	Polifenoles [mg EAG/g]	Cafeína [mg/g]	Teobromina [mg/g]	Capacidad Antioxidante [μ mol Trolox/g.]
Pulpa secada ^a	19,59	11,16	0,94	413,46
Pulpa tostada ^b	22,16 \pm 3,75	7,16 \pm 0,12	3,26 \pm 0,11	449,11 \pm 64,33
Café	37 – 55 ^c	12 ^d	NP	0,11 – 0,20 ^e
Té verde	106,2 \pm 2,5 ^e	19,5 \pm 0,3 ^e	0,02 ^d	1426 - 2557,9 ^f

NOTA: ^aTrevisse & Zapata [35], ^bAutores, ^cVega et al. [36], ^dUraga et al. [37], ^eKhokhar & Mangnusdottir [38], ^fDeferia [39]. NP: no presentado.

La prueba microbiológica (mohos y levaduras) realizada para la pulpa de café tostada a 80°C durante 30min arrojó como resultado <10 UFC/g. Si se compara con los resultados obtenidos por Trevisse & Zapata [40] para la pulpa de café secada (30 UFC/g) es 3 veces menor, esto se debe a la etapa de tuestión, la cual disminuye la humedad de la pulpa (y con ello la capacidad de propagación de microorganismos); y por debajo del límite inferior para café instantáneo (500 UFC/g) [41].

3.2 Formulaciones del producto.

3.2.1 Planteamiento y selección de conceptos para infusiones. Con la búsqueda bibliográfica, la lluvia de ideas y las demás actividades realizadas siguiendo la metodología de diseño de productos de Wesselingh et al. [42], se logró establecer una lista con ingredientes que se utilizaron para la preparación de las formulaciones de infusiones con pulpa de café.

Tabla 10. Lista de ingredientes para formulación.

Ingredientes		
Piña	Frutos rojos ^a	Esencia de café
Mango	Frutos Europeos ^b	Esencia de vainilla
Cidrón	Frutos cítricos ^c	Esencia de caramelo
Menta	Frutos tropicales ^d	Uva de corozo-Piña
Canela	Flor de caléndula	Tamarindo-Piña
Toronjil	Flor de Jamaica	Canela-Ralladura cáscara de naranja
Manzanilla	Canela-manzanilla	Canela-Ralladura cáscara de limón
Mango-Piña	Anís estrellado	

NOTA: ^a Fresa, mora, arándanos. ^b Durazno, manzana verde, pera. ^c Ralladura cáscara de limón y naranja ^d mango, piña, tamarindo

Los resultados de las pruebas de tipo afectivas con escala hedónica se agruparon en 3 rangos de la escala; “No me gusta”, “No me gusta ni me disgusta”, y “Me gusta”. En las Tablas 11, 12 y 13, se presentan los resultados de las pruebas sensoriales realizadas para las formulaciones con pulpa de café y los distintos ingredientes agrupados en 3 grupos según el tipo (frutas, hierbas y flores, esencias y especias).

Para las formulaciones del grupo de pulpa de café con frutas, las muestras 546 (pulpa de café-mango-piña) y 287 (pulpa de café-mango-piña-tamarindo) fueron las seleccionadas debido a que el grado de satisfacción de los panelistas hacia las muestras se encuentra el 100% en el rango de “Me gusta”.

Tabla 11. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para concepto de pulpa de café con frutas.

Grado de aceptación	Códigos											
	534	551	736	063	546	355	035	432	617	057	882	287
No me gusta	0	1	0	1	0	1	1	3	2	0	2	0
No me gusta ni me disgusta	1	0	1	1	0	1	3	1	0	1	0	0
Me gusta	6	6	6	5	7	5	3	3	5	6	5	7

Para las formulaciones de pulpa de café mezclada con hierbas y flores, el 100% de los panelistas tuvieron mayor agrado por las muestras 028 (pulpa de café-menta) y 801 (pulpa de café-cidrón).

Tabla 12. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para concepto de pulpa de café con hierbas y flores.

Grado de aceptación	Códigos									
	995	533	133	716	506	199	946	028	801	513
No me gusta	1	6	1	0	0	1	0	0	0	0
No me gusta ni me disgusta	3	0	1	3	1	1	3	0	0	1
Me gusta	3	1	5	4	6	5	4	7	7	6

Para los formulados del grupo esencias y especias, la muestra 014 (pulpa de café-canela-manzanilla) fue del agrado del panel, ya que su evaluación se encuentra en el rango de “Me gusta”. La muestra 483 un panelista la ubicó en el rango “No me gusta”, sin embargo, fue seleccionada debido a que en la escala hedónica fue ubicada en un número mayor que las otras muestras de igual calificación (962, 332).

Tabla 13. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para concepto de pulpa de café con esencias y especias.

Grado de aceptación	Códigos											
	962	074	651	923	776	107	675	838	123	332	014	483
No me gusta	1	2	2	2	2	2	2	2	0	1	0	1
No me gusta ni me disgusta	0	0	1	2	2	2	1	2	3	0	0	0
Me gusta	6	5	4	3	3	3	4	3	4	6	7	6

A partir de estas 6 formulaciones, se realizó una prueba de evaluación sensorial con un panel de 10 personas para seleccionar las 3 mejores (1 por grupo). Las muestras fueron endulzadas con azúcar y se evaluaron a una temperatura aproximada de 55°C. Los panelistas evaluaron las muestras en dos formatos (prueba afectiva con escala hedónica y de ordenación); los resultados de esta prueba se observan en las Tablas 14 y 15, donde se evidencia la preferencia de los panelistas por las muestras 333, 701 y 257 por las características sensoriales que poseen; seleccionándolas en primer lugar y ubicándolas en el rango de “Me gusta”. Las 3 muestras seleccionadas corresponden a pulpa de café-mango-piña-tamarindo (333), pulpa de café-menta (701) y pulpa de café-canela-manzanilla (492).

Tabla 14. Resultados prueba afectiva con escala hedónica para las 6 formulaciones.

Grado de aceptación	Frutas		Hierbas y flores		Esencias y especias	
	169	333	701	094	257	492
No me gusta	0	0	1	0	0	0
No me gusta ni me disgusta	1	0	0	3	0	3
Me gusta	9	10	9	7	10	7

Tabla 15. Resultados prueba afectiva de ordenación para las 6 formulaciones.

Grado de preferencia	Frutas		Hierbas y flores		Esencias y especias	
	169	333	701	094	257	492
En primer lugar	4	6	9	1	8	2
En segundo lugar	6	4	1	9	2	8

3.2.2 Selección de formulaciones prototipo. Las mejores 3 formulaciones escogidas en la Fase 2.1 se evaluaron con la participación de los integrantes del clúster “Café de Santander” con el objetivo de elegir las 2 formulaciones de pulpa de café con mejores características sensoriales.

En la Tablas 16, 17 y 18 se muestran los resultados de la prueba de ordenación por preferencia entre las infusiones de pulpa de café natural, té comercial y cada una de las formulaciones de pulpa de café.

En la Tabla 16 y 17 se puede observar que las formulaciones de pulpa de café con frutos tropicales (piña, mango y tamarindo) y pulpa de café con canela y manzanilla fueron las preferidas por los evaluadores al contar con mayor valor de ponderación respecto de la pulpa natural y la infusión de té comercial.

Tabla 16. Número de juicios para la formulación con frutos tropicales, pulpa de café natural y té comercial.

Escala de ordenación	Muestras		
	F. Tropical	P. Natural	Té Comercial
	N° Panelistas	N° Panelistas	N° Panelistas
1° Lugar ^a	10	1	0
2° Lugar ^b	1	8	2
3° Lugar ^c	0	2	9
Total	11	11	11
Ponderación	32	21	13

Nota: Valores de ponderación ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

Tabla 17. Número de juicios para la formulación con canela y manzanilla, pulpa de café natural y té comercial.

Escala de ordenación	Muestras		
	F. Canela +Manzanilla	P. Natural	Té Comercial
	N° Panelistas	N° Panelistas	N° Panelistas
1° Lugar ^a	7	3	0
2° Lugar ^b	3	5	2
3° Lugar ^c	0	2	8
Total	10	10	10
Ponderación	27	21	12

Nota: Valores de ponderación ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

En la Tabla 18 se observa que la infusión de pulpa de café natural fue la preferida por los evaluadores respecto de la formulación de pulpa de café con menta y la muestra comercial de té.

Tabla 18. Número de juicios para la formulación con menta, pulpa de café natural y té comercial.

Escala de ordenación	Muestras		
	F. Menta	P. Natural	Té Comercial
	N° Panelistas	N° Panelistas	N° Panelistas
1° Lugar ^a	3	7	0
2° Lugar ^b	5	0	5
3° Lugar ^c	2	3	5
Total	10	10	10
Ponderación	21	24	15

Nota: Valores de ponderación ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

En la Tabla 19 se observan los resultados de la prueba de ordenación por preferencia entre las tres formulaciones de pulpa de café seleccionadas en la Fase 2.1, donde la formulación de pulpa de café con piña, mango y tamarindo fue la preferida por los panelistas al contar con una ponderación mayor, seguida por la formulación de pulpa de café con canela y manzanilla y por último la de pulpa de café con menta.

Tabla 19. Número de juicios para las formulaciones de pulpa de café.

Escala de ordenación	Muestras		
	F. Tropical	F. Menta	F. Canela + Manzanilla
	N° Panelistas	N° Panelistas	N° Panelistas
1° Lugar ^a	9	0	2
2° Lugar ^b	2	2	7
3° Lugar ^c	0	9	2
Total	11	11	11
Ponderación	31	13	22

Nota: Valores de ponderación ^a3 puntos, ^b2 puntos, ^c1 punto.

Al aplicar la prueba de Friedman a las muestras de la Tabla 19 se obtuvo el valor χ^2 de 14,72. Este valor se comparó con el valor crítico 3,22 de la tabla de χ^2 para 2 grados de libertad (3 muestras -1) y un nivel de significancia de 0,2. Como el valor de χ^2 calculado es mayor al valor crítico se dice que el nivel de preferencia de las 3 muestras es diferente [43].

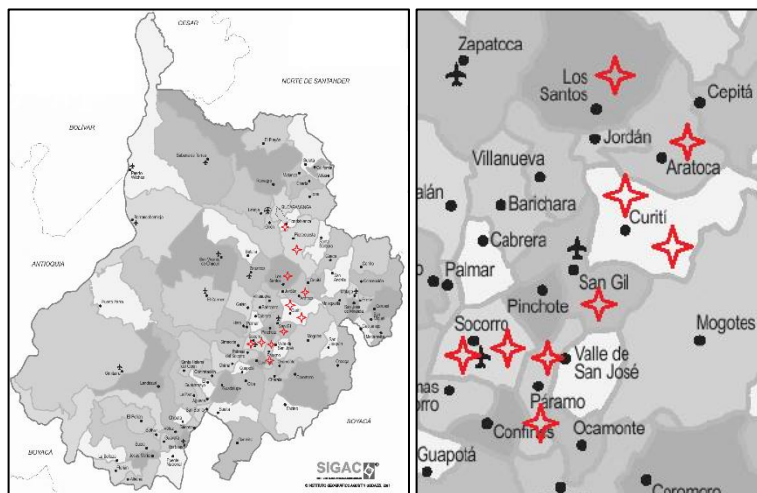
Las muestras seleccionadas en primer lugar en la prueba de ordenación se evaluaron a través de una prueba con escala hedónica para medir el grado de aceptación de las muestras. La muestra de pulpa de café con frutos tropicales fue evaluada 19 veces en primer lugar, siendo considerada como “Agradable” por todos los panelistas, seguida por la muestra con canela y manzanilla que fue seleccionada 9 veces en primer lugar, y al igual que la muestra anterior el 100% de los evaluadores la ubicó en el rango “Agradable”. La muestra de pulpa de café tostada obtuvo 10 evaluaciones en primer lugar, 9 de estos la ubicaron en el rango “Agradable”, sin embargo, un panelista la calificó en el rango “Desagradable”. Las muestras con menor preferencia por parte de los panelistas fueron la de pulpa de café con menta y la de té comercial; la formulación con menta se seleccionó 3 veces en primer lugar mientras que el té comercial no fue preferido por ningún panelista.

De acuerdo con los resultados presentados anteriormente se determinó que las formulaciones de pulpa de café con piña, mango y tamarindo y de pulpa de café con canela y manzanilla son las preferidas por los evaluadores al presentar un mayor grado de aceptación y preferencia respecto de las demás infusiones evaluadas.

3.3 Propuesta de la línea de producción de infusiones a partir de la pulpa de café.

La capacidad instalada se determinó a partir del aporte de materia prima (pulpa de café secada con 10% de humedad) para valorización por parte de los miembros del clúster, que corresponde aproximadamente a 11 553 kg/año. La producción de pulpa se realiza en 2 tiempos de cosecha al año donde la segunda cosecha (septiembre-diciembre) es más productiva. Por ende, el funcionamiento de la planta durante esta cosecha será más periódico en comparación con la primera cosecha.

Figura 4. Ubicación aproximada de los productores de pulpa de café (Clúster). Modificada de [44].



La ubicación de la planta se plantea a partir de los lugares donde se encuentran las fincas productoras que hacen parte del clúster, las cuales están distribuidas en los municipios de Socorro, Curití, San Gil, Aratoca, Páramo y Los Santos. De la Figura 4 se puede observar que el municipio de San Gil se encuentra como punto central entre las fincas productoras; a excepción de dos de ellas que se encuentran en los municipios de Piedecuesta y en Floridablanca. Además, el municipio de San Gil cuenta con todos los servicios industriales y vías de acceso necesarias, sin embargo, el municipio del Socorro podría ser una alternativa ya que se encuentra relativamente cerca de San Gil y es más económico.

En la Figura 5 se presenta el diagrama de bloques para la línea de producción de infusiones a partir de pulpa de café. La pulpa de café que llega con un 10% de humedad aproximadamente, se le realiza un análisis microbiológico (garantizar la inocuidad de la pulpa) y la inspección con el fin de retirar impurezas. Esta pulpa pasa a la etapa de secado con el fin de asegurar una humedad cercana al 6% para darle más estabilidad y homogeneizarla. Una parte de esta pulpa secada es almacenada y la otra se procesa en el tostador a las condiciones seleccionadas en la Fase 1 (80°C, 30min). La pulpa tostada es triturada y tamizada separando las partículas más finas (malla 30mesh). La mitad de la pulpa tostada triturada y tamizada es destinada al proceso para elaboración de infusiones (producto comercial con mercado ya establecido) mientras el otro 50% es destinada a la preparación de concentrados y pulverizados (otros productos del proyecto iNNpulsa; los porcentajes definitivos deberán determinarse a través de un estudio de mercado. La mitad de la pulpa destinada para infusiones es mezclada (mejor formulación) y empacada, la otra mitad ingresa directamente al empacado como infusión de pulpa natural.

Se plantea como propuesta que la planta funcione 8 h/día, 5 días a la semana, procesando semanalmente 445 kg de pulpa secada de la siguiente manera: el primer día se realizarán las etapas de inspección, secado y almacenamiento de la pulpa de café. Los demás días se realizará en la jornada de trabajo las etapas de tostión, triturado, tamizado, mezclado y empacado para así evitar la pérdida de estabilidad y características fisicoquímicas y sensoriales de la pulpa. En cada uno de estos días se procesará el equivalente a 71,7 kg/día de pulpa secada.

Figura 5. Diagrama de bloques del proceso para la elaboración de infusiones a partir de la pulpa de café.
 *Balance de masa realizado por semana.

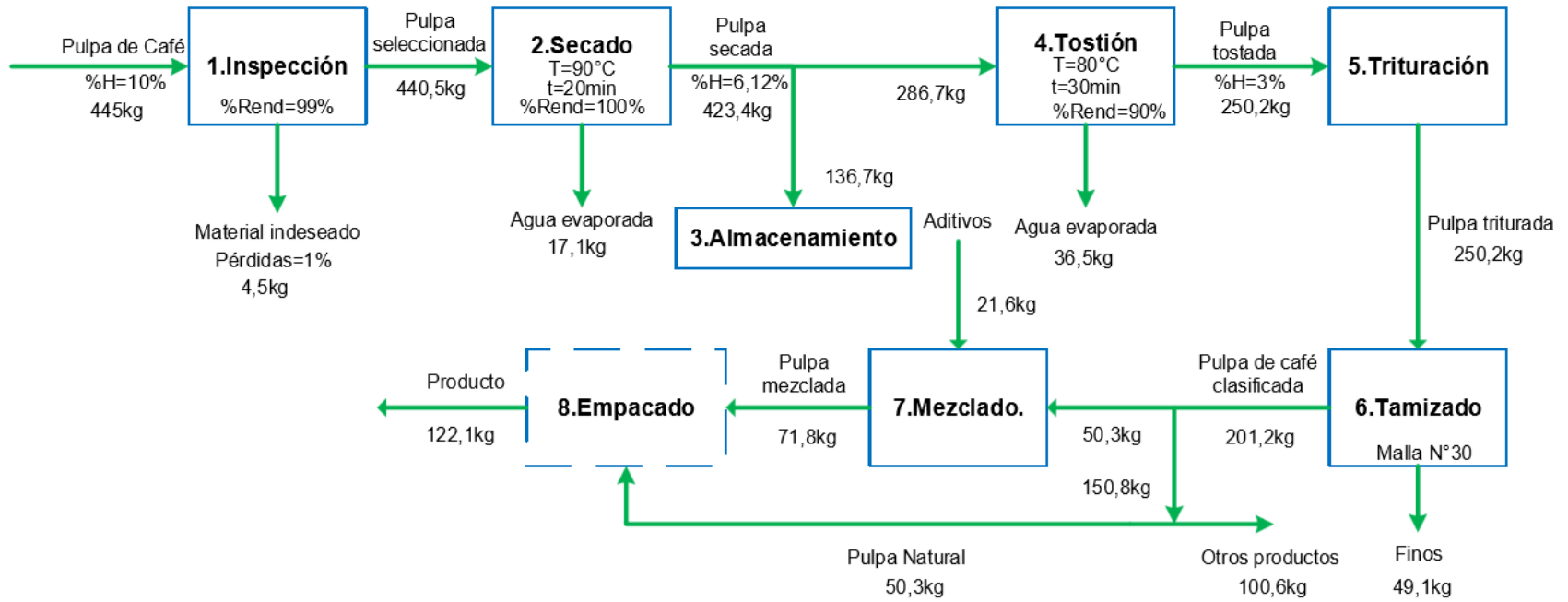










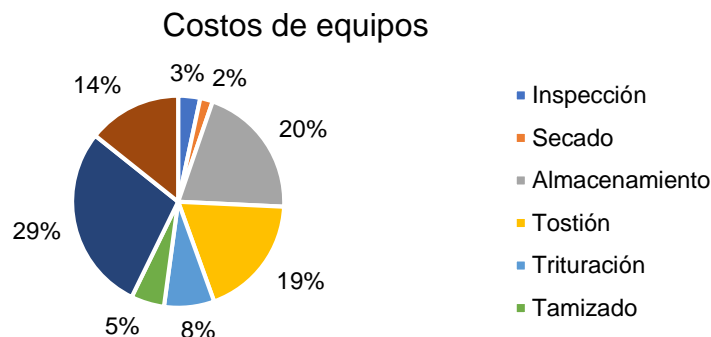
Tabla 20. Especificación y costo de equipos.

EQUIPO	ESPECIFICACIONES	EQUIPO	ESPECIFICACIONES
<p>Cinta transportadora</p> 	<p>Sistema de transporte de material granulado, cuenta con motorreductor, variador de frecuencia y tablero de control. Fabricado en material apto para alimentos.</p> <p>Capacidad: 211kg/h Dimensiones: 300x80x120cm (LxAxH) Costo: 8'200.000 COP Proveedor: MONTI S.A.S</p>	<p>Molino</p> 	<p>Máquina de corte progresivo a alta velocidad, cuenta con 3 cuchillas rotativas y dos cuchillas fijas que se encargan de la reducción del tamaño, cuenta con criba de 2mm, equipo fabricado en acero inoxidable.</p> <p>Capacidad: 100kg/h Dimensiones: 150x100x185cm (LxAxH) Costo: 18'700.000 COP Proveedor: Molinos pulverizadores J.A.</p>
<p>Secador</p> 	<p>Secador tipo silo cuenta con 3 mallas para mejorar la calidad del secado dando mayor homogeneidad, requiere menor área y tiempo de secado disminuyendo así los costos.</p> <p>Capacidad: 0,69m³/lote Dimensiones: 150x115x165cm (LxAxH) Costo: 4'700.000 COP Proveedor: Penagos hermanos</p>	<p>Zaranda</p> 	<p>Equipo vibratorio que permite separar y/o clasificar sólidos según el tamaño de partícula deseado, se fabrica con malla 30mesh, material de fabricación acero inoxidable.</p> <p>Capacidad: 120kg/h Dimensiones: 200x80x125cm (LxAxH) Costo: 12'400.000 COP Proveedor: IMA-COM</p>
<p>Silos</p> 	<p>Silos de almacenamiento elevados fabricados en láminas HR, cuenta con sistema de elevación por cangilones con motorreductor y boca de salida para retirar el material.</p> <p>Capacidad: 15,4m³ Dimensiones: 4,8x2,25m (HxD) Costo unitario: 25'000.000 COP Cantidad: 2 Proveedor: MONTI S.A.S</p>	<p>Mezclador</p> 	<p>Equipo de mezclado tipo V que al girar separa y une el material permitiendo una mezcla suave sin deformar las partículas, descarga completa por gravedad, no presenta rincones donde pueda generar acumulaciones.</p> <p>Capacidad: 100kg Dimensiones: 157x85x160cm (LxAxH) Costo: 69'597.150 COP Proveedor: CI Talsa</p>
<p>Tostadora</p> 	<p>Tostadora para distintas materias primas como café, cuenta con tolva de recibo, control de temperatura, fabricada en acero inoxidable, posee mirilla y orificio para muestreo, y sistema de enfriamiento.</p> <p>Capacidad: 30 kg/lote Dimensiones: 250x120x210cm (LxAxH) Costo: 45'800.000 COP Proveedor: MAQUINARIA INDUSTRIAL JL</p>	<p>Empacadora</p> 	<p>Máquina dosificadora y empacadora de bolsitas de infusión tipo té, todo el proceso de medición, formación, llenado del sobre, ensartar el hilo y corte de los sobres se realiza automáticamente.</p> <p>Capacidad: 45 bolsas/min Dimensiones: 90x95x180cm (LxAxH) Costo: 34'900.000 Proveedor: AMERICAS MAQUINARIA</p>

El consumo de gas de los equipos de secado y tostión es aproximadamente de 0,385lb/kg pulpa y 0,126lb/kg pulpa, respectivamente. Además, los equipos requieren de energía eléctrica para su funcionamiento, sumando en total una potencia aproximada de 14,5 kW.

El costo total de los equipos asciende a \$244'298.000, aproximadamente. En la Figura 6 se observa que el equipo de mezclado es el más costoso del proceso, con un costo aproximado de \$70.000.000 (29% del costo total de los equipos) superando a la etapa de tostión que es la más importante del proceso (realza características sensoriales a la pulpa de café). Sin embargo, es posible seguir buscando otros proveedores o contactar directamente con el importador para disminuir el costo del mezclador, pero también se puede explorar diseñar y fabricar este equipo, teniendo en cuenta la baja complejidad de este.

Figura 6. Porcentaje de participación de cada equipo en los costos.



Para el proceso de empaqueo se propone utilizar bolsas de infusión tipo té (2g aproximadamente) ya que permite una fácil y rápida preparación del producto y una eficaz extracción, sin contar que sería la presentación tradicional para este tipo de producto. Para esta forma de empaque se necesitan otros insumos como el papel filtro (para las bolsas de infusión, \$190.400 el rollo (27.000 bolsas)) y el hilo (costo por rollo de \$59.500 (6000 bolsitas)) que pueden ser suministrados por AMERICAS MAQUINARIA.

Las frutas deshidratadas y trituradas para la formulación de frutos tropicales tienen un costo de: \$412.000 para el mango, \$478.000 para la piña y \$389.000 el tamarindo (cajas de 10kg), costos del posible proveedor PRODELAGRO.

CONCLUSIONES

- Se evaluó el efecto del tiempo y la temperatura en el proceso de tuestión de la pulpa de café, obteniendo por análisis sensorial mayor preferencia de los panelistas por las muestras de pulpa de café tostada a 80°C durante 30min. El análisis bromatológico mostró una composición similar a la reportada en la literatura y los resultados microbiológicos confirman un contenido de mohos y levaduras (<10UFC/g) por debajo de lo exigido por la norma para café instantáneo (500 UFC/g) asegurando el cumplimiento de la normatividad para las muestras.
- Se seleccionó una lista con ingredientes para la preparación de las formulaciones con pulpa de café con el fin de asegurar características organolépticas de la pulpa tostada agradables para el consumidor. Los métodos de evaluación sensorial permitieron definir las 2 formulaciones con mayor preferencia por parte de panelistas, inclinándose por las formulaciones de pulpa de café con frutos tropicales (mango, piña y tamarindo) y pulpa de café mezclada con canela y manzanilla. Estas 2 formulaciones junto con la natural fueron propuestas como prototipo para el producto de infusiones elaboradas a partir de la pulpa de café en el marco del proyecto iNNpulsa del clúster “Café de Santander”.
- Se determinó que la capacidad a procesar es de 11 533 kg/año obtenidas durante los 2 periodos de cosecha, localizando a la planta en el municipio de San Gil, ya que se encuentra en un punto intermedio de las fincas de los caficultores que conforman el clúster y cuenta con servicios y vías de acceso. Igualmente, se planteó la línea de procesamiento de la pulpa de café para la producción de infusiones con un costo aproximado en equipos de \$244'298.000 COP.

RECOMENDACIONES

- Incluir en el proceso la mezcla de pulpas de café provenientes de todos los miembros del clúster Café de Santander, esto con el fin de estandarizar el producto a partir de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.
- Proponer nuevas formulaciones con ingredientes del listado propuesto, ampliando la variedad de infusiones.
- Realizar el estudio de mercado de esta propuesta de valorización de pulpa de café para infusiones, con el objetivo finalizar el estudio técnico y realizar el estudio financiero para la posible propuesta de negocio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] VANEGAS, Fabian. Estos son los 10 Departamentos con mayor producción de café en el país. [En línea].coffee Media. Ibagué. (Recuperado en 10 Noviembre 2017.) Disponible en <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/11/17/estos-son-los-10-departamentos-con-mayor-produccion-de-cafe-en-el-pais/>
- [2] PUERTA QUINTERO, Gloria Inés. Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. [Base de datos en línea]. Junio de 2000. Revista Cenicafé, 2-3. (Recuperado en 11 noviembre 2017). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324065625_BENEFICIE_CORRECTAMENTE_SU_CAFE_Y_CONSERVE_LA_CALIDAD_DE_LA_BEBIDA
- [3] RODRÍGUEZ VALENCIA, Nelson. Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. [Base de datos en línea]. 2000. Revista Cenicafé, 1-2. (Recuperado en 11 noviembre 2017). Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>
- [4] ELÍAS, Luiz. Pulpa de café: composición tecnología y utilización. Ciudad de Guatemala: Edición española, 1978. p.19-21.ISBN 0-88936-172-X
- [5] FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. El árbol y el entorno. [En línea]. (Recuperado en 12 noviembre 2017). 2010. Disponible en http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno/
- [6] ESQUIVEL, Patricia y JIMÉNES, Víctor. Functional properties of coffee and coffee by-products. [Base de datos en línea]. Mayo de 2012. Revista Food Research International, 488-489. (Recuperado en 12 noviembre 2017). Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911003449>
- [7] BONILLA HERMOSA, Verónica Alejandra. Aproveitamento de resíduos do processamento semi-seco do café para a produção de compostos de valor

- agregado. Tesis de Magíster en Microbiología Agrícola, Área de Concentración en microbiología Agrícola. Lavras: Universidad Federal de Lavras, 2014, 77p.
- [8] PUERTA QUINTERO, Gloria Inés. Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. [Base de datos en línea]. Junio de 2000. Revista Cenicafé, 2-3. (Recuperado en 11 noviembre 2017). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324065625_BENEFICIE_CORRECTAMENTE_SU_CAFE_Y_CONSERVE_LA_CALIDAD_DE_LA_BEBIDA
- [9] TRABA MELIAN, Jose Alcides. La pulpa de café. Consideraciones para su aprovechamiento biotecnológico. [En línea]. 2012. (Recuperado en 01 diciembre 2017). Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos94/pulpa-cafe-consideraciones-su-aprovechamiento-biotecnologico/pulpa-cafe-consideraciones-su-aprovechamiento-biotecnologico.shtml>
- [10] BONILLA HERMOSA, Verónica Alejandra. Aproveitamento de resíduos do processamento semi-seco do café para a produção de compostos de valor agregado. Tesis de Magíster en Microbiología Agrícola, Área de Concentración en microbiología Agrícola. Lavras: Universidad Federal de Lavras, 2014, 77p.
- [11] RODRÍGUEZ VALENCIA, Nelson. Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. [Base de datos en línea]. 2000. Revista Cenicafé, 1-2. (Recuperado en 11 noviembre 2017). Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>
- [12] RODRÍGUEZ VALENCIA, Nelsón y ZAMBRANO FRANCO, Diego Antonio. Los subproductos del café: Fuente de energía renovable. [Base de datos en línea]. Marzo de 2010. Revista Cenicafé, 1-7. (Recuperado en 02 diciembre 2017). Disponible en <http://www.jotagallos.com/agricola/assets/cenicafe-avance-tecnico-393-subproductos-del-cafe.pdf>
- [13] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Infusión. Madrid.: Diccionario de la lengua española.

RAE. Infusión. Madrid.: Diccionario de la lengua española.

- [14] RYU, Ki-Cheoul; CHUNG, Hyung-Wook; KIM, Kyung-Tae y KWON, Joong-Ho. Optimization of roasting conditions for high-quality polygonatum odoratum tea. [Base de datos en línea]. Abril de 1997. Korean Journal of Food Science and Technology. (Recuperado en 02 diciembre 2017). Disponible en http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=SPGHB5_1997_v29n4_776
- [15] MONTOLIVO, O y SENN, Jorge. Simulación a través del software flexsim aplicado a los procesos del té negro, misiones, Argentina. [En línea]. Misiones.: Universidad Nacional de Misiones.2010. (Recuperado en 04 diciembre 2017). Disponible en https://leslinzavala.files.wordpress.com/2012/03/simulacion_a_traves1.pdf
- [16] MAYORGA, Irma Milena. Aspectos de calidad del café para la industria torrefactora nacional. Cuso Básico Vademecum del Tostador Colombiano. División de Estrategia y Proyectos Especiales de Comercialización. Federación Nacional de Cafeteros, 290p.
- [17] ESTIRADO, Laura. Del café también de aprovecha todo, hasta la cáscara. [En línea]. El periódico. 2016. (Recuperado en 12 enero 2018). Disponible en <https://www.elperiodico.com/es/extra/20161125/infusion-cereza-cafe-5651588>
- [18] SUPRACAFÉ. ¿Conoces la infusión de cáscara de café? Supracafé maximiza su sostenibilidad con TABIFRUIT. Madrid. 2017.
- [19] RYU, Ki-Cheoul; CHUNG, Hyung-Wook; KIM, Kyung-Tae y KWON, Joong-Ho. Optimization of roasting conditions for high-quality polygonatum odoratum tea. [Base de datos en línea]. Abril de 1997. Korean Journal of Food Science and Technology. (Recuperado en 02 diciembre 2017). Disponible en http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=SPGHB5_1997_v29n4_776

- [20] MONTOLIVO, O y SENN, Jorge. Simulación a través del software flexsim aplicado a los procesos del té negro, misiones, Argentina. [En línea]. Misiones.: Universidad Nacional de Misiones.2010. (Recuperado en 04 diciembre 2017). Disponible en https://leslinzavala.files.wordpress.com/2012/03/simulacion_a_traves1.pdf
- [21] MAYORGA, Irma Milena. Aspectos de calidad del café para la industria torrefactora nacional. Cuso Básico Vademecum del Tostador Colombiano. División de Estrategia y Proyectos Especiales de Comercialización. Federación Nacional de Cafeteros, 290p.
- [22] WESSELINGH, J A; KIIL, Soren y VIGILD, Martin E. Design & Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products. John Wiley & Sons, 2007. p.295. ISBN: 978-0-470-06154-1
- [23] LIRIA DOMÍNGUEZ, María Reina. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. Consultora de Agrosalud, 2007, 45p.
- [24] LIRIA DOMÍNGUEZ, María Reina. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. Consultora de Agrosalud, 2007, 45p.
- [25] GÓMEZ, Deymer. Prueba de ordenamiento: intensidad de dulce en bebidas de ajonjolí y arroz. Medellín. Universidad de Antioquia. Ingeniería de Alimentos. Laboratorio de Análisis sensorial, 2013, 10p.
- [26] ESPARZA MARTÍNEZ, F J; MIRANDA LÓPEZ, R y GUZMÁN MALDONADO, S H. Efecto de la temperatura sobre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en el residuo de la producción del jugo de mandarina (*Citrus reticulata satsuma*). Celaya: Instituto Tecnológico de Celaya y Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2016, 843-850p.

- [27] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Industria de alimentos. Prácticas en la industria de la leche pasteurizada. NTC 5255. Bogotá D.C: El instituto, 2004, 102p.
- [28] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Productos lácteos. Leche UAT(UHT) ultra alta temperatura larga vida y leche ultrapasteurizada. NTC 3856. Bogotá D.C: El instituto, 2004, 12p.
- [29] LIRIA DOMÍNGUEZ, María Reina. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. Consultora de Agrosalud, 2007, 45p.
- [30] TREVISSE HERNANDEZ, Johana y ZAPATA REY, Yurley Tatiana. Evaluación de la extracción, clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café. Tesis de Pregrado. Ingeniería Química. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisicoquímicas, 2018.
- [31] ELÍAS, Luiz. Pulpa de café: composición tecnología y utilización. Ciudad de Guatemala: Edición española, 1978. p.19-21.ISBN 0-88936-172-X
- [32] BADUI DERGAL, Salvador. Química de los alimentos. Ciudad de México: Pearson, 2006. P.736. ISBN 970-26-0670-5
- [33] TREVISSE HERNANDEZ, Johana y ZAPATA REY, Yurley Tatiana. Evaluación de la extracción, clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café. Tesis de Pregrado. Ingeniería Química. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisicoquímicas, 2018.
- [34] ELÍAS, Luiz. Pulpa de café: composición tecnología y utilización. Ciudad de Guatemala: Edición española, 1978. p.19-21.ISBN 0-88936-172-X
- [35] TREVISSE HERNANDEZ, Johana y ZAPATA REY, Yurley Tatiana. Evaluación de la extracción, clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café. Tesis de Pregrado.

Ingeniería Química. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad Físicoquímicas, 2018.

- [36] VEGA, Aracelly; DE LEÓN, Javier A y REYES, Staphany. Determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de 34 cafés comerciales de PANAMÁ. [Base de datos en línea]. Agosto de 2017. Revista Scielo, 29-38. (Recuperado en 14 mayo 2018). Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n4/art05.pdf>
- [37] URAGA BAELO, Carmelo; GUIJARRO MEDIANELO, Carmen; POZAS TORMO, Rafaela y BLANCO LÓPEZ, Ángel. Algunos principios activos del café, del té y del cacao. [Base de datos en línea]. Junio 2002. Revista Researchgate GmbH, 16-19. (Recuperado en 14 mayo 2018). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/319142781_ALGUNOS_PRINCIPIOS_ACTIVOS_DEL_CAFE_DEL_TE_Y_DEL_CACAO
- [38] KHOKHAR, S y MAGNUSDOTTIR, S G. Total phenol, catechin and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. [Base de datos en línea]. Agosto de 2001. Revista Journal of agricultural and food chemistry. 565-570. (Recuperado en 14 de mayo 2018). Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf010153l>
- [39] DE FERIA CARDET, FRANCISCO JOSÉ. Caracterización de la composición fenólica y capacidad antioxidante del té (*Camellia sinensis*) en productos de diferentes marcas comercializadas en Chile. Tesis de Pregrado. Ingeniero Agrónomo. Santiago: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, 2011, 32p.
- [40] TREVISSE HERNANDEZ, Johana y ZAPATA REY, Yurley Tatiana. Evaluación de la extracción, clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café. Tesis de Pregrado. Ingeniería Química. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad Físicoquímicas, 2018.

- [41] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Café instantáneo (soluble). Industria de alimentos. NTC 4159 Bogotá D.C: El instituto, 2015. p.10.
- [42] WESSELINGH, J A; KIIL, Soren y VIGILD, Martin E. Design & Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products. John Wiley & Sons, 2007. p.295. ISBN: 978-0-470-06154-1
- [43] LIRIA DOMÍNGUEZ, María Reina. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. Consultora de Agrosalud, 2007, 45p.
- [44] INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Departamento de Santander División Política Administrativa. [En línea]. (Recuperado en 20 junio 2018). Disponible en <https://carreterascolombia.com/santander/>

BIBLIOGRAFÍA

BADUI DERGAL, Salvador. Química de los alimentos. Ciudad de México: Pearson, 2006. P.736. ISBN 970-26-0670-5

BONILLA HERMOSA, Verónica Alejandra. Aproveitamento de resíduos do processamento semi-seco do café para a produção de compostos de valor agregado. Tesis de Magíster en Microbiología Agrícola, Área de Concentración en microbiología Agrícola. Lavras: Universidad Federal de Lavras, 2014, 77p.

DE FERIA CARDET, FRANCISCO JOSÉ. Caracterización de la composición fenólica y capacidad antioxidante del té (*Camellia sinesis*) en productos de diferentes marcas comercializadas en Chile. Tesis de Pregrado. Ingeniero Agrónomo. Santiago: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, 2011, 32p.

ELÍAS, Luiz. Pulpa de café: composición tecnología y utilización. Ciudad de Guatemala: Edición española, 1978. p.19-21. ISBN 0-88936-172-X

ESPARZA MARTÍNEZ, F J; MIRANDA LÓPEZ, R y GUZMÁN MALDONADO, S H. Efecto de la temperatura sobre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en el residuo de la producción del jugo de mandarina (*Citrus reticulata satsuma*). Celaya: Instituto Tecnológico de Celaya y Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2016, 843-850p.

ESQUIVEL, Patricia y JIMÉNES, Víctor. Functional properties of coffee and coffee by-products. [Base de datos en línea]. Mayo de 2012. Revista Food Research International, 488-489. (Recuperado en 12 noviembre 2017). Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911003449>

ESTIRADO, Laura. Del café también se aprovecha todo, hasta la cáscara. [En línea]. El periódico. 2016. (Recuperado en 12 enero 2018). Disponible en <https://www.elperiodico.com/es/extra/20161125/infusion-cereza-cafe-5651588>

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. El árbol y el entorno. [En línea]. (Recuperado en 12 noviembre 2017). 2010. Disponible en http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno/

GÓMEZ, Deymer. Prueba de ordenamiento: intensidad de dulce en bebidas de ajonjolí y arroz. Medellín. Universidad de Antioquia. Ingeniería de Alimentos. Laboratorio de Análisis sensorial, 2013, 10p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Industria de alimentos. Prácticas en la industria de la leche pasteurizada. NTC 5255. Bogotá D.C: El instituto, 2004, 102p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Productos lácteos. Leche UAT(UHT) ultra alta temperatura larga vida y leche ultrapasteurizada. NTC 3856. Bogotá D.C: El instituto, 2004, 12p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Café instantáneo (soluble). Industria de alimentos. NTC 4159 Bogotá D.C: El instituto, 2015. p.10.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Departamento de Santander División Política Administrativa. [En línea]. (Recuperado en 20 junio 2018). Disponible en <https://carreterascolombia.com/santander/>

KHOKHAR, S y MAGNUSDOTTIR, S G. Total phenol, catechin and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. [Base de datos en línea]. Agosto de 2001. Revista Journal of agricultural and food chemistry. 565-570. (Recuperado en 14 de mayo 2018). Disponible en <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf010153l>

LIRIA DOMÍNGUEZ, María Reina. Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional. Consultora de Agrosalud, 2007, 45p.

MAYORGA, Irma Milena. Aspectos de calidad del café para la industria torrefactora nacional. Cuso Básico Vademecum del Tostador Colombiano. División de Estrategia y Proyectos Especiales de Comercialización. Federación Nacional de Cafeteros, 290p.

MONTOLIVO, O y SENN, Jorge. Simulación a través del software flexsim aplicado a los procesos del té negro, misiones, Argentina. [En línea]. Misiones.: Universidad Nacional de Misiones.2010. (Recuperado en 04 diciembre 2017). Disponible en https://leslinzavala.files.wordpress.com/2012/03/simulacion_a_traves1.pdf

PUERTA QUINTERO, Gloria Inés. Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. [Base de datos en línea]. Junio de 2000. Revista Cenicafé, 2-3. (Recuperado en 11 noviembre 2017). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324065625_BENEFICIE_CORRECTAMENTE_SU_CAFE_Y_CONSERVE_LA_CALIDAD_DE_LA_BEBIDA

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Infusión. Madrid.: Diccionario de la lengua española.

RAE. Infusión. Madrid.: Diccionario de la lengua española.

RODRÍGUEZ VALENCIA, Nelsón y SAMBRANO FRANCO,Diego Antonio. Los subproductos del café: Fuente de energía renovable. [Base de datos en línea]. Marzo de 2010. Revista Cenicafé, 1-7. (Recuperado en 02 diciembre 2017). Disponible en <http://www.jotagallo.com/agricola/assets/cenicafe-avance-tecnico-393-subproductos-del-cafe.pdf>

RODRÍGUEZ VALENCIA, Nelson. Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. [Base de datos en línea]. 2000. Revista Cenicafé, 1-2. (Recuperado en 11 noviembre 2017). Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>

RYU, Ki-Cheoul; CHUNG, Hyung-Wook; KIM, Kyung-Tae y KWON, Joong-Ho. Optimization of roasting conditions for high-quality polygonatum odoratum tea.

[Base de datos en línea]. Abril de 1997. Korean Journal of Food Science and Technology. (Recuperado en 02 diciembre 2017). Disponible en http://www.koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=SPGHB5_1997_v29n4_776

SUPRACAFÉ. ¿Conoces la infusión de cáscara de café? Supracafé maximiza su sostenibilidad con TABIFRUIT. Madrid. 2017.

TRABA MELIAN, Jose Alcides. La pulpa de café. Consideraciones para su aprovechamiento biotecnológico. [En línea]. 2012. (Recuperado en 01 diciembre 2017). Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos94/pulpa-cafe-consideraciones-su-aprovechamiento-biotecnologico/pulpa-cafe-consideraciones-su-aprovechamiento-biotecnologico.shtml>

TREVISSE HERNANDEZ, Johana y ZAPATA REY, Yurley Tatiana. Evaluación de la extracción , clarificación y decoloración como primeras etapas dentro de un esquema de valorización de pulpa de café. Tesis de Pregrado. Ingeniería Química. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad Fisicoquímicas, 2018.

URAGA BAELO, Carmelo; GUIJARRO MEDIANELO, Carmen; POZAS TORMO, Rafaela y BLANCO LÓPEZ, Ángel. Algunos principios activos del café, del té y del cacao. [Base de datos en línea]. Junio 2002. Revista Researchgate GmbH, 16-19. (Recuperado en 14 mayo 2018). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/319142781_ALGUNOS_PRINCIPIOS_ACTIVOS_DEL_CAFE_DEL_TE_Y_DEL_CACAO

VANEGAS, Fabian. Estos son los 10 Departamentos con mayor producción de café en el país. [En línea]. coffee Media. Ibagué. (Recuperado en 10 Noviembre 2017.) Disponible en <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/11/17/estos-son-los-10-departamentos-con-mayor-produccion-de-cafe-en-el-pais/>

VEGA, Aracelly; DE LEÓN, Javier A y REYES, Staphany. Determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de 34 cafés

comerciales de PANAMÁ. [Base de datos en línea]. Agosto de 2017. Revista Scielo, 29-38. (Recuperado en 14 mayo 2018). Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n4/art05.pdf>

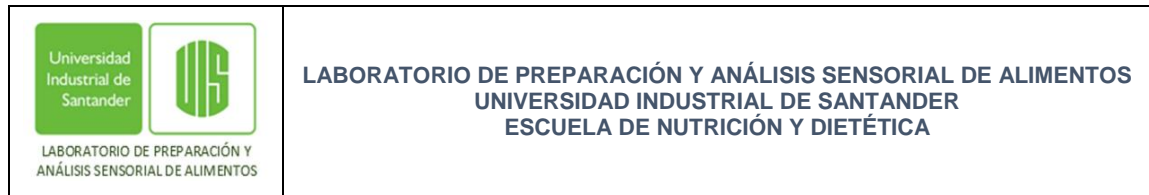
WESSELINGH, J A; KIIL, Soren y VIGILD, Martin E. Design & Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products. John Wiley & Sons, 2007. p.295. ISBN: 978-0-470-06154-1

ANEXOS

Anexo A. Protocolo de la preparación de muestras para análisis sensorial.

- Tostar la pulpa de café a las condiciones requeridas.
- Triturar la pulpa de café tostada.
- Utilizar relación de concentración de 2g de pulpa de café/100 ml de agua.
- Preparar las infusiones con agua potable.
- Utilizar elementos de protección personal (gorro, tapabocas, guantes, bata) para la preparación de las muestras.
- Agregar la pulpa de café cuando el agua este a 90°C.
- Infusionar durante 3 min.
- Utilizar recipientes antiadherentes de acero inoxidable.
- Realizar la filtración con un filtro de café (filtro usado solo para infusión de pulpa de café).
- Almacenar las muestras preparadas en botellas de vidrio color ámbar.

Anexo B. Protocolo de buenas prácticas de evaluación sensorial.



BUENAS PRÁCTICAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

A continuación, se presentan algunos ítems, que usted deberá tener en cuenta para la evaluación sensorial.



- Almorzar en casa antes de venir a la actividad.
- Realice el lavado de dientes antes de salir de su casa.
- No se aplique ningún tipo de labial, perfume o cremas el día de la actividad.
- No fume, consuma café o algún tipo de bebida alcohólica, alimentos picantes 24 horas antes de asistir a la actividad.
- Sea puntual al ingreso de la actividad.

DURANTE LA SESIÓN

- Utilice gorro, zapato cerrado (sin tacón de punta) y polainas, al ingresar al laboratorio.
- Deje maletines y demás accesorios (incluidos celulares), en la zona destinada para tal fin (Lockers de Vestier)
- Realice un correcto lavado de manos.
- Preste atención y siga puntualmente las indicaciones brindadas por el encargado de dirigir la sesión de cata.
- Lea atentamente los formatos a diligenciar en la prueba.
- Una vez termine la prueba, permanezca en silencio respetando el tiempo de prueba de los demás catadores.

¡GRACIAS!

Anexo C. Formato para prueba afectiva de ordenación de preferencia.

	<p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE SALUD - ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA LABORATORIO DE PREPARACIÓN Y ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS PRUEBA DE ORDENACIÓN DE PREFERENCIA</p>	
---	--	---

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 PREFERENCIA	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 MAS ME GUSTÓ	LO QUE MENOS ME GUSTÓ

OBSERVACIONES: _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo D. Formato para prueba afectiva con escala hedónica.

	<p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FACULTAD DE SALUD - ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA LABORATORIO DE PREPARACIÓN Y ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS PRUEBA AFECTIVA CON ESCALA HEDÓNICA</p>	
---	---	---

EVALUADOR: _____ **FECHA:** _____

1. 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			

2. Describa lo que **más** y lo que **menos** le gustó.

Muestra	LO QUE MÁS LE GUSTÓ	LO QUE MENOS LE GUSTÓ

OBSERVACIONES: _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN