

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DESARROLLO DE PREPARADOS PARA BEBIDAS A PARTIR DE CAFÉ
ENRIQUECIDA CON ANTIOXIDANTES PROVENIENTES DE LA CÁSCARA
DESECHADA DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ.

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Química para optar al grado y título de Maestría Profesional en Química industrial.

DAVID CARRANZA MARCHENA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

2023

DEDICATORIA

A mi familia y amigos que me han acompañado siempre en este recorrido.
Especialmente a mi padre que esta vez no estará presente para ver nuestro proyecto
concluido.

AGRADECIMIENTOS

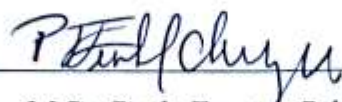
Agradezco inicialmente al Sistema de Estudios de Posgrado de la UCR, a mis primeros profesores, ya que estuve pasando por un momento donde era difícil acomodarme con la culminación de mi licenciatura, inicio laboral y la esperanza de poder entrar a una maestría y la Universidad de Costa Rica me dio la oportunidad de ser parte de ella.

A mi actual asesora de tesis y tutora de mi tesis de licenciatura Ana Francis Carballo por siempre poner en mí su mayor apuesta. Quien me ha acompañado desde el 2014 en todo mi camino tanto académico como laboral y de quién surge principalmente la idea del presente proyecto. Al Laboratorio de Biorrefinería y Laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Nacional por colaborar con los análisis respectivos en el desarrollo experimental.

Finalmente, mi mayor agradecimiento a la empresa en la que actualmente laboro: Gutis Ltda. y a mi anterior jefe Mario Alberto Alcalá Pérez por poner siempre las manos al fuego por mí ante sus superiores para que yo pudiese alternar horarios laborales y poder asistir a clases.

Agradezco a todos mis compañeros y amigos que siempre me estuvieron apoyando en este camino de concluir el presente proyecto.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Química de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Química Industrial.



M.Sc. Paola Fuentes Schweizer
**Representante de la Decana
Sistema de Estudios de Posgrado**



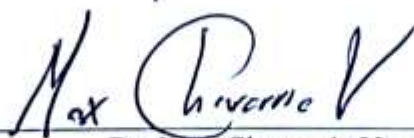
M.B.A. Javier Carvajal Rosales
Profesor Guía



Dra. Ana Francis Carballo Arce
Lectora



M.B.A. Jorge Guinchilla Cortés
Lector



Dr. Max Chavarría Vargas
Director del Programa de Posgrado en Química



David Carranza Marchena
Sustentante

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Estado de producción y consumo del café.....	1
Proceso de producción del café molido	2
Impacto ambiental de la producción del café	4
Antioxidantes en los residuos generados en el beneficiado del café	6
Justificación	7
Hipótesis	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos	9
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	10
Obtención de la muestra de cultivo de café:	10
Cuantificación de los polifenoles totales presentes en la cáscara/pulpa:.....	10
Limpieza, secado y molienda.....	10
Cuantificación de polifenoles totales a la cáscara/pulpa.	10
Cuantificación de los polifenoles que se extraen según distintos tipos de preparación de la bebida.	12
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	14
Determinación de las proporciones másicas del grano/pergamino y cáscara/pulpa. ...	14
Cálculos y resultados de las pruebas cuantitativas de polifenoles totales	16
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	25
CAPÍTULO V: ESTUDIO DE MERCADO	28

Diseño del empaque del producto.....	28
CAPÍTULO VI: DESARROLLO DEL PROYECTO	38
Estructura detallada de trabajo.....	38
Estudio técnico.....	39
Localización y construcción de la planta y registro del producto.....	39
Proceso productivo	41
Balance de masa.....	42
Lavados.....	42
Despulpado del fruto.....	42
Secado de cáscara/pulpa.	43
Secado de pergamino/grano.....	43
Molienda de cáscara/pulpa.....	43
Separación del pergamino del grano.....	43
Molienda del grano.	43
Mezcla de los polvos.....	43
Control de calidad	43
Distribución de la empresa.	46
Evaluación ambiental.....	48
CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO.....	49
Costo de construcción de planta	49
Costo de los equipos	50
Costo de reactivos y materiales	51
Costos legales	51
Inversión inicial	51
Estimación de costos anuales.....	52
Estimación de ingresos	55
Estado de resultados proforma.....	56
Tasa mínima de rendimiento.....	57
Valor actual neto.....	57
Tasa Interna de Retorno.....	58
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN DEL RIESGO	59
Gestión de riesgos	59

Identificación de riesgos	59
Respuesta a riesgos	63
Riesgo del costo financiero	65
Método de la desviación estándar	65
Probabilidad de error	66
CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
CAPÍTULO X: REFERENCIAS	70

RESUMEN

El café consumido como bebida es de los principales productos comerciados a nivel mundial, se estima que se alcanzan a consumir aproximadamente un billón de tazas diariamente. Costa Rica es el principal productor a nivel Centroamericano y el onceavo país a nivel mundial. Esto se debe a la amplia cobertura de plantaciones de este producto dentro y fuera del Valle Central. A nivel comercial estos datos son bastante buenos, sin embargo, no debemos dejar de lado el aspecto que conlleva a una decadencia de la salud ambiental.

El principal problema ambiental se encuentra en la etapa del beneficiado del café, en esta se retiran las partes del fruto que no tienen importancia comercial, entre ellas: pulpa y mucílago. Esta etapa genera aguas con alta carga orgánica que contamina los ríos con mayor efluente del Valle Central. Los residuos provenientes del beneficiado del café pueden ser aprovechables, diversos proyectos han utilizado la pulpa, pergamino o mucílago para el desarrollo de productos secundarios con aplicaciones alimenticias o energéticas. Coopeagri comercializa en la actualidad NAOX un producto desarrollado a partir de las aguas mieles del beneficiado del café.

Este proyecto propone aprovechar la pulpa y el mucílago del café, debido a que, por su contenido en compuestos antioxidantes beneficiosos a la salud, y que ayudan en la prevención del envejecimiento prematuro y otras enfermedades como el cáncer. El producto propuesto consiste en una mezcla del tradicional café seco y molido, que además contenga una mezcla seca y molida de la cáscara/pulpa. De esta manera se aprovechan los residuos disminuyendo el impacto ambiental del beneficiado y se le brinda al consumidor una fuente de antioxidantes en su dieta diaria.



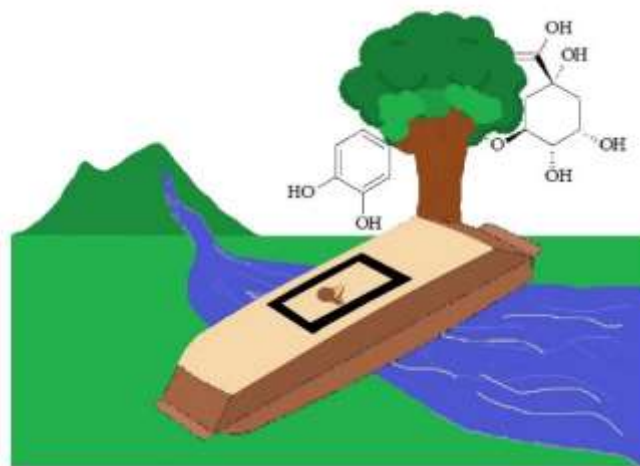
ABSTRACT

Coffee beverage is one of the major products marketed in the world; about a billion cups are consumed daily. Costa Rica is the leading producer in Central America and the eleventh largest in the world. This is due to the broad cover of the plantations of this product inside and outside the central valley. In Costa Rica, these trade figures are very good for the economy. However, we should not neglect the aspect that leads to a decline in environmental health.

The main environmental problem is found in the processing phase of the ground coffee. At this stage the parts of the fruit that have no commercial importance are removed: pulp and mucilage. This step generates water with a high organic charge that contaminates the rivers with the highest effluent in the central valley.

Residues from coffee processing can be used to develop other products. A variety of projects have used the pulp, parchment, or mucilage for the development of secondary products for food or energy purposes.

The proposal of this project is to profit primarily from the pulp and mucilage of coffee. Because it contains antioxidant compounds which have health benefits like prevention of premature aging. The proposed product will be the traditional dry and ground coffee, which also contains a dry and ground mixture of the peel/pulp. In this way, the residues are used, reducing the environmental impact of the beneficiary and the consumer is supplied with an antioxidants source in their daily diet.



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Preparación de curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en las muestras de cáscara/pulpa.	11
Cuadro 2. Preparación de curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en las muestras de extractos de cáscara/pulpa.	13
Cuadro 3. Masas de las muestras de fruto entero.	14
Cuadro 4. Masas de cáscara/pulpa separada del pergamino/grano.	14
Cuadro 5. Masas de las muestras secas de cáscara/pulpa separada del pergamino/grano.	14
Cuadro 6. Masas de las muestras de cáscara/pulpa recuperada después de molienda.	14
Cuadro 7. Masa recuperada del grano de café después de eliminarle el pergamino.	15
Cuadro 8. Masas de las muestras de grano recuperado después de molienda.	15
Cuadro 9. Proporción porcentual de cáscara/pulpa y pergamino/grano respecto al grano entero sin secar.	15
Cuadro 10. Proporción de cáscara/pulpa y pergamino/grano respecto al grano entero después del secado.	16
Cuadro 11. Masas para la extracción utilizando distintos métodos de preparación de la bebida de café.	16
Cuadro 12. Absorbancias obtenidas por los estándares en la cuantificación de polifenoles totales en la cáscara/pulpa del café.	16
Cuadro 13. Absorbancias obtenidas en las muestras de cáscara/pulpa.	17
Cuadro 14. Absorbancias obtenidas por los estándares de ácido gálico en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante coffee maker y media o chorreador.	18
Cuadro 15. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante coffee maker.	19
Cuadro 16. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante media o chorreador.	20
Cuadro 17. Absorbancias obtenidas por los estándares en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante infusión y percolador.	21
Cuadro 18. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante infusión.	22
Cuadro 19. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante percolador.	23
Cuadro 20. Resumen comparativo del porcentaje de polifenoles equivalentes a ácido gálico que tendría una bebida preparada de café.	24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios microbiológicos para registro del grupo de alimentos frutas y hortalizas.....	45
Tabla 2. Criterios microbiológicos para frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas. .	45
Tabla 3. Criterios microbiológicos para el seguimiento del grupo de alimentos frutas y hortalizas.....	45
Tabla 4. Criterios microbiológicos para el plan se seguimiento de frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas.....	46
Tabla 5. Determinación lineal de la probabilidad.....	60
Tabla 6. Determinación del impacto según los cuatro objetivos principales de un proyecto.	61
Tabla 7. Matriz impacto-probabilidad.	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del fruto del café: piel externa (A), pulpa (B), mucílago (C), pergamino (D) y semilla (E).	2
Figura 2. Distribución de la cobertura cafetalera en Costa Rica. (Café de Costa Rica, 2020)	8
Figura 3. Diseño de empaque de 725 g de café por ambos lados.	29
Figura 4. Distribución de la planta de producción de café con aditivo de la cáscara/pulpa seca y molida. (Diseño construido en 3D Builder, licencia gratuita de Microsoft Corporation, 2022).....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales utilizando ácido gálico como estándar.....	17
Gráfico 2. Curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante coffee maker y media o chorreador, utilizando ácido gálico como estándar.....	19
Gráfico 3. Curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante infusión y percolador, utilizando ácido gálico como estándar.....	22
Gráfico 4. Rangos de edad que contestaron la encuesta.	32
Gráfico 5. Resultados de la provincia de residencia.	33
Gráfico 6. Cantidad de tazas consumidas al día.	33
Gráfico 7. Presentación en que prefieren comprar el café los consumidores.	34
Gráfico 8. Lugar donde se frecuenta consumir café.	34
Gráfico 9. Marca más consumida.	35

Gráfico 10. Tipo de cafeterías que frecuentan los consumidores.	35
Gráfico 11. Métodos de preparación del café.	36
Gráfico 12. Conocimiento de las propiedades antioxidantes por consumidores.	36
Gráfico 13. Disposición a comprar un producto con antioxidantes.	37
Gráfico 14. Rangos de precios que estaría dispuesto a pagar un consumidor.	37
Gráfico 15. Análisis de punto de equilibrio.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

ICO: International Coffee Organization

RTCA: Reglamento técnico centroamericano

UFC: Unidades formadoras de colonias

NMP: Número más probable.

TMAR: Tasa mínima de rendimiento

VAN: Valor actual neto

TIR: Tasa interna de retorno

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Estado de producción y consumo del café

El café es la bebida que cuenta con mayor popularidad a nivel mundial, se relaciona con momentos de socialización y relajación, es una antítesis a algunas bebidas alcohólicas. Dependiendo de la cultura, en algunas regiones se consume en distintas horas del día, inclusive se le asigna un tiempo de comida en su nombre, “hora del café”. También se consume comúnmente al dedicar tiempo a algunas actividades recreativas. (Luttinger & Dicum, 2012)

El consumo mundial de café supera el billón de tazas por día. Según la Organización Internacional del Café (ICO) para el periodo 2017-2018 el consumo de café se aproximaba a los mil millones de kilogramos (World coffee consumption, 2019). Se estima que el crecimiento anual de consumo es de aproximadamente 2%, esto se concluye evaluando el consumo anual desde el año 2014 hasta la fecha (World coffee consumption, 2019). Costa Rica es el onceavo país exportador de café, siendo el principal a nivel centroamericano. (World coffee consumption, 2019)

La representación de Costa Rica en el mercado cafetalero se debe a la amplia cobertura de zonas cafetaleras a lo largo del país, donde las principales zonas se ubican en Los Santos, Valle Occidental y Central. Por año, se cultivan en Costa Rica entre un millón ochocientos mil y dos millones de fanegas (cada fanega pesa aproximadamente 258 kilogramos). Para el consumo nacional se destina entre un diecisiete y un dieciocho por ciento de la producción anual.

La producción y venta del café, principalmente por exportación, es de gran importancia para Costa Rica a nivel de producción agrícola ya que es el tercer producto, después del banano y la piña, con mayor auge en exportación. Según datos del Ministerio de Comercio exterior de Costa Rica para el 2021 el café de oro representó un 10,9% de las exportaciones en términos de millones de dólares. (Análisis del Comercio Exterior del País, 2021). Según datos del INEC reportados en el 2021 se exportaron 127 millones de sacos de 60 kg de café en el periodo de cosecha 2019-2020. (INEC Costa Rica, 2021)

El café, como bebida, es consumido mundialmente en distintas presentaciones, y se prepara mediante diversos métodos. Todos los métodos comparten algo en común, se extrae mediante agua caliente o fría del grano molido. Del fruto del café solo se utiliza para este fin, la semilla de este, los demás componentes son desechados en el proceso de producción. En la Figura 1 se puede observar los componentes del fruto entero: la piel externa que en estado de maduración es de color rojo oscuro (A), seguido de la pulpa (B), una segunda piel recubre a la semilla (mucílago, C) y un pergamino (D) que recubre directamente a la semilla (E). (Potter & Hotchkiss, 1998)

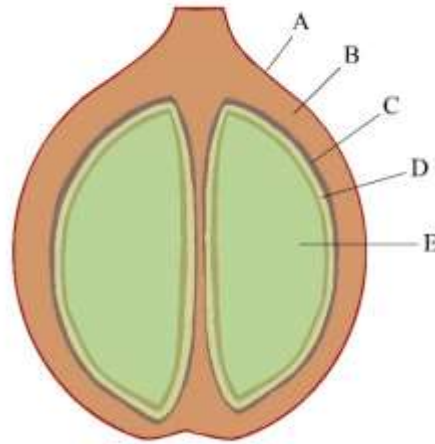
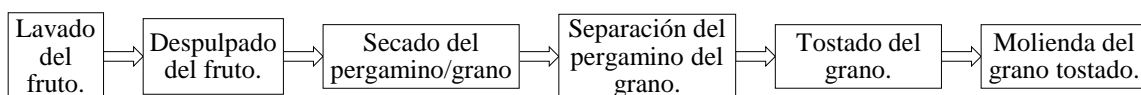


Figura 1. Estructura del fruto del café: piel externa (A), pulpa (B), mucílago (C), pergamino (D) y semilla (E).

Proceso de producción del café molido

El proceso de manufactura tiene cuatro etapas fundamentales: despulpado del fruto, secado, separación del pergamino, tostado y molienda. Cada etapa puede tener sus variantes, esto dependerá de la zona de cultivo, considerando humedad, altitud, temperatura ambiental, precipitación, etc., también dependerá de cada productor para ofrecerle la calidad deseada. Sin embargo, cada etapa se basa en el mismo principio. El diagrama del proceso general es el siguiente:



Despulpado del fruto

En esta etapa se remueve la cáscara o piel externa del grano junto con parte de la pulpa del fruto. Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de una despulpadora. El funcionamiento de esta máquina consiste en presionar el fruto contra una superficie para que el grano salga de la cáscara (Báez Villacís, 2015). En este proceso se remueve la mayor parte que recubre el grano, sin embargo, queda aún recubierto por una capa llamada mucílago, por lo que el grano es lavado con agua para eliminar esta capa. En este proceso se genera la mayor cantidad de residuos sólidos y líquidos del beneficiado del café.

Secado

Luego de extraído el grano de la pulpa se procede con el secado. El procedimiento común es colocarlo en zonas amplias expuestas al sol. También se puede optar por colocar el material en tambores con aire caliente. Se recomienda reducir la humedad del grano entre un 10% y 12%, si no se disminuye la humedad a este porcentaje es posible que se fermente el producto. (Berrocal Rojas & Venegas Venegas, 2019) Al finalizar la etapa de secado el grano continúa teniendo una cascara interna llamada pergamino, esta capa se elimina de nuevo por compresión y se obtiene el grano de oro.

Tostado

Los granos secos se vierten en una tostadora, las temperaturas de tostado se encuentran entre 220°C y 250°C, estas varían según el gusto del productor, en esta etapa los aceites esenciales del grano alcanzan la temperatura de autoignición, el grano se quema tomando una coloración café oscura y libera los aromas característicos de este producto. (Orecchio, Paradiso Ciotti, & Culotta, 2009)

Molienda

La presentación clásica en la que se encuentra el café en los puntos de compra es café molido. El tamaño de la partícula molida varía dependiendo de la forma de preparar el café. Se puede comprar café molido con diferentes tamaños de partícula, desde tamaños que son retenidos por distintos tipos de filtración en la preparación de café por medio de coffee maker o chorreador, hasta tamaños menores de café donde se disuelve el polvo directamente en el recipiente. (Potter & Hotchkiss, 1998)

En Costa Rica existen 4 variantes principales en el proceso de beneficiado del café: tradicional, natural, anaeróbico y honey. Estas variantes se dan en las primeras etapas del beneficiado (antes del secado) y definen las propiedades organolépticas del producto. Los tiempos y temperaturas variará dependiendo de la zona en la cual se lleva a cabo el proceso. (Café de Costa Rica, 2020)

Tradicional

En este tipo de proceso se siguen los pasos descritos anteriormente, se realiza el despulpado mecánico y el pergamino se lava para eliminar la pulpa y mucílago. Posteriormente se procede a realizar el secado del grano. (Café de Costa Rica, 2020)

Natural

El fruto completo se coloca a secar al sol en camas africanas, dependiendo de la temperatura a la cual se seque el fruto se tienen 3 variantes: heavy natural (30 días a más de 28°C), normal natural (de 15 a 30 días entre 21°C y 28°C) y smooth natural (15 días a menos de 21°C). (Café de Costa Rica, 2020)

Anaeróbico

En el proceso se despulpa el grano y se conserva el mucílago sobre el pergamino. Se colocan los granos en un tanque hermético para realizar una fermentación anaeróbica. Al finalizar el periodo de fermentación se colocan los granos a secar en un invernadero durante 4 días y luego en camas africanas por un tiempo aproximado de 18 días. (Café de Costa Rica, 2020)

Honey

En este tipo de beneficiado se desea incorporar las mieles que contiene el fruto en el grano. Similar al proceso anaeróbico se despulpa el fruto, pero no se lava, se coloca al sol durante 6 a 12 días en diferentes temperaturas dependiendo del sabor que se le quiere otorgar al grano. De forma alternativa se pueden realizar lavados al grano para eliminar un porcentaje de la miel del fruto. (Café de Costa Rica, 2020)

Impacto ambiental de la producción del café

Las cuatro etapas descritas anteriormente se llevan a cabo para la obtención del producto que llega al consumidor en su hogar. En los beneficios de café, por lo general solo se llevan a cabo las primeras dos etapas, el despulpado y secado. Las empresas

comerciales o exportadoras se llevan el café seco que aún conserva la piel interna, esta presentación del café se conoce como café pergamino. (Báez Villacís, 2015)

Los beneficios del café generan residuos sólidos provenientes del despulpado, y residuos acuosos generados en la remoción del mucílago en el lavado del grano, estas aguas residuales se integran en su mayoría a cuerpos de agua. En Costa Rica el principal río que se ve afectado por esta actividad industrial es el río Tárcoles. Un 68% de la carga orgánica que lleva este río es debido al beneficiado del café. (Granados, 2004)

Comparativamente se puede hablar de que la carga orgánica debido a desechos corporales de los habitantes del Valle Central solo representa el 14% de la carga orgánica. Un cálculo aproximado revela que la contaminación dada por el beneficiado del café equivale a la descarga que realizarían seis millones de habitantes. (Granados, 2004). La contaminación no se queda solo en la parte del beneficiado, como todo producto tiene su impacto ambiental a través de todo su ciclo de vida; desde el uso de agroquímicos en el crecimiento de la planta, la producción y conservación del fruto hasta el desecho generado por el empaque.

A nivel mundial, se han llevado a cabo programas y proyectos para la concientización y disminución de la generación de residuos en todo el ciclo de vida del producto. El aprovechamiento más común de los residuos orgánicos del café es generado empíricamente por los caficultores. Estos residuos se aprovechan para la fertilización de la tierra, ya sea distribuyéndola sobre el terreno o generando abono orgánico (Carranza-Romero, 2019). En el mundo se han creado proyectos o empresas que aprovechan de forma distinta el uso de los residuos sólidos generados en el beneficio del café. El mucílago del café se ha aprovechado por empresas como Natucafé (Villegas, 2016) y Naox (Naox, 2019). Estas dos empresas, la primera colombiana y la segunda costarricense, aprovechan el mucílago y lo concentran para hacer preparados para bebidas. Estos preparados son mieles concentradas o polvos que se diluyen y se consumen como bebidas energéticas y aseguran un alto contenido de antioxidantes.

En México se originó una empresa llamada Coffee Flour que utiliza los residuos de la pulpa del fruto. La pulpa es secada, molida y comercializada como harina del café, su mercado meta son las personas que son intolerantes al gluten y no pueden consumir

harina de trigo. (Neill, 2014). La cascarilla o pergamino también ha sido aprovechado industrialmente. En varios países del mundo se comprime el pergamino del grano en pellets de diferentes tamaños. Estos pellets se utilizan como combustible sustituto del carbón, normalmente para consumo en hogares (Coffee To Burn Pellets, 2019). En China, utilizan este residuo para fabricar tazas, las tazas se mercadean como tazas de café para consumir café. La empresa llamada Huskee Cup aseguran que la taza soporta cambios de temperatura y son reusables, ya que resisten los ciclos de lavado de las lavadoras automáticas. (Huskee, 2019).

Los proyectos destinados a productos alimenticios a partir de los residuos de la pulpa y la cáscara aprovechan componentes antioxidantes como: ácido clorogénico, ésteres de ácido cafeico, quininas, polifenoles, ácido protocatecuico y rutina (Heeger, Kosinska-Cagnazzo, Cantergiani, & Andlauer, 2016). Los productos combustibles y estructurales aprovechan el pergamino de la semilla que contiene la lignina, pectina y fibra. (Farah, 2012)

Antioxidantes en los residuos generados en el beneficiado del café

Los subproductos del beneficiado del café presentan entre 65% y 70% de actividad antioxidante, esta actividad se debe a la presencia principalmente de derivados de ácidos hidroxycinámicos. (Arellano-González, et. al., 2011) El mayor componente encontrado con esta actividad es el ácido clorogénico y el ácido protocatecuico donde el primero representa hasta un 3% en peso de los subproductos del fruto del café.

Otra fuente principal de actividad antioxidante en el fruto del café son los polifenoles. Estos se encuentran en la pulpa, mucílago y pergamino, y su abundancia es variable donde se obtienen porcentajes entre 1% y 1,5% en masa expresados como ácido gálico. (Murthy & Naidu, Recovery of Phenolic Antioxidants and Functional Compounds from Coffee Industry By-Products, 2010) Estos polifenoles pueden encontrarse en forma libre o enlazados covalentemente a la pared celular. (Arellano-González, Ramírez-Coronel, Torres-Mancera, Pérez-Morales, & Saucedo-Castañeda, 2011)

Varios autores han estudiado la composición de los polifenoles en la pulpa del café. Uno de los compuestos más abundantes son las proantocianidinas, las cuales son cadenas poliméricas de cumarinas que están unidas por un enlace covalente carbono-

carbono. Las proantocianidinas se han reportado que se encuentran, aproximadamente en 20 gramos por cada kg de producto seco. (Ramirez-Coronel, et al., 2004)

En la pulpa de café también se pueden encontrar antocianinas, que además de poseer actividad antioxidante, cuentan con propiedades anti carcinogénicas, antiinflamatorias y anti hipoglucémicas. Las antocianinas presentes en la pulpa del café se encuentran en forma monomérica o polimérica el contenido de antocianinas monoméricas es de aproximadamente 24 mg/100g de pulpa seca. (Murthy, Manjunatha, Sulochannama, & Naidu, 2012)

Justificación

Costa Rica es el onceavo país con mayor producción de café a nivel mundial, lista encabezada por Brasil e Indonesia (World coffee consumption, 2019). La mayoría de las plantaciones se encuentran entre San Ramón y el Valle Central (Cobertura cafetalera 2017-2018, 2019) en la figura 2 se muestra un mapa con la distribución de la cobertura cafetalera en Costa Rica. Las descargas de la materia orgánica de la producción afectan el ambiente, principalmente aguas superficiales. Estos residuos contaminantes pueden ser aprovechados en el desarrollo de alimentos gracias a los componentes mencionados anteriormente.



Figura 2. Distribución de la cobertura cafetalera en Costa Rica. (Café de Costa Rica, 2020)

Dentro de Costa Rica se ha encontrado una empresa que aprovecha los residuos generados por el beneficiado del café. La empresa Naox se ubicada en Pérez Zeledón y pertenece a CoopeAgri, cooperativa que se fundó en 1962 que desarrolló en esta zona la producción del café y más adelante la de caña de azúcar (CoopeAgri, 2022). Naox utiliza el mucílago del café producido en los beneficios de la zona para producir un polvo que puede ser disuelto en agua y consumido directamente, aportando antioxidantes al consumidor.

Nuestra familia posee una finca cafetalera ubicada en la Zona de Jericó, Desamparados, y nos hemos propuesto la producción de café molido que contenga todos los componentes de la cáscara en su formulación. De esta manera disminuir el impacto ambiental de su producción y darle un valor agregado al producto del café.

Con este producto se plantea una iniciativa en el Valle Central y zonas cercanas para el aprovechamiento de los residuos del beneficiado del café. El principal beneficio ambiental sería disminuir la carga orgánica en los ríos, además de ofrecer al consumidor en un solo producto los beneficios del consumo de antioxidantes mientras disfrutan el tradicional café.

Hipótesis

La adición de una mezcla seca y molida de la pulpa, cáscara y mucílago, provenientes de los residuos del beneficiado del café, incrementará la actividad antioxidante al producto final y es recibida de forma positiva por el consumidor.

Objetivo general

Desarrollar una base sólida a partir de los residuos de la cáscara y pulpa desechados en el beneficiado del café que, al combinarlo con el grano tostado y molido, se obtiene un producto que presenta actividad antioxidante.

Objetivos específicos

Recolectar los frutos del café en una finca ubicada en la zona de Jericó de Desamparados para el estudio de su actividad antioxidante.

Cuantificar los componentes presentes en la cáscara, pulpa y mucílago del café, que presentan actividad antioxidante tanto en el material fresco como posterior a secado, tostado y molienda.

Evaluar la capacidad antioxidante que aporta la bebida a los consumidores, llevando a cabo las tradicionales preparaciones de la taza de café, para la selección del procedimiento de preparación de nuestra bebida.

Desarrollar el proyecto abarcando el diseño de la planta, evaluación financiera, gestión de riesgos, estudio de mercado y ambiental para la puesta en marcha.

Diseñar la imagen del producto, que promueva el consumo del café con antioxidantes, a través del consumo regular de café.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Obtención de la muestra de cultivo de café:

En la cosecha de diciembre del 2020 y enero del 2021 se tomó una muestra al azar de 2 kilogramos de café de 4 sectores de la finca (cuadrantes). Esto se realizó para promediar el contenido de los antioxidantes que se evaluarán posteriormente. Cabe destacar que cada cuadrante tiene una mezcla de plantas de diferentes edades y de dos tipos conocidos popularmente como café caturra y café catuai o híbrido artificial. (Indicación Geográfica "Café de Costa Rica", 2008)

El café “catarra” se reconoce por crecer mayormente de forma horizontal con abundantes hojas. El grano de este tipo de café es voluminoso en pulpa y tiene una forma que tiende a ser más esférica. El café híbrido crecer mayormente de forma vertical, puede alcanzar hasta 2 metros de altura, es escaso de hojas comparado con la variedad caturra y su fruto es más ovalado, con menos cantidad de pulpa.

Cuantificación de los polifenoles totales presentes en la cáscara/pulpa:

Limpieza, secado y molienda.

Los frutos de las cuatro muestras se lavaron con agua potable, para eliminar polvo y miel que se conservara en la superficie de la cáscara. El fruto se colocó en un balde con agua y se eliminaron los granos menos densos que el agua. El fruto se secó externamente con toallas de papel. Se pesaron 4 muestras de los frutos hasta alcanzar aproximadamente 200 gramos.

De cada muestra por separado la cáscara, pulpa y mucílago (segmento A, B y C de la Figura 1) se separaron manualmente del grano, el cual está cubierto del pergamino (D y E en Figura 1). Estas dos separaciones se colocaron en bandejas de papel aluminio. A nivel industrial el grano, cubierto del pergamino, se seca al Sol durante varios días. Para acelerar el proceso se colocó en un horno con flujo de aire vertical a 40°C por 48 horas.

Las cuatro muestras de pulpa/cáscara se molieron en el grado más fino que permitía un molino de café eléctrico casero.

Cuantificación de polifenoles totales a la cáscara/pulpa.

Las 4 muestras molidas de cáscara/pulpa se colocaron en un erlenmeyer de 125 mL, se les adicionó 75 mL de agua y se colocaron en un baño maría durante 30 minutos.

El extracto se dejó en reposo durante 24 horas. Transcurrido el tiempo las muestras se decantaron y filtraron a través de un filtro cualitativo de papel. El filtrado se colocó en un balón de 100 mL y se aforó con agua destilada. De estas muestras se diluyeron 1 mL en un balón de 50 mL.

La cuantificación se llevó a cabo siguiendo el método de Folin-Ciocalteu's en un lector de microplacas. Se preparó un estándar madre de ácido gálico pesando $5,4 \pm 0,1$ mg en un balón de $50,00 \pm 0,06$ mL. A partir del estándar madre se preparó una curva de calibración según el Cuadro 1.

Cuadro 1. Preparación de curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en las muestras de cáscara/pulpa.

Patrón	Volumen de estándar madre ($\pm 0,00006$ mL)	Volumen de agua destilada ($\pm 0,00006$ mL)	Concentración (mg/mL)
1	0,20000	0,80000	$0,022 \pm 0,004$
2	0,40000	0,60000	$0,043 \pm 0,008$
3	0,60000	0,40000	$0,065 \pm 0,012$
4	0,80000	0,20000	$0,086 \pm 0,016$
5	1,00000	0	$0,108 \pm 0,020$

Para realizar la medida se coloca en cada pozo del lector de microplacas los estándares y las muestras en el siguiente orden:

- 30 μ L de estándar o muestra.
- 15 μ L del reactivo Folin-Ciocalteu's.
- 200 μ L de agua destilada.
- 50 μ L de carbonato de sodio agua destilada.

El equipo que se utilizó para este experimento fue un lector de microplacas Synergy HT. En el lector de microplacas se colocaron los estándares y muestras por triplicado. Este equipo se programó para que luego de colocar las microplacas se esperara que la reacción se diera durante 30 min. Concluido el tiempo se da la lectura a 760 nm.

Cuantificación de los polifenoles que se extraen según distintos tipos de preparación de la bebida.

Según los resultados obtenidos en el experimento anterior se procedió a preparar la bebida del café para cuantificar los polifenoles que se podrían extraer en la preparación. Solamente se preparó la taza de café colocando la cáscara/pulpa en el chorreador, coffee maker, etc. Se procedió de esta manera para eliminar la interferencia del grano tostado que genera una disolución bastante oscura que puede dar falsos positivos cuando se coloque la muestra en el lector de microplacas. Además, se agregaría una variable extra al no ser constante la adición del grano en los experimentos.

Se propuso preparar 100 mL de extracto de pulpa que tendría una taza de café al ser preparada con el producto propuesto. Según el cuadro 10 del capítulo de resultados se calculó que una taza de café de 100 mL llevaría aproximadamente 2,69 gramos de la cáscara/pulpa. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

Masa promedio de cáscara/pulpa: 18,1751.

Masa promedio del grano seco: 40,6145.

Si se combina el total del grano molido con el total de la cáscara/pulpa se tendrá los siguientes porcentajes en el producto:

Porcentaje de grano: 69,08%

Cáscara/pulpa: 30,92%

Una taza de café lleva aproximadamente 15 gramos de polvo. 100 mL de la preparación equivaldría a 6 gramos de café, esto representaría el ~69% de la mezcla. Para completar el otro ~31% se requeriría 2,69 gramos de pulpa.

Se simularon en el laboratorio 4 tipos de extracción de café: coffee maker, chorreado en media, percolador e infusión (para esta última se realiza una preparación similar a la de un té). Se realizaron las extracciones por cuadruplicado. Se colocaron en balones aforados de 100 mL y se dejaron llegar a temperatura ambiente, finalmente se aforó con agua. De las disoluciones de coffee maker y chorreador o media se tomó 10 mL y se diluyó en un balón aforado de 50 mL con agua. De las disoluciones de infusión y percolador se tomaron 5 mL y se diluyó en un balón aforado de 50 mL.

El análisis de polifenoles totales de las muestras anteriores se realizó siguiendo el procedimiento en microplacas descrito anteriormente en un equipo Thermo Scientific Varioskan LUX.

Para los extractos preparados en coffee maker, chorreador o media, infusión y percolador, se preparó un estándar madre de ácido gálico pesando $5,0 \pm 0,1$ mg en un balón de $50,00 \pm 0,06$ mL. A partir del estándar madre se preparó una curva de calibración según el cuadro 2.

Cuadro 2. Preparación de curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en las muestras de extractos de cáscara/pulpa.

Patrón	Volumen de estándar madre ($\pm 0,00006$ mL)	Volumen de agua destilada ($\pm 0,00006$ mL)	Concentración (mg/mL)
1	0,20000	0,80000	$0,020 \pm 0,004$
2	0,40000	0,60000	$0,040 \pm 0,008$
3	0,60000	0,40000	$0,060 \pm 0,012$
4	0,80000	0,20000	$0,080 \pm 0,016$
5	1,00000	0	$0,100 \pm 0,020$

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Determinación de las proporciones másicas del grano/pergamino y cáscara/pulpa.

Cuadro 3. Masas de las muestras de fruto entero.

Muestra	Masa ($\pm 0,001$ g)
1	200,527
2	200,620
3	200,572
4	200,329

Cuadro 4. Masas de cáscara/pulpa separada del pergamino/grano.

Muestra	Masa cáscara/pulpa ($\pm 0,001$ g)	Masa pergamino/grano ($\pm 0,001$ g)
1	85,470	114,158
2	85,525	113,181
3	85,372	113,072
4	84,367	114,867

Cuadro 5. Masas de las muestras secas de cáscara/pulpa separada del pergamino/grano.

Muestra	Masa cáscara/pulpa ($\pm 0,001$ g)	Masa pergamino/grano ($\pm 0,001$ g)
1	19,0569	53,9000
2	19,4486	53,5107
3	19,3532	52,0820
4	20,0465	57,8502

Cuadro 6. Masas de las muestras de cáscara/pulpa recuperada después de molienda.

Muestra	Masa ($\pm 0,0001$ g)
1	17,7097
2	18,0461
3	18,0161
4	18,9284

Cuadro 7. Masa recuperada del grano de café después de eliminarle el pergamino.

Muestra	Masa ($\pm 0,0001$ g)
1	41,7100
2	42,2632
3	41,0130
4	44,7371

Cuadro 8. Masas de las muestras de grano recuperado después de molienda.

Muestra	Masa ($\pm 0,0001$ g)
1	40,3123
2	39,9853
3	39,2977
4	42,8628

Cuadro 9. Proporción porcentual de cáscara/pulpa y pergamino/grano respecto al grano entero sin secar.

Muestra	Proporción cáscara/pulpa ($\pm 0,0005$ %)	Proporción pergamino/grano ($\pm 0,0006$ %)
1	42,6227	56,9290
2	42,6303	56,4156
3	42,5643	56,3748
4	42,1142	57,3392

Cuadro 10. Proporción de cáscara/pulpa y pergamino/grano respecto al grano entero después del secado.

Muestra	Proporción cáscara/pulpa ($\pm 0,0005$ %)	Proporción pergamino/grano ($\pm 0,0005$ %)
1	9,5034	26,8792
2	9,6942	26,6727
3	9,6490	25,9667
4	10,0068	28,8776

Cuadro 11. Masas para la extracción utilizando distintos métodos de preparación de la bebida de café.

Muestra	Coffee Maker ($\pm 0,0001$ g)	Media o chorreador ($\pm 0,0001$ g)	Infusión ($\pm 0,0001$ g)	Percolador ($\pm 0,0001$ g)
1	2,6720	2,6731	2,6732	2,6710
2	2,6725	2,6760	2,6792	2,6747
3	2,6784	2,6702	2,6743	2,6765
4	2,6730	2,6719	2,6729	2,6717

Cálculos y resultados de las pruebas cuantitativas de polifenoles totales

Cuadro 12. Absorbancias obtenidas por los estándares en la cuantificación de polifenoles totales en la cáscara/pulpa del café.

Patrón	Concentración (mg/mL)	Lectura 1 ($\pm 0,001$)	Lectura 2 ($\pm 0,001$)	Lectura 3 ($\pm 0,001$)	Promedio ($\pm 0,002$)
1	0,022 \pm 0,004	0,168	0,213	0,166	0,182
2	0,043 \pm 0,008	0,395	0,409	0,416	0,407
3	0,065 \pm 0,012	0,642	0,586	0,591	0,606
4	0,086 \pm 0,016	0,726	0,816	0,692	0,745
5	0,11 \pm 0,02	0,919	0,850	0,834	0,868
Blanco	0	-0,001	0,001	-0,001	0,000

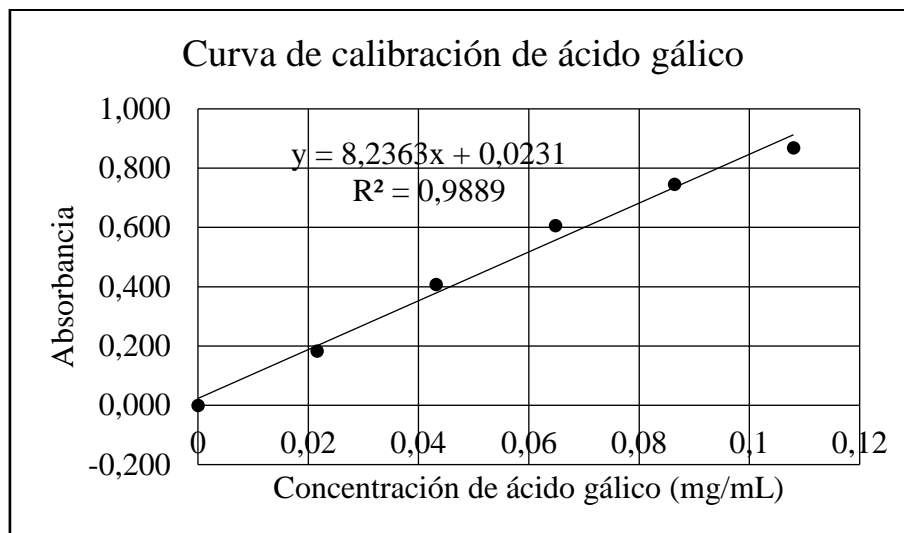


Gráfico 1. Curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales utilizando ácido gálico como estándar.

Cuadro 13. Absorbancias obtenidas en las muestras de cáscara/pulpa.

Muestra	Absorbancia 1 ($\pm 0,001$)	Absorbancia 2 ($\pm 0,001$)	Absorbancia 3 ($\pm 0,001$)	Absorbancia 4 ($\pm 0,001$)	Promedio ($\pm 0,002$)
1	0,401	0,293	0,385	0,299	0,345
2	0,326	0,294	0,353	0,348	0,330
3	0,262	0,312	0,315	0,340	0,307
4	0,548	0,559	0,537	0,529	0,543

Se calculó el contenido de polifenoles en mg que contienen la cáscara/pulpa en base seca:

Curva de calibración: $\text{absorbancia} = (8,14 \pm 0,02) \cdot \text{concentración}(\text{mg/mL}) + (0,026 \pm 0,002)$

$$\text{mg/mL de polifenoles en la muestra 1} = \frac{\text{absorbancia} - 0,0231}{8,2363} = \frac{(0,345 \pm 0,002) - (0,026 \pm 0,002)}{(8,14 \pm 0,02)} = 0,0392$$

$\pm 0,0004 \text{ mg/mL}$

$$\text{mg en muestra 1} = 0,039 \pm 0,003 \text{ mg/mL} \cdot \frac{50,00 \pm 0,06 \text{ mL}}{1,00000 \pm 0,00006 \text{ mL}} \cdot 100,0 \pm 0,1 \text{ mL} = 195 \pm 15$$

mg.

De forma similar se calculó para las otras tres muestras:

Muestra 1: 196 ± 2 mg

Muestra 2: 187 ± 2 mg

Muestra 3: 173 ± 2 mg

Muestra 4: 318 ± 2 mg

Se obtuvo un promedio de 218 ± 4 mg con una desviación estándar de 30%.

El porcentaje de contenido de polifenoles equivalentes a ácido gálico en la cáscara/pulpa del café es:

$$\text{Muestra 1: } \frac{196 \pm 2 \text{ mg}}{17\,709,7 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,11 \pm 0,01\%$$

$$\text{Muestra 2: } \frac{187 \pm 2 \text{ mg}}{18\,046,1 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,04 \pm 0,01\%$$

$$\text{Muestra 3: } \frac{173 \pm 2 \text{ mg}}{18\,016,1 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 0,96 \pm 0,01\%$$

$$\text{Muestra 4: } \frac{318 \pm 2 \text{ mg}}{18\,928,4 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,68 \pm 0,01\%$$

El porcentaje promedio de contenido de polifenoles equivalentes a ácido gálico es de $1,20 \pm 0,02\%$.

Cuadro 14. Absorbancias obtenidas por los estándares de ácido gálico en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante coffee maker y media o chorreador.

Patrón	Concentración teórica	Lectura 1 ($\pm 0,0001$)	Lectura 2 ($\pm 0,0001$)	Lectura 3 ($\pm 0,0001$)	Promedio ($\pm 0,0002$)
1	$0,020 \pm 0,004$	0,3382	0,3237	0,3862	0,3494
2	$0,040 \pm 0,008$	0,5603	0,5791	0,5555	0,5650
3	$0,060 \pm 0,012$	0,7861	0,6582	0,7237	0,7227
4	$0,080 \pm 0,016$	0,9536	0,9354	0,9331	0,9407
5	$0,100 \pm 0,020$	1,1827	1,1354	1,1551	1,1577
Blanco	0	0,1536	0,1375	0,1581	0,1497

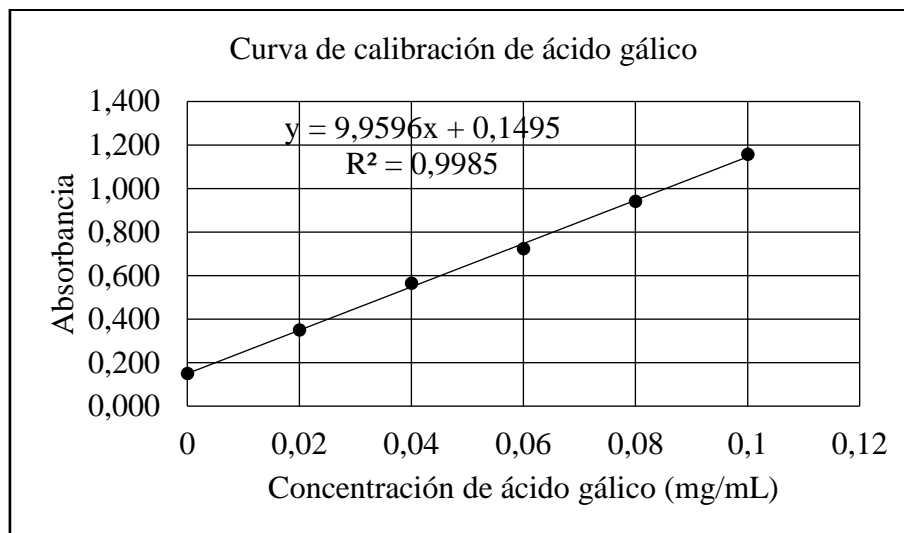


Gráfico 2. Curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante coffee maker y media o chorreador, utilizando ácido gálico como estándar.

Cuadro 15. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante coffee maker.

Muestra	Absorbancia 1 ($\pm 0,0001$)	Absorbancia 2 ($\pm 0,0001$)	Absorbancia 3 ($\pm 0,0001$)	Promedio ($\pm 0,0002$)
Coffee maker 1	0,8419	0,8437	0,8422	0,8426
Coffee maker 2	0,7885	0,7403	0,7248	0,7512
Coffee maker 3	0,5611	0,594	0,6481	0,6011
Coffee maker 4	0,8121	0,8501	0,9157	0,8593

De forma similar se calculó el contenido de polifenoles en mg extraídos de la cáscara/pulpa en coffee maker y media o chorreador:

$$\text{Curva de calibración: absorbancia} = 9,96 \pm 0,02 \cdot \text{concentración(mg/mL)} + 0,150 \pm 0,002$$

$$\text{mg/mL de polifenoles en coffee maker 1} = \frac{\text{absorbancia} - 0,150 \pm 0,002}{9,96 \pm 0,02} = \frac{0,8426 \pm 0,0002 - 0,150 \pm 0,002}{9,96 \pm 0,02}$$

$$= 0,0696 + 0,0002 \text{ mg/mL}$$

$$\text{mg de polifenoles en coffee maker 1} = 0,0696 \pm 0,0002 \text{ mg/mL} \cdot \frac{50 \pm 0,06 \text{ mL}}{10 \pm 0,025 \text{ mL}} \cdot 100 \pm 0,1 \text{ mL} = 34,8 \pm 0,1 \text{ mg}$$

De forma similar se calculó para las otras tres muestras:

Coffee maker 1: $34,8 \pm 0,1 \text{ mg}$

Coffee maker 2: $30,2 \pm 0,1 \text{ mg}$

Coffee maker 3: $22,7 \pm 0,1 \text{ mg}$

Coffee maker 4: $35,6 \pm 0,1 \text{ mg}$

Se obtuvo un promedio de $30,8 \pm 0,2 \text{ mg}$ con una desviación estándar de 19 %.

El porcentaje de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos de la cáscara/pulpa del café en coffee maker es:

$$\text{Coffee maker 1: } \frac{34,8 \pm 0,1 \text{ mg}}{2672,0 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,302 \pm 0,005\%$$

$$\text{Coffee maker 2: } \frac{30,2 \pm 0,1 \text{ mg}}{2672,5 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,130 \pm 0,005\%$$

$$\text{Coffee maker 3: } \frac{22,7 \pm 0,1 \text{ mg}}{2678,4 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 0,846 \pm 0,004\%$$

$$\text{Coffee maker 4: } \frac{35,6 \pm 0,1 \text{ mg}}{2673,0 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,333 \pm 0,005\%$$

El porcentaje promedio de contenido de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos en coffee maker es de $1,15 \pm 0,01\%$.

Cuadro 16. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante media o chorreador.

Muestra	Absorbancia 1 ($\pm 0,0001$)	Absorbancia 2 ($\pm 0,0001$)	Absorbancia 3 ($\pm 0,0001$)	Promedio ($\pm 0,0002$)
Media o chorreador 1	0,6078	0,6125	0,6277	0,6160
Media o chorreador 2	0,5665	0,6406	0,6578	0,6216
Media o chorreador 3	0,6619	0,6487	0,6755	0,6620
Media o chorreador 4	0,6853	0,6691	0,7209	0,6918

Se calculó también los mg extraídos por medio de media o chorreador de cuatro muestras:

Media o chorreador 1: $23,4 \pm 0,1$ mg

Media o chorreador 2: $23,7 \pm 0,1$ mg

Media o chorreador 3: $25,7 \pm 0,1$ mg

Media o chorreador 4: $27,2 \pm 0,1$ mg

Se obtuvo un promedio de $25,0 \pm 0,2$ mg con una desviación estándar de 7%.

El porcentaje de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos de la cáscara/pulpa del café en media o chorreador es:

$$\text{Media o chorreador 1: } \frac{23,4 \pm 0,1 \text{ mg}}{2673,1 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 0,876 \pm 0,004\%$$

$$\text{Media o chorreador 2: } \frac{23,7 \pm 0,1 \text{ mg}}{2676,0 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 0,886 \pm 0,004\%$$

$$\text{Media o chorreador 3: } \frac{25,7 \pm 0,1 \text{ mg}}{2670,2 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 0,964 \pm 0,005\%$$

$$\text{Media o chorreador 4: } \frac{27,2 \pm 0,1 \text{ mg}}{2671,9 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,019 \pm 0,005\%$$

El porcentaje promedio de contenido de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos en coffee maker es de $0,94 \pm 0,01\%$.

Cuadro 17. Absorbancias obtenidas por los estándares en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante infusión y percolador.

Patrón	Concentración teórica	Lectura 1 ($\pm 0,0001$)	Lectura 2 ($\pm 0,0001$)	Lectura 3 ($\pm 0,0001$)	Promedio ($\pm 0,0002$)
1	0,020 \pm 0,004	0,3682	0,3720	0,3545	0,3649
2	0,040 \pm 0,008	0,5723	0,5677	0,5633	0,5678
3	0,060 \pm 0,012	0,826	0,7403	0,8223	0,7962
4	0,080 \pm 0,016	1,0147	0,9118	1,0039	0,9768
5	0,100 \pm 0,020	1,1673	1,2128	1,2567	1,2123
Blanco	0	0,1729	0,1503	0,1589	0,1607

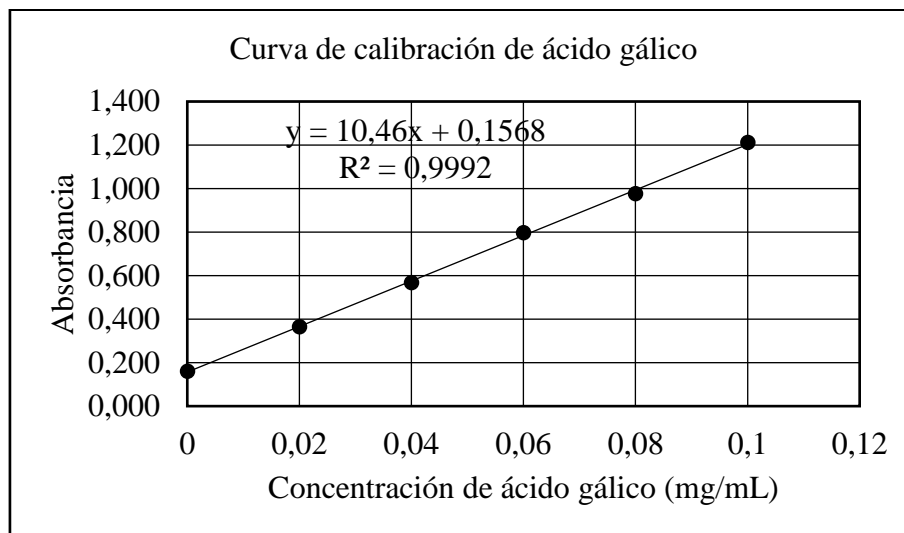


Gráfico 3. Curva de calibración para la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante infusión y percolador, utilizando ácido gálico como estándar.

Cuadro 18. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante infusión.

Muestra	Absorbancia 1 ($\pm 0,0001$)	Absorbancia 2 ($\pm 0,0001$)	Absorbancia 3 ($\pm 0,0001$)	Promedio ($\pm 0,0002$)
Infusión 1	0,5105	0,5274	0,5391	0,5257
Infusión 2	0,6040	0,6272	0,5827	0,6046
Infusión 3	0,5908	0,5915	0,5672	0,5832
Infusión 4	0,6088	0,5912	0,6345	0,6115

De forma similar se calculó el contenido de polifenoles en mg extraídos de la cáscara/pulpa en infusión y percolador:

Curva de calibración: $\text{absorbancia} = 10,46 \pm 0,02 \cdot \text{concentración}(\text{mg/mL}) + 0,157 \pm 0,002$

$\text{mg/mL de polifenoles en infusión 1} = \frac{\text{absorbancia} - 0,157 \pm 0,002}{10,46 \pm 0,02} = \frac{0,5257 \pm 0,0002 - 0,157 \pm 0,002}{10,46 \pm 0,02} =$

$0,353 \pm 0,002 \text{ mg/mL}$

$$\text{mg de polifenoles en coffee maker 1} = 0,0353 \text{ mg/mL} \cdot \frac{50 \text{ mL}}{5 \text{ mL}} \cdot 100 \text{ mL} = 35,3 \text{ mg}$$

Se calculó también los mg extraídos por medio de media o chorreador de cuatro muestras:

Infusión 1: $35,3 \pm 0,2 \text{ mg}$

Infusión 2: $42,8 \pm 0,2 \text{ mg}$

Infusión 3: $40,8 \pm 0,2 \text{ mg}$

Infusión 4: $43,5 \pm 0,2 \text{ mg}$

Se obtuvo un promedio de 43,3 mg con una desviación estándar de 9%.

El porcentaje de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos de la cáscara/pulpa del café en media o chorreador es:

$$\text{Infusión 1: } \frac{35,3 \pm 0,2 \text{ mg}}{2673,2 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,319 \pm 0,008\%$$

$$\text{Infusión 2: } \frac{42,8 \pm 0,2 \text{ mg}}{2679,2 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,598 \pm 0,008\%$$

$$\text{Infusión 3: } \frac{40,8 \pm 0,2 \text{ mg}}{2674,3 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,524 \pm 0,009\%$$

$$\text{Infusión 4: } \frac{43,5 \pm 0,2 \text{ mg}}{2672,9 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,626 \pm 0,009\%$$

El porcentaje promedio de contenido de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos en infusión es de $1,52 \pm 0,01\%$.

Cuadro 19. Absorbancias obtenidas por las muestras en la cuantificación de polifenoles totales en los extractos de preparaciones de bebida de la cáscara/pulpa del café mediante percolador.

Muestra	Absorbancia 1	Absorbancia 2	Absorbancia 3	Promedio
Percolador 1	0,5162	0,4766	0,5031	0,4986
Percolador 2	0,5046	0,5941	0,5294	0,5427
Percolador 3	0,3726	0,4245	0,3919	0,3963
Percolador 4	0,56	0,5899	0,5303	0,5601

Los mg extraídos por medio de percolador de las cuatro muestras:

Percolador 1: $32,7 \pm 0,2 \text{ mg}$

Percolador 2: $36,9 \pm 0,2 \text{ mg}$

Percolador 3: $22,9 \pm 0,2 \text{ mg}$

Percolador 4: $38,6 \pm 0,2$ mg

Se obtuvo un promedio de $32,8 \pm 0,4$ mg con una desviación estándar de 21%.

El porcentaje de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos de la cáscara/pulpa del café en percolador es:

$$\text{Percolador 1: } \frac{32,7 \pm 0,2 \text{ mg}}{2671,0 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,224 \pm 0,008\%$$

$$\text{Percolador 2: } \frac{36,9 \pm 0,2 \text{ mg}}{2674,7 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,379 \pm 0,008\%$$

$$\text{Percolador 3: } \frac{22,9 \pm 0,2 \text{ mg}}{2676,5 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 0,856 \pm 0,008\%$$

$$\text{Percolador 4: } \frac{38,6 \pm 0,2 \text{ mg}}{2671,7 \pm 0,1 \text{ mg}} \cdot 100 = 1,443 \pm 0,008\%$$

El porcentaje promedio de contenido de polifenoles equivalentes a ácido gálico extraídos en infusión es de $1,23 \pm 0,01\%$.

Cuadro 20. Resumen comparativo del porcentaje de polifenoles equivalentes a ácido gálico que tendría una bebida preparada de café.

Muestra	Coffee Maker	Media o chorreador	Infusión	Percolador	Resultado de todas las muestras.
1	$1,302 \pm 0,005$	$0,876 \pm 0,004$	$1,319 \pm 0,008$	$1,224 \pm 0,008$	
2	$1,130 \pm 0,005$	$0,886 \pm 0,004$	$1,598 \pm 0,008$	$1,379 \pm 0,008$	
3	$0,846 \pm 0,004$	$0,964 \pm 0,005$	$1,524 \pm 0,008$	$0,856 \pm 0,008$	
4	$1,333 \pm 0,005$	$1,019 \pm 0,005$	$1,626 \pm 0,008$	$1,443 \pm 0,008$	
Promedio	$1,15 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,01$	$1,52 \pm 0,01$	$1,23 \pm 0,01$	$1,21 \pm 0,02$
Mínimo	$0,846 \pm 0,004$	$0,876 \pm 0,004$	$1,319 \pm 0,008$	$0,856 \pm 0,008$	$0,846 \pm 0,004$
Máximo	$1,333 \pm 0,005$	$1,019 \pm 0,005$	$1,626 \pm 0,008$	$1,443 \pm 0,008$	$1,626 \pm 0,008$

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Por medio del experimento descrito en la metodología se buscó determinar el contenido de polifenoles en la cáscara/pulpa del café. Ya que, basándose en la bibliografía esta parte del fruto contiene compuestos antioxidantes. Se propuso preparar un polvo para bebida que contenga una mayor cantidad de propiedades antioxidantes y le brinde este beneficio al consumidor cuando la prepare mediante métodos comunes. Primero se determinó el contenido total de polifenoles en muestras de pulpa y posterior a esto se determinó la cantidad de polifenoles que se extraerían de la pulpa al prepararse la bebida del café.

El método utilizado para la cuantificación de los polifenoles totales fue el de Folin-Ciocalteu. Este es un método general para la cuantificación de polifenoles totales, consiste en mezclar la muestra con el reactivo de Folin-Ciocalteu. Mezcla que al adicionársele carbonato de sodio inicia una reacción que genera un color verdeazulado. El color es proporcional a la cantidad de polifenoles en la muestra, el cual se puede leer en un detector ultravioleta (Blainski, Lopes, & Palazzo de Mello, 2013). En esta metodología se utilizó el lector de microplacas para disminuir el consumo de reactivos y minimiza el tiempo de análisis.

Se llevaron a cabo 3 métodos comunes de preparación del café: coffee maker, chorreador o media y percolador, y uno nuevo en el mercado que es la infusión, similar a como se prepara una taza de té. El experimento se llevó a cabo utilizando solamente la cáscara/pulpa en lugar de una mezcla grano tostado con cáscara pulpa seca, ya que al chorrearse la mezcla el café tostado extrae componentes coloreados que pueden interferir en el experimento y dar un falso positivo a la hora de hacerse la lectura.

En los resultados obtenidos, resumidos en el cuadro 20, se puede observar que en la media o chorreador es donde menos se extrae polifenoles. Esto se puede deber a que el tamaño de poro de la media o chorreador es grande, por lo que el tiempo de contacto del agua caliente con la muestra es corto, dando como resultado una menor extracción. El método por el cual opera el coffee maker es similar al de la media o chorreador, sin embargo, comparativamente el tamaño de poro del filtro del coffee maker es menor al de

la media o chorreador, por lo que el tiempo de contacto del agua con la muestra es mayor, dando como resultado una mayor cantidad de polifenoles extraídos.

Los siguientes dos métodos de extracción son los que mayor cantidad de tiempo tiene contacto la muestra con el agua por lo que se predijo que se podría extraer mayor cantidad de polifenoles. La infusión consiste en colocar la muestra en una bolsita de papel filtro y esta se sumerge en una taza de agua caliente. Este método proporciona mayor tiempo de contacto entre el agua caliente y la muestra por lo que se puede dar una mejor extracción. El método de percolación recicla varias veces el agua que se utiliza en la extracción, por lo que también es uno de los métodos más eficientes para la extracción de los polifenoles.

Los resultados obtenidos concuerdan con la predicción hecha, y serán parte de las recomendaciones a brindarle al consumidor. En la tabla 15 se observa que en promedio se extrae 1,2% de polifenoles en cada bebida, mismo resultado obtenido de la cuantificación de polifenoles totales. Se determinó el mínimo de polifenoles extraídos para comunicar al consumidor que al menos por cada bebida obtendrá 0,8% de polifenoles equivalentes a ácido gálico en su bebida.

En la literatura se puede encontrar una correlación entre el contenido de polifenoles y el poder antioxidante o reductor de estos compuestos. Se puede aseverar que a mayor presencia de compuestos polifenólicos equivalentes a ácido gálico mayor poder reductor. Por ejemplo, en un estudio realizado con semillas nueces se obtuvo esta correlación (r^2) mayor a 0,7 entre la concentración de polifenoles totales y actividad reductora equivalente a ácido ascórbico (Padilla, Rincón, & Bou-Rached, 2008). Un estudio similar se realizó para estudiar el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante en café arábica obteniéndose de igual manera una correlación mayor a 0,7. (Suárez Cunza, Alfaro Pillihuaman, & Ramírez Roca, 2020).

El contenido promedio de 1,2 g/100g de polifenoles equivalentes a ácido gálico que aportará el producto propuesto al consumidor equivale aproximadamente a 0,951g/100g de trolox, el cual es un análogo de la vitamina E que sirve de referencia para expresar el potencial antioxidante (Vega, De León, & Reyes, 2017).

No se encuentra definida una cantidad mínima de consumo diario recomendado de antioxidantes, ya que estos se encuentran en frutas y verduras. Sin embargo, se recomienda un consumo alto de estos compuestos ya que ayudan con el balance de condiciones cardiovasculares, gástricas, neurológicas y del sistema endocrino. Los antioxidantes también previenen el cáncer al eliminar sustancias oxidativas que pueden atacar el ADN, así como disminuyen el envejecimiento celular (Padilla, Rincón, & Bou-Rached, 2008).

CAPÍTULO V: ESTUDIO DE MERCADO

Los antioxidantes extraídos de la cáscara/pulpa del café tienen principalmente dos beneficios: aportar energía y evitar el envejecimiento de las células. Se propone abarcar dos áreas del mercado en la comercialización del producto: las personas jóvenes/adultas de entre 15 a 35 años que requieren de energía y las mayores de 35 años que se preocupan más por el cuidado personal y estado de salud en general. La zona geográfica en la que se enfocará el mercado será en un inicio el en zonas de la Gran Área Metropolitana. La esta estrategia de mercado se llevará a cabo mediante el diseño del empaque, este debe centrarse en enfatizar un cambio en el producto mismo, se visualiza un empaque innovador que genere la curiosidad del cliente y que represente la transición entre el café clásico y la nueva alternativa de una bebida energética con acciones benéficas para la salud, también se generará una campaña e-comerce basada en redes sociales que muestre los beneficios de la bebida así como las tendencias de temporada.

Diseño del empaque del producto

El empaque para el objetivo de mercado de 15 a 30 años se representará por un diseño llamativo que proyecte un cambio de lo tradicional a un ambiente más moderno, el diseño se imprimirá sobre papel craft o cartón con un revestimiento interno que aisle la humedad ambiental del producto, ya que esto puede variar la calidad del producto. La propuesta de diseño se presenta a continuación.



Figura 3. Diseño de empaque de 725 g de café por ambos lados.

Se propone el nombre de marca BALU, la cuál es una palabra sumeria que significa “vivo” y es lo que se quiere lograr proyectar con el producto.

Se realizó una encuesta a través de Google Forms para estudiar el mercado y la aceptación de la idea en el mercado, la misma y sus resultados se detallan a continuación. La definición del tamaño de muestra de encuestados se realizó de dos formas: por medio de un muestreo aleatorio simple el cual consiste en la raíz cuadrada de la población (GCF Global, 2022) y mediante la herramienta en línea de SurveyMonkey que determina el tamaño de muestra según el tamaño de la población, nivel de confianza y margen de error. El alcance del producto basándose en la cantidad de bolsas que se producirá inicialmente sería de 8080 bolsas, suponiendo que solo una persona consumirá de una bolsa y que solo consumirá una bolsa por año se definió este número como el tamaño de la población meta.

Utilizando la metodología de muestreo aleatorio simple el resultado es de 90 personas encuestadas y mediante la herramienta de SurveyMonkey teniendo un 95% de confianza y 10% de error el tamaño de muestra es de 95 encuestados.

Para la encuesta realizada se recolectaron 100 respuestas que contenía el siguiente cuestionario:

- 1) Rango de edad
 - a. 15-20 años.
 - b. 20-25 años.
 - c. 25-30 años.
 - d. 30-35 años.
 - e. 35-40 años
 - f. Más de 40 años.

- 2) Provincia de residencia
 - a. Alajuela.
 - b. Cartago.
 - c. Guanacaste.
 - d. Heredia.
 - e. Limón.
 - f. Puntarenas.
 - g. San José.

- 3) ¿Cuántas tazas de café consume al día, generalmente?
 - a. 0
 - b. 1
 - c. 2
 - d. 3
 - e. 4 o más.

- 4) ¿Cómo prefiere comprar su café?
 - a. Grano entero para tostar y moler.
 - b. Grano tostado para moler.
 - c. Grano molido.
 - d. Café instantáneo o expreso.

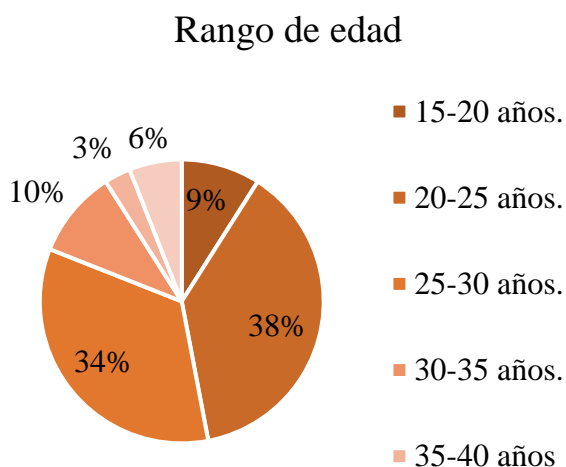
- 5) ¿Dónde consume el café frecuentemente?
- En casa.
 - Lugar de trabajo.
 - Cafetería.
- 6) ¿Cuál marca de café es la que consume con más frecuencia?
- Café Rey.
 - Nescafé.
 - 1820.
 - Volio.
 - Montaña.
 - Britt.
 - Otra.
- 7) ¿Qué tipo de cafetería frecuenta?
- Comercial (Starbucks, Spoon, etc.).
 - Rústica o tradicional.
- 8) ¿Cómo prefiere preparar el café?
- Chorreador/media.
 - Coffee Maker.
 - Percolador.
 - Expresso.
 - Otra.
- 9) ¿Conoce los beneficios de las sustancias antioxidantes?
- Sí.
 - No.
- 10) ¿Compraría un producto de café que contiene sustancias antioxidantes?
- Sí.
 - No.

11) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una bolsa de café molido de 725 gramos?

La cual contiene 500 gramos de café molido y 225 gramos de pulpa molida.

- ₡1000-₡2000
- ₡2000-₡3000
- ₡3000-₡4000
- ₡4000-₡5000
- ₡5000-₡6000

Se obtuvieron 100 respuestas de la encuesta. Se analizó individualmente el porcentaje obtenido de cada pregunta en gráficos de pastel que son generados por Google y se correlacionaron algunas respuestas para estudiar más específicamente el mercado y plantear estrategias de comercialización.



El rango de edad que resultó como que más consume café es de 20 a 30 años, sin embargo, este resultado se debe a que el medio en el cual se distribuyó la encuesta fue a través de redes sociales, donde no se alcanzó a población con mayor rango de edad.

Gráfico 4. Rangos de edad que contestaron la encuesta.

Provincia de residencia

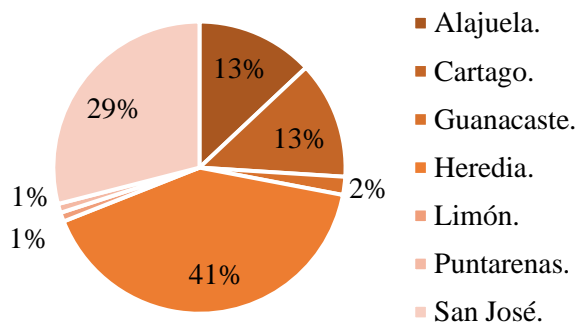


Gráfico 5. Resultados de la provincia de residencia.

¿Cuántas tazas de café consume al día, generalmente?

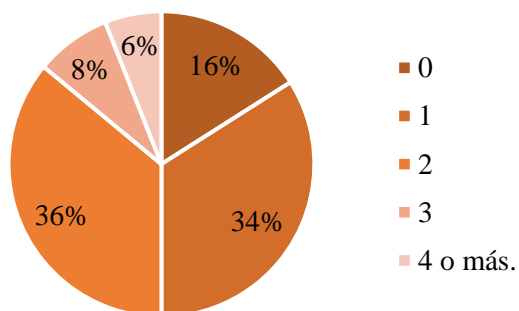


Gráfico 6. Cantidad de tazas consumidas al día.

El resultado a esta encuesta nos brinda una idea de en qué sector del valle central se puede distribuir el café y obtener mayor ganancia. Heredia y San José serían las zonas donde se comenzaría a distribuir el producto.

Los consumidores toman entre una y dos tazas de café diarias, como se mencionó anteriormente cada taza del café Baltu les aportaría 200 mg de antioxidantes y se recomienda un consumo mínimo de 1000 mg diarios. El consumir dos tazas brindaría una importante cantidad de antioxidantes a la dieta diaria de estos consumidores.

¿Cómo prefiere comprar su café?

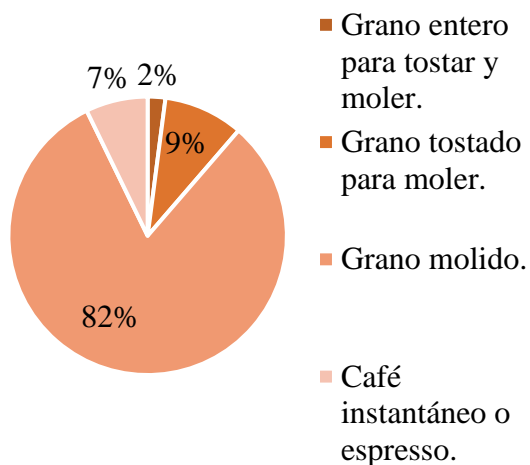


Gráfico 7. Presentación en que prefieren comprar el café los consumidores.

¿Dónde consume el café frecuentemente?

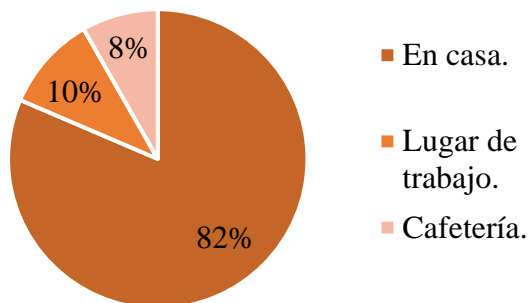


Gráfico 8. Lugar donde se frecuenta consumir café.

El resultado de presentación de grano molido es importante para el proyecto ya que es la propuesta. También se puede explorar el comercializar como café instantáneo o espresso, ya que sería café molido, pero a un menor tamaño de partícula.

Se explora la posibilidad de negociar el producto con cafeterías además de colocarlo en comercios. Dado que el 82% de los encuestados lo consumen en su casa el canal de comercialización preferible sería en pulperías o supermercados.

¿Cuál marca de café es la que consume con más frecuencia?

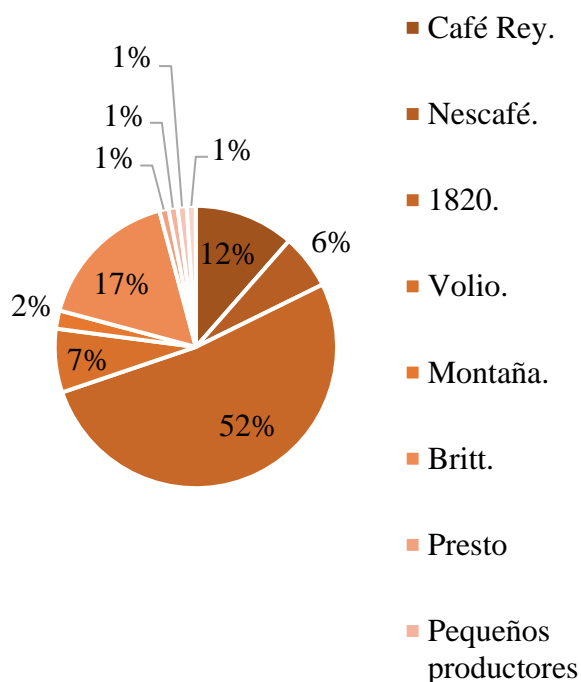


Gráfico 9. Marca más consumida.

¿Qué tipo de cafetería frecuenta?

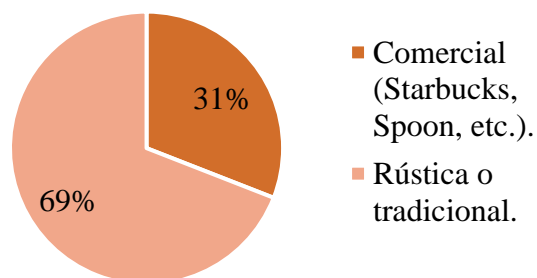


Gráfico 10. Tipo de cafeterías que frecuentan los consumidores.

El café 1820 es el más consumido por el mercado consultado. Esta empresa tiene más de 20 años de estar posicionada en el mercado y de hecho es la más consumida, de acuerdo con reseñas, en el país. (Café 1820, Nosotros, 2022)

Se tomó el precio de este café como referencia para el balance de caja. Según la caracterización dada por Café 1820, este café es proveniente de zonas con una altura de 1100 msnm, tiene un tueste oscuro con baja acidez y alta amargura, con buen cuerpo y aroma. (Café 1820, Molido Clásico, 2022)

En la idea de explorar el comercializar el café en cafeterías se preguntó a los consumidores en qué tipo de cafeterías prefieren consumir. Este resultado da un panorama de que sería factible colaborar con cafeterías tradicionales para la venta del producto.

¿Cómo prefiere preparar el café?

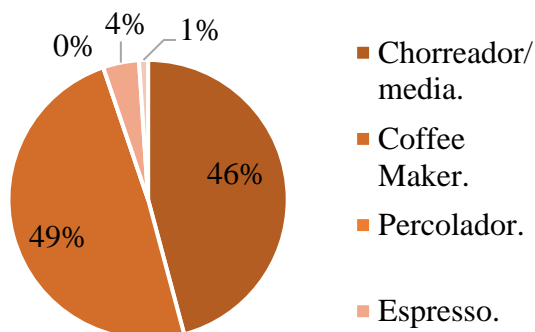


Gráfico 11. Métodos de preparación del café.

¿Conoce los beneficios de las sustancias antioxidantes?

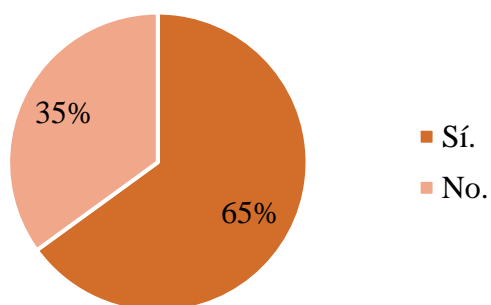


Gráfico 12. Conocimiento de las propiedades antioxidantes por consumidores.

Los principales medios para preparar la bebida de café son chorreador o media y coffee maker, esto se debe a que son los medios más accesibles para preparar la bebida y tiene correlación con la presentación (molido) en que se compra el café. El Coffee Maker es de los métodos estudiados que extrae aproximadamente un 100% los antioxidantes contenidos en la cáscara/pulpa. El chorreador o media es el que menos extrae los antioxidantes de la cáscara/pulpa, aproximadamente un 75% del total. Debido a que un buen porcentaje de consumidores no conoce los beneficios de los antioxidantes se propone colocar la información de forma general a un costado de la bolsa o en una esquina inferior de los lados frontales.

¿Compraría un producto de café que contiene sustancias antioxidantes?

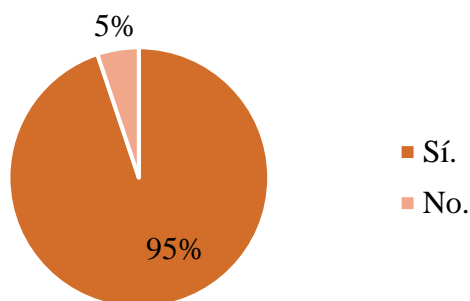


Gráfico 13. Disposición a comprar un producto con antioxidantes.

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una bolsa de café molido de 725 gramos?

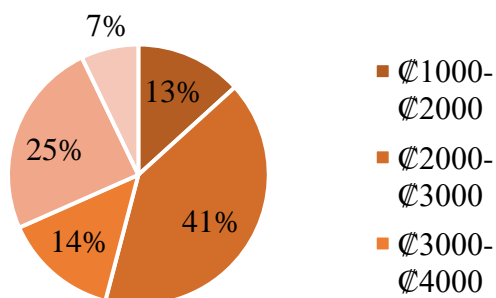


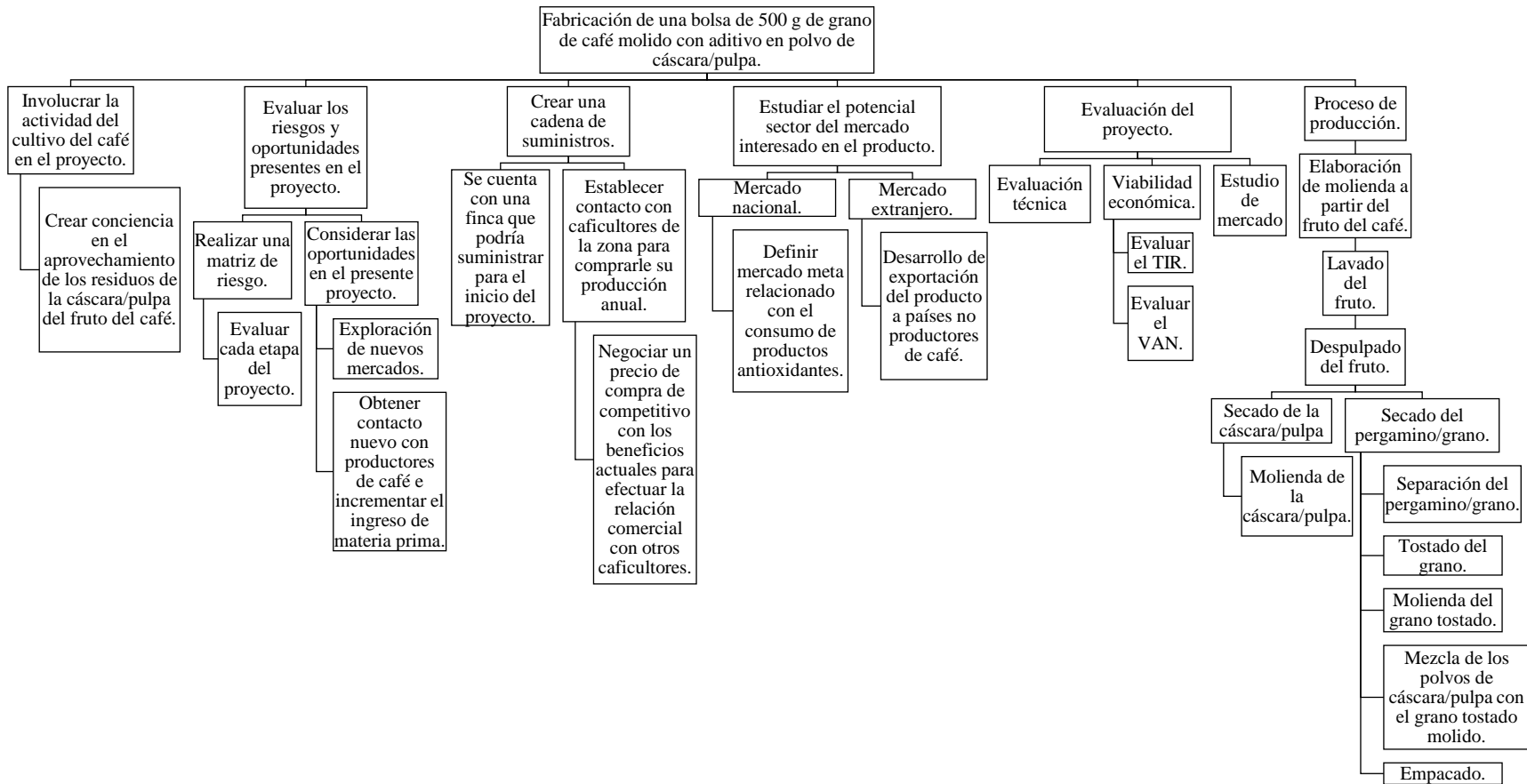
Gráfico 14. Rangos de precios que estaría dispuesto a pagar un consumidor.

Los consumidores estarían siendo atraídos por el consumo de un producto que contenga antioxidantes extra, por lo que es importante informar de los beneficios el mercado.

Se ve una principal disposición a pagar por un rango de precio donde se propuso en el balance de caja, por lo que es una buena noticia al introducir el producto al mercado con el precio propuesto. Sin embargo, el porcentaje de consumidores que estarían dispuestos a pagar más de 3000 es mayor que el porcentaje a pagar menos que esto, por lo que se podría explorar introducir el producto a un mayor precio al mercado.

CAPÍTULO VI: DESARROLLO DEL PROYECTO

Estructura detallada de trabajo



Estudio técnico

El tipo de manufactura será por lotes. La producción de los lotes será anual dado que el cultivo del café se realiza con esta frecuencia. El cultivo de café disponible actualmente en la finca da un rendimiento anual de 80 fanegas o equivalente a 40 fanegas por hectárea. Una fanega equivale aproximadamente a 250 kilogramos de fruto de café. (SEPSA, 2021)

La producción anual de la finca se calcula en 20 toneladas de café.

Localización y construcción de la planta y registro del producto

La localización de la planta será en el mismo sitio de cultivo del café, ya que se cuenta con un espacio llano donde construir, se tiene acceso a agua y electricidad. En el límite de la finca se cuenta con una cuenca donde se pueden disponer de las aguas residuales ya tratadas. Colocar la planta en el mismo sitio de producción conlleva dos principales ventajas: disminuye el costo del transporte de la materia prima y no se tiene que invertir en un terreno nuevo para la construcción de la planta. Dentro de las desventajas está la lejanía de los centros comerciales para distribución del producto y la utilización de terreno que se podría cultivar.

En esta localización se deberá considerar los permisos de funcionamiento en la zona, principalmente cumplir con los requisitos para una patente nueva en la zona además de llenar el formulario correspondiente ambos documentos se pueden encontrar en la página web de la municipalidad de Desamparados. Además, se debe seguir el “El Reglamento General para Autorizaciones y Permisos Sanitarios de Funcionamiento Otorgados por el Ministerio de Salud”, en marzo del año 2022 se firmó el decreto ejecutivo N°43432 que permite obtener los permisos de funcionamiento en un día por parte del Ministerio de Salud. (Firmado decreto que permite obtener permisos sanitarios de funcionamiento en un día, 2022)

La construcción y funcionamiento de la planta deberá realizarse siguiendo el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06 “Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales”. Este reglamento describe inicialmente los requisitos de la ubicación y de infraestructura de la planta, entre ellos el diseño, materiales del piso, paredes y techo, ventilación e iluminación, abastecimiento de agua, manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos

y control de plagas. (Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales., 2006)

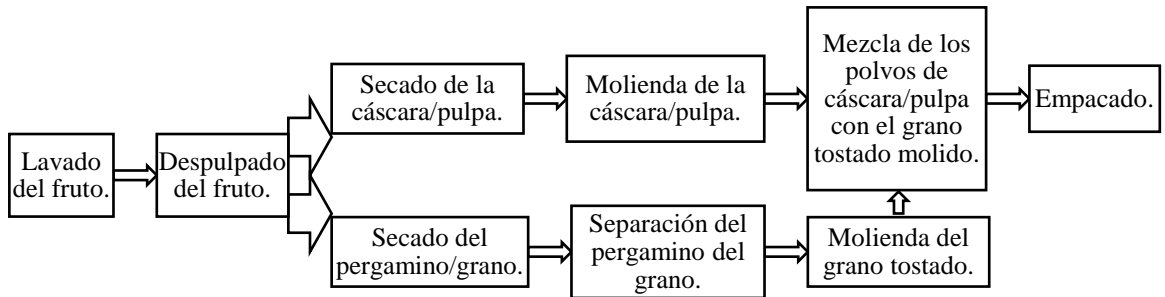
El reglamento dicta las condiciones que deben de tener los equipos y utensilios. En la siguiente sección describe los requisitos del personal: la capacitación en buenas prácticas de manufactura, buenas prácticas higiénicas e indumentaria no permitida, así como actividades que puedan contaminar el producto alimenticio. El encargado de la planta debe de registrar periódicamente el estado de salud del personal. (Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales., 2006)

Se debe de tener control del proceso en la producción, desde las materias primas, si se utiliza agua potable en el producto se debe tener un control microbiológico periódico, no se debe presentar ningún indicio de contaminación microbiológica en las materias primas, si no éstas no deben de ser utilizadas en el producto final. Respecto al procedimiento de manufactura se debe de tener documentado el proceso productivo, controles para evitar la contaminación microbiológica y con materiales extraños. El envasado y almacenamiento debe de ser en un lugar destinado para ello con condiciones ambientales controladas. (Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales., 2006)

Como parte del diseño de la planta se debe de considerar el manejo de los residuos tanto sólidos como de aguas residuales. Para el manejo de los residuos sólidos se seguirá la “Ley para la Gestión Integral de Residuos”, estos se generarán en su mayoría en las etapas de empaque ya que en el proceso productivo todo el material sólido del fruto se integra en el producto final. Las aguas residuales que se obtienen en la etapa de lavado deben de ser tratadas para que cumplan con el “Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales”, se prevé que las aguas residuales tengan baja carga orgánica ya que se utilizarán para lavar la cáscara del fruto, sin embargo, se realizarán estudios respectivos para establecer si es necesario tener un tratamiento antes de su reutilización.

Proceso productivo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción del paquete de café molido con el aditivo de cáscara/pulpa en polvo después de realizar la recolección.



La recolección anual es de aproximadamente 20 toneladas de fruto. Se supondrá que cada lote consistirá en la utilización de 1000 kilogramos de fruto entero. Basándose en los datos obtenidos en los cuadros del 1 al 7 se realizará el balance de masa del proceso para el tamaño del lote propuesto.

Lavado del fruto: en la etapa de lavado se realizará con una lavadora de frutas que tiene una capacidad de 100 kg/h. El volumen de una máquina con esta capacidad es de aproximadamente 1 metro cúbico. El fruto se lava inicialmente con agua potable. Posterior al lavado se rocía con una solución de ácido peracético 80 ppm, disponible comercialmente como Vortexx™ para realizar la desinfección de la superficie del fruto. El fruto se mantiene en contacto con la solución de ácido peracético aproximadamente 3 minutos. Se realiza un lavado con agua potable nuevamente.

Despulpado del fruto: el fruto lavado se pasa directamente a una despulpadora. Esta máquina presiona el fruto para separar la cáscara/pulpa del pergamino/grano. Por cada tonelada de fruto procesado se obtiene 424,83 kg de cáscara/pulpa, y 567,64 kg de pergamino/grano. Luego de esta etapa se separan las dos secciones para llevar a cabo su respectivo proceso.

Secado de la cáscara/pulpa: el secado se llevará a cabo al Sol, se diseñará una estructura de zinc o aluminio con una protección de vidrio para llevar a cabo el secado de la cáscara/pulpa, este proceso tarda aproximadamente 4 días. El porcentaje de agua perdida por la cáscara/pulpa es de 77,14% lo que equivale a recuperar 97,12 kg de cáscara/pulpa seca.

Molienda de cáscara/pulpa: la molienda se realizará en un molino semiindustrial hasta obtener un polvo de densidad similar a la del grano molido. En la etapa de molienda a nivel de laboratorio se perdió un 6,68% del material. De los 97,12 kg que se molerán, considerando el mismo rendimiento, se obtendrían 90,64 kg.

Secado del pergamino/grano: el secado de esta sección del fruto también se realizará al Sol, la pérdida porcentual en masa de agua es de 52,26%. Se obtendría 270,99 kg de material seco.

Separación del pergamino del grano: el pergamino del grano se elimina, al igual que la pulpa por compresión, el porcentaje en masa separado es de 21,90%, por lo tanto, se recuperaría 211,61 kg de grano seco.

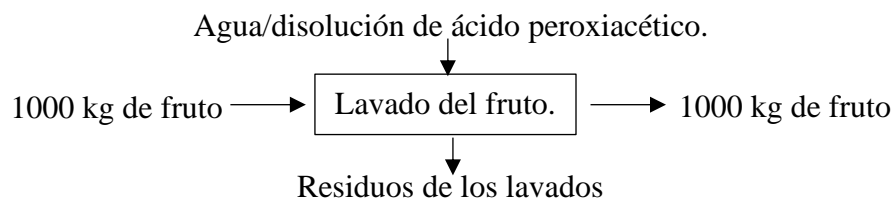
Molienda del grano: en la molienda del grano a nivel de laboratorio se perdió 4,28%. Se obtendría después de la molienda 202,55 kg de producto.

Mezcla y empaque: al mezclar los dos polvos se obtendría una masa total de 293,20 kg. Los empaques se realizarían de 500 g basados en el peso del café molido, esto contendrá aproximadamente 225 g de cáscara/pulpa seca y molido. En total cada bolsa comercial pesará 725 g. De un lote de 1000 kg de fruto se obtendrían 404 bolsas de producto terminado.

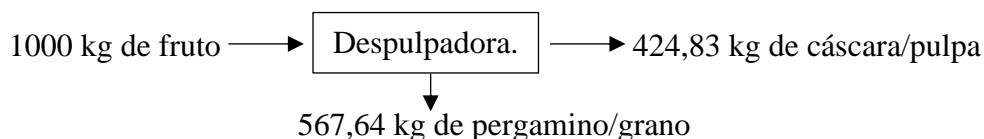
Balance de masa

Se detalla gráficamente un balance de masa en cada etapa del proceso productivo. Existe una diferencia entre las masas de entrada a las etapas y la masa de salida, esta es la merma aproximada obtenida en los experimentos a nivel de laboratorio.

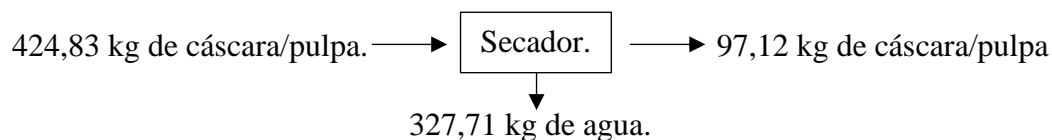
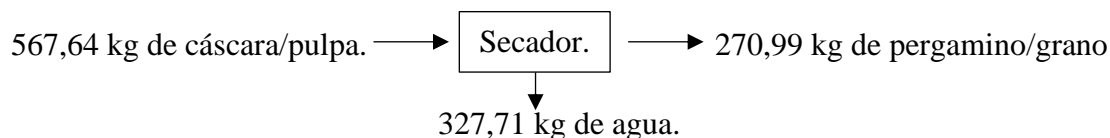
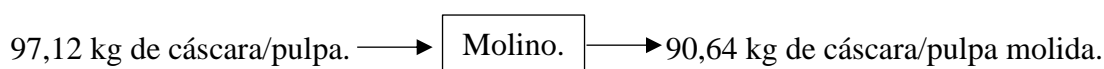
Lavados.



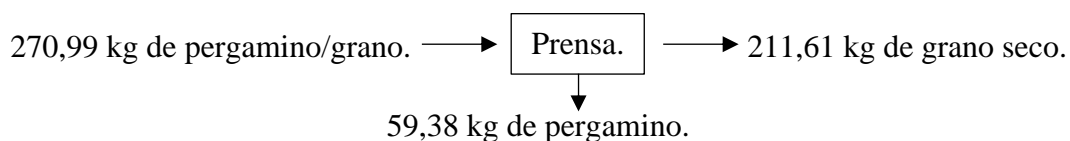
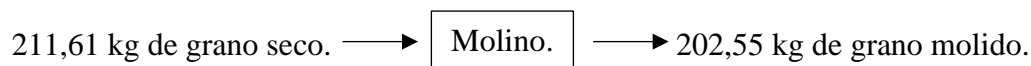
Despulpado del fruto.



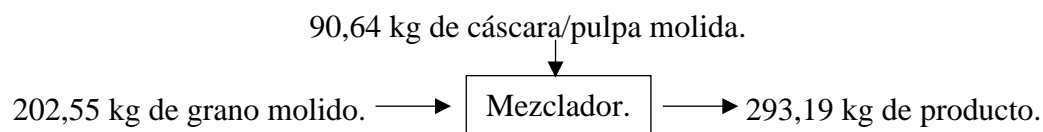
Pérdida o merma: 7,53 kg.

Secado de cáscara/pulpa.Secado de pergamino/grano.Molienda de cáscara/pulpa

Pérdida o merma: 6,48 kg.

Separación del pergamino del grano.Molienda del grano.

Pérdida o merma: 9,06 kg.

Mezcla de los polvos.**Control de calidad**

Se realizarán pruebas microbiológicas y de cuantificación de polifenoles totales. Por cada lote producido se enviará a un laboratorio externo una muestra para la evaluación de la cantidad de polifenoles que contiene. Cada lote debe contener al menos la cantidad reportada en la etiqueta del producto. El etiquetado se realizará según la declaración propiedades definida en la Norma RTCR 100:1997 Etiquetado de los Alimentos Preenvasados.

La cantidad de antioxidantes extra que aportarán la cáscara/pulpa se definirá según los resultados obtenidos en la Cuadro 20 del capítulo III. En este cuadro se obtuvo que la mínima cantidad de polifenoles que llegaría al consumidor en su taza de café sería 0,8 mg/mL. Calculando cuánto porcentaje de polifenoles extra aportaría la adición de cáscara/pulpa al producto se reportará como el producto aportará al menos un 1,3% extra de polifenoles. Este porcentaje se verificará cada año de producción para determinar si hay variedad en la calidad del producto.

Para las pruebas microbiológicas se realizará en dos etapas siguiendo el RTCA: “Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.” Se validará que el procedimiento de lavado del fruto cumpla con los límites de contenido microbiano que exige el RTCA para registrar un alimento a base de frutas y hortalizas, estos criterios se muestran en la tabla 1. A sí mismo se realizarán los análisis microbiológicos según lo que indica el RTCA para frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas, los criterios de aceptación se muestran en la tabla 2. (REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO, 2009)

En los siguientes cuadros se encuentran abreviaturas las cuales el RTCA las define como: Tipo de riesgo C: “Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una baja probabilidad de causar daño a la salud”; N: número de unidades de muestras a ser analizadas; c: número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M para que el alimento sea aceptable; m: Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud; M: Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud. (REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO, 2009)

Tabla 1. Criterios microbiológicos para registro del grupo de alimentos frutas y hortalizas.

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
Salmonella ssp/25 g	10	C	Ausencia
Escherichia coli	5		10^2 UFC /g
Listeria monocytogenes/25 g (solo para vegetales)	10		Ausencia

Tabla 2. Criterios microbiológicos para frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas.

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
Escherichia coli	5	C	< 3 NMP/g
Salmonella ssp/25 g	10		Ausencia

También se debe cumplir con el plan de muestreo y criterios microbiológicos para la vigilancia de alimentos estipulado en el RTCA. Sus criterios de aceptación se muestran en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Criterios microbiológicos para el seguimiento del grupo de alimentos frutas y hortalizas.

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	Clase	N	c	m	M
Escherichia coli	C	3	5	2	10 UFC/g	10^2 UFC/g
Listeria monocytogenes/25 g (solo para productos de consumo crudo)		2		0	Ausencia	---
Salmonella ssp/25 g		2		0	Ausencia	---

Tabla 4. Criterios microbiológicos para el plan de seguimiento de frutas y hortalizas desecadas o deshidratadas.

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	Clase	N	c	m	M
Escherichia coli	B	2	5	0	< 3 NMP/g	---
Salmonella ssp/25 g		2		0	Ausencia	---

Se enfocarán esfuerzos para adquirir la certificación FSSC 22000, ISO 22000, HACCP. Esta certificación establece medidas de control para garantizar la seguridad sanitaria y calidad en la industria alimenticia, por medio de trazabilidad de datos de producción, análisis de riesgos en puntos críticos y control de humedad, temperatura, contaminación cruzada, microbiológica, etc. (LL-C, 2022)

Distribución de la empresa.

Se hace uso de la herramienta diagrama de correlación para diseñar la distribución óptima de la planta, abajo se presenta el diagrama y una propuesta de diseño para una planta piloto.

A	Absolutamente necesaria	Oficina.	I
E	Especialmente necesario	Bodega materia prima.	A X X X
I	Importante	Lavado del fruto.	A U X X
O	Ordinaria	Despulpadora.	A X X U X X
U	Sin importancia	Secadores.	A X X X U X X
X	Indeseable	Prensa.	A A X X X X U U I
XX	Muy indeseable	Molino.	A U U X X X
		Mezcladora.	A U U U X X
		Empaque.	A U U
		Bodega producto terminado.	A

Teniendo en cuenta el diagrama anterior de distribución óptima de la planta se propone el siguiente diseño presentado en la figura 4. Además, se consideró en el diseño la entrada de la materia prima y la salida del producto, ya que se colocaron a conveniencia

para que la puerta de salida del producto terminado se ubique a la par de una calle interna de la finca.

La dimensión total de la planta será de 12 metros de largo por 6 de ancho y 2,5 metros de alto. Esto da como resultado 72 metros cuadrados de construcción. Las dimensiones de los cuartos individuales se describen en el siguiente cuadro:

Cuarto	Ancho (m)	Largo (m)
Bodega de materia prima	3	4
Lavado	2	2
Despulpado	2	2
Secadores	6	4
Prensa	2	2
Molino	2	2
Mezclador	2	2
Empaque	2	2
Bodega producto terminado	3	4

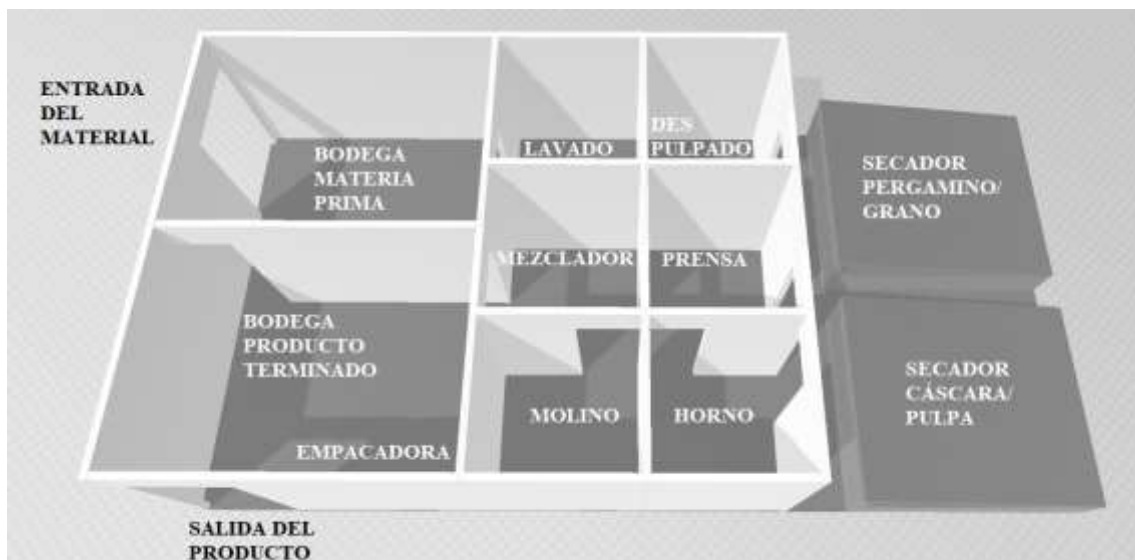


Figura 4. Distribución de la planta de producción de café con aditivo de la cáscara/pulpa seca y molida. (Diseño construido en 3D Builder, licencia gratuita de Microsoft Corporation, 2022)

Evaluación ambiental

El desarrollo de este proyecto va de la mano con la disminución de un impacto ambiental. La eliminación de las partes del café que no son el grano de oro en su mayoría se da a través de cuerpos de agua, contaminando de esta forma importantes cauces de agua en Costa Rica. Se evaluó el impacto ambiental de las diferentes etapas:

Transporte de materias primas: El costo ambiental de la recolección de material por el consumo de combustible. El impacto ambiental del transporte de la materia prima se ve reducido al proponer que la planta se localizará dentro de la misma finca. Sin embargo, no se debe despreciar el consumo por el transporte de otros materiales como empaque y el ácido peracético.

Lavado del fruto: en esta etapa se obtienen aguas residuales con polvo y microorganismos eliminados de la cáscara del fruto. Los residuos químicos que genera el ácido peracético se descomponen en ácido acético, agua y oxígeno, por lo que supone una solución amigable con el ambiente. Estos residuos acuosos se reutilizarían para regar de nuevo el cultivo.

Secado: en esta etapa también se genera una pequeña cantidad de agua limpia que también se aprovechará en el regado de la plantación.

Otros residuos: en la etapa de empaque se generarán residuos sólidos, cartón y plástico, además de las botellas de empaque del ácido peracético.

Dentro de los reglamentos de índole ambiental que se tendrán que cumplir están:

33601-MINAE-S: Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales.

19049-S: Reglamento sobre manejo de basuras.

19032-S: Reglamento de importación de precursores, sustancias o productos químicos y disolventes.

30465-S: Reglamento general para el otorgamiento de permisos de funcionamiento.

151: Reglamento para la gestión ambiental, gestión del riesgo, atención de emergencias.

CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO

Costo de construcción de planta

Se cuenta actualmente con el terreno donde se construirá la planta. El costo aproximado de los materiales para construcción se desglosa a continuación.

Ítem	Costo unitario	Cantidad	Comentarios	Costo aproximado
Saco de cemento de 50 kg.	₡ 6 750	270	1 metro cúbico son aproximadamente 25 sacos de cemento de 50 kg. Se utilizará para realizar el suelo de la planta 72 metros cuadrados de suelo con un espesor de 15 cm.	₡ 1 822 500
Varilla de hierro.	₡ 945	30	Se utilizarán para darle soporte al suelo.	₡ 28 350
Malla galvanizada.	₡ 1 150	72	Se utilizarán para darle soporte al suelo.	₡ 82 800
Perfil C galvanizado.	₡ 16 195	75	Estructura de hierro para paredes.	₡ 1 214 625
Láminas de Gypsum verde 12 mm 122 x 244 cm.	₡ 8 695	104	Paredes de Gypsum.	₡ 904 280
Cinta para durock usg de 10 cm x 45 m.	₡ 11 195	2	Cinta para unir láminas de Gypsum.	₡ 22 390
Pasta Gypsum 5 galones.	₡ 13 995	1	Pasta para unir láminas de Gypsum.	₡ 13 995
Láminas de zinc	₡ 9 450	41	Láminas para la parte superior del techo.	₡ 387 450
Otros insumos	----	----	----	₡ 500 000
Costo total en materiales				₡ 4 976 390

Mano de obra (m ²)	€240 000 €108 000	48	Costo de construcción según viviendas de concreto (Salas Álvarez, 2021)	€11 520 000
Costo total en construcción.				€16 496 390

Los precios de los materiales fueron cotizados en EPA.

Costo de los equipos

Los equipos para realizar el proceso de manufactura para el producto propuesto y su precio aproximado se resumen en la siguiente tabla:

Equipo	Precio
Lavadora de frutas/granos.	€ 400 000*
Despulpadora.	€ 100 000*
Secadores.	€ 200 000**
Mezcladora.	€ 300 000*
Prensa.	€ 300 000*
Horno.	€ 600 000*
Empaque (balanza y plancha)	€ 100 000*
Molino.	€ 100 000*
Total	€ 2 100 000

*Precio promedio aproximado encontrado en distintos sitios web de venta de equipos.

**Presupuesto para construir con materiales como zinc, hierro y vidrio.

Costo de reactivos y materiales

Para este proceso solo se requiere de la utilización de un reactivo para la desinfección del fruto, el cual es el ácido peracético y como material principal las bolsas para el empaque. Si se procesa todo el café cultivado se producirán aproximadamente 8080 bolsas de producto terminado, basándose en esto se calcula el costo anual.

Ítem	Unidades	Costo	Costo total anual
Ácido peracético (15%)	20 litros	₡ 136 000*	₡ 136 000
Bolsa de cartón	100	₡ 3 000*	₡ 242 400
		Total	₡ 378 400

*Precio promedio aproximado encontrado en distintos sitios web de venta de estos insumos.

Costos legales

En Costa Rica varía el costo de patente varía de municipalidad a municipalidad, pero se puede aproximar según la referencia de ₡ 1 800 000 a ₡ 3 600 000, considerando gastos de formalización, anualmente se debe considerar el mantenimiento de la patente, el cual cuesta \$500. (¿Cómo patentar un producto en Costa Rica?, 2022)

Con SETENA se realizará el trámite Declaración Jurada de Compromisos Ambientales (DJCA): Pequeña Escala, el cual tiene un costo de \$226 (₡158 200). (Tarifas, 2008) La tarifa para la inscripción de PYME en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica para el año 2022 es de ₡259 000,00. (Empresas, 2022) El permiso sanitario de funcionamiento otorgado por el Ministerio de Salud para una microempresa es de \$20 (₡14 000) y para el registro de productos alimenticios también tiene un costo de \$20 (₡14 000). (Pymes y Personas Emprendedoras, 2022)

Inversión inicial

En la inversión inicial se considerará la construcción de la planta, la compra de los equipos, el costo anual de los materiales, servicios básicos, capital de trabajo y los trámites legales descritos anteriormente. La inversión inicial se obtendrá por medio del crédito para construcción calculado con la calculadora virtual del Banco Nacional a un plazo de 30 años (BN Vivienda, 2022). el costo del seguro se realizó por medio de la calculadora virtual del INS (Su póliza de RT Construcción en línea, 2022).

Concepto	Costo
Construcción	₡ 16 496 390,00
Equipos	₡ 2 100 000,00
Materiales	₡ 378 400,00
Imprevistos	₡ 948 739,50
Capital de trabajo	₡ 500 000,00
Patentes	₡ 2 700 000,00
Seguros	₡ 246 715,00
Administrativos	₡ 400 000,00
Setena	₡ 158 200,00
Colegio de Ingenieros	₡ 259 000,00
Ministerio de Salud	₡ 28 000,00
Total	₡ 24 215 444,50

Estimación de costos anuales

Dentro de los costos anuales se considerará el costo de obtención de la materia prima. Ya que la materia prima no se compra a una tercera persona, sino que es producida por la misma finca que mantenemos, se considerarán los costos de producción de la materia prima como: costo del fertilizante, herbicida y pago de peones para la recogida del café. Si se realiza compra a terceros de la zona se deben de considerar los costos de acarreo. Los equipos se depreciarán de forma lineal a 10 años plazo. Se tomará como 12,5% de su valor inicial el costo de mantenimiento. Los costos legales y de patentes son de 3% del costo de producción. El costo de transporte del producto terminado de las materias primas anualmente se estima de la siguiente forma, un litro de gasolina rinde 10 km aproximadamente, con la entrega del producto se plantea que se recorrería 20 000 km al año, y se considera a el precio actual de este combustible diésel es de ₡873. El costo eléctrico se estima utilizando la potencia que requieren los equipos según las especificaciones del fabricante. Dado que se cultivan aproximadamente 20 toneladas por año, se deberán procesar al mes 1,6 toneladas. La capacidad diaria de proceso por máquina es de aproximadamente 100 kilogramos, por lo que cada máquina se utilizará 16 veces por mes. Procesar 100 kilogramos de material se lleva a cabo en cada máquina de 4 a 6 horas.

Se considerará el peor de los casos, como 6 horas al día para el cálculo de la electricidad invertida.

Equipo	Días al mes	horas por día	Potencia requerida (kW/h)	Horas por mes
Lavadora	16	6	1,5	96
Mezcladora	16	6	7,5	96
Peladora de café	16	6	3	96
Molino	16	6	2,2	96
Tostadora	16	6	2,2	96
Total			16,4	480

El consumo mensual total de electricidad en kW es de 7872, el costo actual de electricidad en las horas valle de trabajo es de \$0,04. El costo mensual de electricidad sería de \$314,88. Calculando con un tipo de cambio de 700 colones el dólar se obtiene un costo de ₡ 220 416.

Para determinar el costo del servicio de agua, se toma como referencia que por cada tonelada de producto a lavar se utilizarán 2 metros cúbicos de agua. En la zona no se tiene servicio de agua municipal, si no que se pertenece a un suministro gratuito generado por la misma zona. El coste del agua municipal en un uso desde 26 m³ hasta 121 m³ es de ₡ 1 857 por m³.

Se contratará un operario como “Trabajador en Ocupación Semicalificada” durante los primeros 3 meses del año para realizar la producción anual del producto propuesto. Su salario se calculó a partir del Documento de Salarios Mínimos en la sección de Sector Privado del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (Hernandez, 2021) Se considera también dentro de los costos fijo las cargas patronales que para el año 2021 en la C.C.S.S. el patrono aporta un 14,5% del salario base, la pensión de invalidez, vejez y muerte que corresponde a un 9,25%. Las recaudaciones de otras instituciones se distribuyen de la siguiente manera: cuota patronal Banco Popular (0,25%), asignaciones familiares (5%), IMAS (0,50%), INA (1,50%). La ley de protección al trabajador establece los siguientes porcentajes: aporte patrono Banco Popular (0,25%), Fondo de Capitalización Laboral (1,50%), Fondo de Pensiones Complementarias (2,00%), aporte

trabajador Banco Popular (1,00%), INS (1,00%). Además de estas obligaciones por parte del patrono se debe de contar con reservas de efectivo en caso de vacaciones (4,17%), preaviso (4,17%), cesantía (6,11%) y aguinaldo (8,33%). Todos estos conceptos suman un total de 59,78% el cual será considerado en la estimación de los costos anuales.

Se depreciaron los equipos según el Decreto Ejecutivo N° 18445- H Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta. (Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta, 2021) La depreciación se calcula mediante la fórmula:

$$Dt = \frac{P-VR}{n}$$

Donde:

Dt = depreciación anual.

P = Costo inicial o base no reajustada.

t = años.

VR = Valor residual.

n = Vida depreciable esperada (años de vida útil).

El costo inicial de todos los equipos es de ₡ 2 100 000, los años por depreciar serán 10 y el valor residual se asumirá como ₡ 0. (Valoración, Renovación, Depreciación de la Propiedad, Planta y Equipo, 2021)

Se determinó Así mismo se calculó la patente municipal según la “Ley de impuestos de patentes de actividades lucrativas municipalidad de San José” el cuál es de 0,35% respecto a las ganancias esperadas anualmente.

Concepto		Costo anual
Obtención de materia prima	Fertilizante	₡ 504 000,00
	Herbicida	₡ 300 000,00
	Recogida de café	₡ 2 400 000,00
Materias primas	Ácido peracético	₡ 240 000,00
	Material de empaque	₡ 243 000,00
Servicios	Electricidad	₡ 220 416,00

Costo de ventas	₡ 50 000,00
Transporte	₡ 1 339 080,00
Costos variables	₡ 5 296 496,00
Mano de obra directa	₡ 1 042 542,00
Cargas patronales	₡ 623 231,61
Mantenimiento	₡ 262 500,00
Depreciación	₡ 210 000,00
Análisis externo de muestras	₡ 120 000,00
Costos fijos	₡ 2 258 273,61
Costos totales	₡ 7 554 769,61

Estimación de ingresos

La producción anual en bolsas de 725 gramos serían 8080 unidades. Si se calcula el costo total anual por cada unidad se obtiene que cada bolsa producida cuesta ₡ 935,00. El precio de venta de las bolsas de café que se consumen más frecuentemente en Costa Rica tiene un valor de aproximadamente ₡ 3300 por 500 gramos de producto.

El precio de venta del producto a los establecimientos (pulperías y supermercados) o distribuidores se establecería en ₡ 3500 colones que justifique la mayor cantidad de producto y el valor agregado que le daría el contenido de antioxidantes. Los ingresos anuales para los primeros 5 años se estimarían en:

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
₡28 280 000,00	₡31 124 968,00	₡34 256 139,78	₡37 702 307,44	₡41 495 159,57

Se considera un incremento de los precios dado por el Índice de Precios al Consumidor del Banco Central de Costa Rica, se estimó un incremento interanual entre junio del 2021 y junio del 2022 de un 10,06% (Índice de precios al consumidor (IPC), 2022)

Punto de equilibrio: El punto de equilibrio se calcula dividiendo los costos totales entre la resta del precio y el costo variable por unidad, se adjunta el gráfico donde se muestra la cantidad a producir anualmente para estar en el punto de equilibrio. Esta cantidad corresponde a 794 unidades anuales.

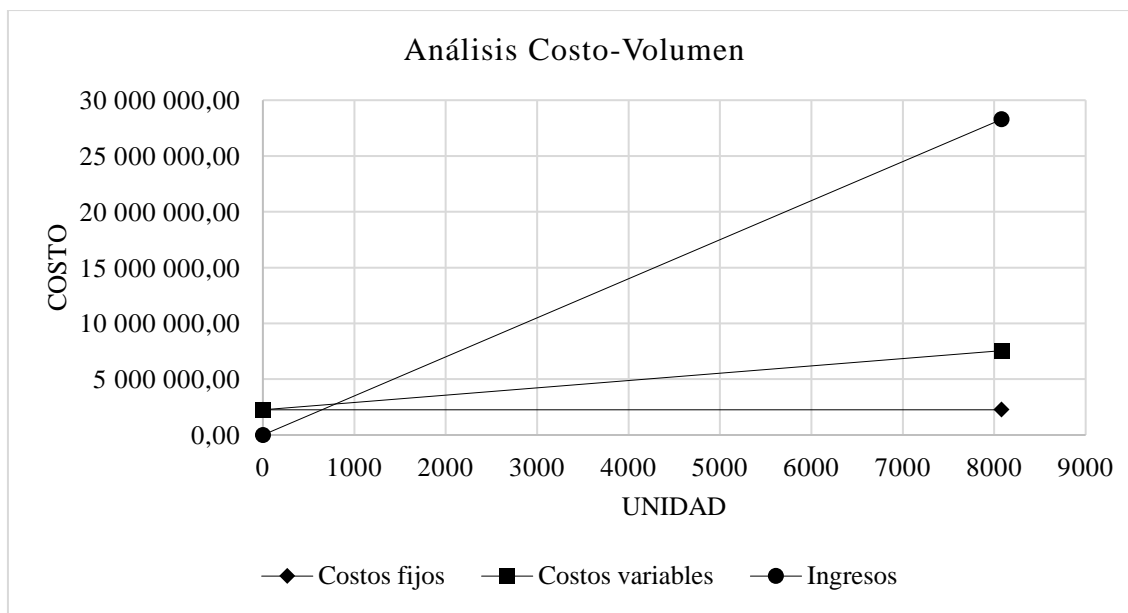


Gráfico 15. Análisis de punto de equilibrio

Estado de resultados proforma

Los ingresos brutos se calcularon anteriormente, basándose en el precio del producto y la cantidad de paquetes a vender anualmente. El cálculo del costo de la producción incluye: materias primas, servicios, transporte, mano de obra directa, cargas patronales, patentes y costos legales, y análisis externo de muestras. Los costos de administración se estimaron en un 25% de los costos de producción y se consideró un incremento en los costos de producción anuales en un 10% considerando el crecimiento en el costo de las materias primas y otros insumos. (Peters, Timmerhaus, & West, 2003). Se presenta el estado proforma de los primeros 5 años del proyecto.

Estado de resultados anual	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos Brutos	€28 280 000,00	€31 124 968,00	€34 256 139,78	€37 702 307,44	€41 495 159,57
(=) Ingresos netos	€28 280 000,00	€31 124 968,00	€34 256 139,78	€37 702 307,44	€41 495 159,57
(-) Costo de producción Costo de mercadería vendida, CMV	€7 554 769,61	€8 310 246,57	€9 141 271,23	€10 055 398,35	€11 060 938,18
(=) Utilidad Marginal	€20 725 230,39	€22 814 721,43	€25 114 868,56	€27 646 909,10	€30 434 221,39
(-) Costos de administración	€1 888 692,40	€2 077 561,64	€2 285 317,81	€2 513 849,59	€2 765 234,55
(-) Costo de ventas	€50 000,00	€50 000,00	€50 000,00	€50 000,00	€50 000,00
(-) Mantenimiento	€302 190,78	€332 409,86	€365 650,85	€402 215,93	€442 437,53
(-) Costos financieros (Calculando préstamo por la inversión inicial a 5 años)	€1 699 029,84	€1 699 029,84	€1 699 029,84	€1 699 029,84	€1 699 029,84

(-) Depreciación	€210 000,00	€210 000,00	€210 000,00	€210 000,00	€210 000,00
(=) Utilidad Bruta	€16 575 317,37	€18 445 720,09	€20 504 870,06	€22 771 813,73	€25 267 519,48
(-) Impuesto sobre la renta	€2 486 297,60	€2 766 858,01	€3 075 730,51	€3 415 772,06	€3 790 127,92
(=) Utilidad Neta	€14 089 019,76	€15 678 862,07	€17 429 139,55	€19 356 041,67	€21 477 391,55
(+) Depreciación	€210 000,00	€210 000,00	€210 000,00	€210 000,00	€210 000,00
(=) Flujo neto de efectivo	€14 299 019,76	€15 888 862,07	€17 639 139,55	€19 566 041,67	€21 687 391,55

Tasa mínima de rendimiento

La tasa mínima de rendimiento (TMAR) es la tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, esta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TMAR = i + F + iF$$

Donde:

i = premio al riesgo.

F = inflación.

Se propone para este proyecto utilizar la inversión propia por lo que el cálculo del TMAR sería:

$$TMAR = [0,1 + 0,1006 + (0,1) (0,1006)] \cdot 100$$

$$TMAR = 21,1\%$$

Se considera un riesgo de 10% y el Banco Central de Costa Rica establece una tasa de inflación interanual entre junio del 2021 y junio del 2022 de 10,06%.

Valor actual neto

El cálculo del valor actual neto se lleva a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum \frac{FNE_n}{(1+r)^n} + \frac{S}{(1+r)^n} - I_0$$

Donde:

FNE: Flujo neto de efectivo.

r: TMAR.

n: cantidad de años.

S: salvamento o valor de rescate.

I₀: Inversión inicial.

El flujo neto de efectivo se considerará constante durante los primeros 5 años, este se calculó anteriormente, al igual que la TMAR. El valor de salvamento se tomará como el valor de venta de los activos a un 50% de su valor inicial.

$$VAN = \frac{C 14 299 019,76}{(1 + 0,21066)^1} + \frac{C 15 888 862,76}{(1 + 0,21066)^2} + \frac{C 17 639 139,55}{(1 + 0,21066)^3} + \frac{C 19 566 041,67}{(1 + 0,21066)^4} + \frac{C 21 687 391,55}{(1 + 0,21066)^5} + \frac{C 1 050 000}{(1 + 0,21066)^5} - C 24 215 444,50$$

$$VAN = C 26 226 16,28$$

Dado que el resultado es positivo el proyecto se acepta.

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno se define como la tasa mínima de rendimiento que hace que el VAN sea igual a 0. La fórmula del VAN se transformaría de la siguiente manera:

$$VAN = \sum \frac{FNE_n}{(1+r)^n} + \frac{S}{(1+r)^n} - I_0$$

$$0 = \sum \frac{FNE_n}{(1+r)^n} + \frac{S}{(1+r)^n} - I_0$$

$$I_0 = \sum \frac{FNE_n}{(1+r)^n} + \frac{S}{(1+r)^n}$$

$$C 24 215 444,50 = \frac{C 14 299 019,76}{(1+r)^1} + \frac{C 15 888 862,07}{(1+r)^2} + \frac{C 17 639 139,55}{(1+r)^3} + \frac{C 19 566 041,67}{(1+r)^4} + \frac{C 21 687 391,55}{(1+r)^5} + \frac{C 1 050 000}{(1+r)^5}$$

Se iteró el valor de r hasta igualar la ecuación, este método arrojó como resultado 0,62007541439438. Por lo que el valor de TIR sería igual a 62%, el cual es mayor al TMAR estimado por lo que el proyecto se aceptaría.

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN DEL RIESGO

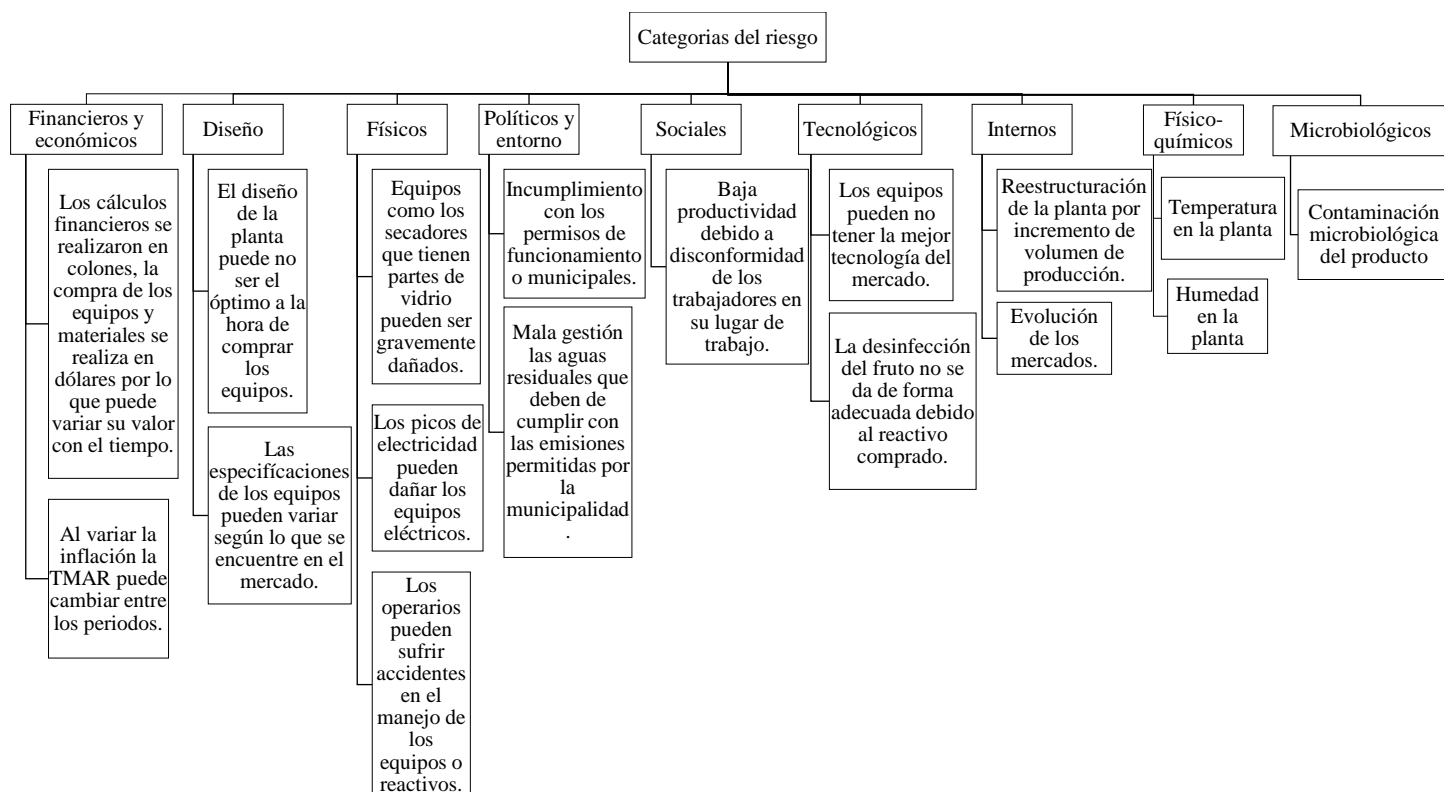
Gestión de riesgos

Este tipo de industria alimenticia presenta bajo riesgo físico al trabajador en el uso de químicos peligrosos, sin embargo, se trabaja con equipos que pueden herirlo gravemente si no se tienen las precauciones necesarias, y se trabaja con polvos finos producto la molienda los cuales pueden ocasionar un incendio (Occupational Safety and Health Administration, 2022). Dentro de equipo de seguridad se tendrán, extintores, duchas y fuente lavaojos por si se tiene contacto con el ácido peracético. Se establecerá el uso de zapatos de seguridad, uniforme y guantes al trabajador involucrado. Infraestructuralmente se colocarán extractores de aire en los cuartos donde se produce polvo fino para evitar un posible incendio por la acumulación de estos.

Uno de los riesgos presentes en la industria alimenticia es la posible contaminación del producto final, para disminuir este riesgo de contaminación se capacitará el personal en buenas prácticas de manufactura para mantener la higiene en todo el proceso. Otros tipos de riesgos se identificaron y se observan en el esquema de la siguiente sección.

Identificación de riesgos

Los riesgos identificados se clasificaron en la siguiente estructura desglose de riesgos:



Posterior a la identificación de riesgos mediante la estructura de desglose de riesgos se realizó un análisis cualitativo-cuantitativo. Dado que el riesgo se puede determinar como una función de la probabilidad de ocurrencia y el impacto generado se utilizó esta metodología para determinar el nivel de respuesta ante el riesgo. Se asignaron valores cuantitativos para estos términos según la tabla 5 y 6. Para cada riesgo se realizó la multiplicación de la probabilidad por el impacto y de esta manera determinar el nivel de riesgo según la tabla 7. Según el código de color los riesgos con el resultado en color verde (0,01-0,05) tiene un nivel bajo, los resultados en color amarillo (0,07-0,14) tienen un nivel medio y los resultados en color rojo (0,18-0,72) tienen un nivel alto. (Institute Project Management, 2013).

Tabla 5. Determinación lineal de la probabilidad.

Probabilidad	Descripción	Valor cuantitativo
Muy alta	Es muy probable que ocurra el evento	0,90
Alta	Bastante probable que ocurra el evento	0,70
Media	El evento podría ocurrir	0,50
Baja	Poco probable que ocurra el evento	0,30
Muy baja	Casi improbable que el evento ocurra	0,10

Tabla 6. Determinación del impacto según los cuatro objetivos principales de un proyecto.

Condiciones definidas para las escalas de impacto de un riesgo en los principales objetivos del proyecto.					
Objetivo del proyecto	Escala relativa y numérica				
	Muy bajo/0,05	Bajo/0,10	Moderado/0,20	Alto/0,40	Muy alto/0,80
Costo	Incremento insignificante del costo	Incremento del costo <10%	Incremento del costo de 10% - 20%	Incremento del costo de 20% - 40%	Incremento del costo >40%
Tiempo	Incremento insignificante del tiempo	Incremento del tiempo <5%	Incremento del tiempo de 5% - 10%	Incremento del tiempo de 10% - 20%	Incremento del tiempo >20%
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance afectadas	Áreas mayores del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El producto final del proyecto es inservible
Calidad	Disminución de la calidad apenas notable	Solo se ven afectadas aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El producto final del proyecto es inservible

Tabla 7. Matriz impacto-probabilidad.

Probabilidad	0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
	0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
	0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
	0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
	0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Impacto						

Matriz de identificación de riesgos						
Código	Causa	Descripción del riesgo	Área	Probabilidad	Impacto	P*I
RF01	Financiero	Los cálculos financieros se realizaron en colones, la compra de los equipos y materiales se realiza en	Costo	0,50	0,10	0,05

		dólares por lo que puede variar su valor con el tiempo.				
RF02	Financiero	Al variar la inflación la TMAR puede cambiar entre los periodos.	Costo	0,50	0,20	0,10
RD01	Técnico	El diseño de la planta puede no ser el óptimo a la hora de comprar los equipos.	Tiempo	0,30	0,10	0,03
RD02	Técnico	Las especificaciones de los equipos pueden variar según lo que se encuentre en el mercado.	Calidad	0,10	0,10	0,01
RP01	Recursos materiales	Equipos como los secadores que tienen partes de vidrio pueden ser gravemente dañados.	Costo	0,30	0,40	0,12
RP02	Recursos materiales	Los picos de electricidad pueden dañar los equipos eléctricos.	Tiempo	0,10	0,40	0,04
RP02	Recursos materiales	La desinfección del fruto no se da de forma adecuada debido al reactivo comprado.	Calidad	0,10	0,80	0,08
RM01	Microbiológico	Contaminación microbiológica debido a factores de personal y ambiente.	Calidad	0,10	0,80	0,08
RP03	Recurso Humano	Los operarios pueden sufrir accidentes en el manejo de los equipos o reactivos.	Costo	0,30	0,40	0,12
RL01	Legal	Incumplimiento con los permisos de funcionamiento o municipales.	Costo	0,10	0,40	0,04
RL02	Legal	Mala gestión las aguas residuales que deben de cumplir con las emisiones permitidas por la municipalidad.	Costo	0,30	0,40	0,12

RS01	Ergonomía	Baja productividad debido a disconformidad de los trabajadores en su lugar de trabajo.	Tiempo	0,10	0,05	0,005
RT01	Tecnología	Los equipos pueden no tener la mejor tecnología del mercado.	Costo	0,30	0,05	0,02
RI01	Técnico	Reestructuración de la planta por incremento de volumen de producción.	Tiempo	0,30	0,20	0,06
RI02	Plan estratégico	Evolución de los mercados.	Costo	0,50	0,10	0,05
RQ01	Fisicoquímico	Control de temperatura.	Calidad	0,10	0,10	0,01
RQ02	Fisicoquímico	Control de Humedad	Calidad	0,10	0,20	0,02
RQ02	Fisicoquímico	Explosión o incendio producto de polvo fino suspendido en el aire.	Costo	0,5	0,8	0,40

Respuesta a riesgos

Se presenta una descripción del plan de acción respecto a la descripción de riesgo presentada anteriormente, se reevalúa la probabilidad y el impacto de cada riesgo según la medida que se tome.

Descripción del riesgo	Manejo del riesgo		Probabilidad	Impacto	P*I
Los cálculos financieros se realizaron en colones, la compra de los equipos y materiales se realiza en dólares por lo que puede variar su valor con el tiempo.	Aceptar	Los riesgos financieros siempre estarán presentes, no se pueden mitigar ni transferir ya que el cambio del valor monetario o la inflación no es un aspecto que se puede controlar. Para reducir el impacto de la inflación se	0,50	0,10	0,05
Al variar la inflación la TMAR puede cambiar entre los periodos.		considera el incremento del precio de venta del producto según este parámetro.	0,50	0,10	0,05
El diseño de la planta puede no ser el óptimo a la hora de comprar los equipos.	Mitigar	Solicitar la ficha técnica de los equipos antes de la construcción de la planta para conocer las	0,30	0,05	0,03

Las especificaciones de los equipos pueden variar según lo que se encuentre en el mercado.		dimensiones que ocuparían y hacer los ajustes necesarios.	0,10	0,05	0,01
Equipos como los secadores que tienen partes de vidrio pueden ser gravemente dañados.	Mitigar	Desarrollar sistemas de protección de estos equipos, como la colocación de mallas de metal sobre el vidrio, etc.	0,10	0,40	0,04
Los picos de electricidad pueden dañar los equipos eléctricos.	Mitigar	Colocar controles de picos de voltaje a la entrada de la planta y en cada equipo.	0,10	0,20	0,02
La desinfección del fruto no se da de forma adecuada debido al reactivo comprado.	Mitigar	Validar el método de desinfección para asegurar la conformidad de los controles microbianos.	0,10	0,20	0,02
Contaminación microbiológica debido a factores de personal y ambiente.	Mitigar	Se capacitará al personal en buenas prácticas de manipulación de alimentos.	0,10	0,40	0,04
Los operarios pueden sufrir accidentes en el manejo de los equipos o reactivos.	Mitigar	Capacitar al personal en el uso de los equipos, además de tener medidas de seguridad adecuadas para disminuir la probabilidad de accidentes.	0,1	0,20	0,02
Incumplimiento con los permisos de funcionamiento o municipales.		Consultar con expertos en el tema para los cumplimientos regulatorios de funcionamiento de la empresa.	0,10	0,40	0,04
Mala gestión las aguas residuales que deben de cumplir con las emisiones permitidas por la municipalidad.	Mitigar	Consultar con expertos en el tema para los cumplimientos regulatorios de funcionamiento de la empresa.	0,10	0,40	0,04
Baja productividad debido a disconformidad de los trabajadores en su lugar de trabajo.	Mitigar	Premiar la productividad del trabajador el mediante incentivos.	0,10	0,05	0,01

Los equipos pueden no tener la mejor tecnología del mercado.	Mitigar	Realizar los cambios de tecnología conforme avance el proyecto para optimizar los procesos.	0,30	0,05	0,02
Reestructuración de la planta por incremento de volumen de producción.	Aceptar	Evaluar reconstruir la planta o abrir una nueva en el futuro por incremento del volumen de producción.	0,10	0,10	0,01
Evolución de los mercados.	Aceptar	Realizar estudios de tendencias del mercado, ya que siempre es cambiante.	0,50	0,10	0,05
Control de temperatura.	Aceptar	Se colocarán controles de temperatura y humedad ambientales para asegurar la calidad del proceso.	0,10	0,10	0,01
Control de humedad.			0,10	0,20	0,02
Explosión o incendio producto de polvo fino suspendido en el aire.	Mitigar	Se colocarán extractores de aire en los cuartos del molino y el mezclador para remover el polvo fino del ambiente. Se realizarán limpiezas programadas para evitar la acumulación de polvos.	0,3	0,1	0,03

Riesgo del costo financiero

Para analizar el riesgo financiero se pueden llevar a cabo diversos métodos, para este proyecto se utilizó el método de desviación estándar y el método de probabilidad de error en la aceptación:

Método de la desviación estándar

Se analizará el riesgo financiero alrededor de la desviación estándar del TIR, se disminuirá en un 30% del ambiente probable para obtener el ambiente pesimista y se aumentará en un 30% para obtener el ambiente optimista.

Con una probabilidad de un 50% para el ambiente probable y 25% para los ambientes pesimista y optimista se obtiene:

$$\sigma = [(32-62)^2 (0,25) + (62-62)^2 (0,5) + (92-62)^2 (0,25)]^{1/2}$$

$$\sigma = (225 + 0 + 225)^{1/2}$$

$$\sigma = 21,2\%$$

En un ambiente pesimista el valor del TIR podría disminuir hasta un 40,8%.

De igual manera se puede calcular la probabilidad de error del cálculo del VAN, en un ambiente probable este es de ¢ 25 645 841,91, se disminuyeron en 50% para obtener el ambiente pesimista y se aumentó la misma cantidad para obtener el ambiente optimista, se les dio una probabilidad de 0,50, 0,25 y 0,25 a cada ambiente respectivamente

$$\sigma = [(\text{¢}13\,113\,358,14 - \text{¢}26\,226\,716,28)^2 (0,25) + (\text{¢}26\,226\,716,28 - \text{¢}26\,226\,716,28)^2 (0,05) + (\text{¢}39\,340\,074,42 - \text{¢}26\,226\,716,28)^2 (0,25)]^{1/2}$$

$$\sigma = (\text{¢}42\,990\,040\,433\,877,20 + 0 + \text{¢}42\,990\,040\,433\,877,20)^{1/2}$$

$$\sigma = \text{¢}9\,272\,544,47$$

Probabilidad de error

Cuantifica la probabilidad de que el VAN sea menor a cero y por tanto se haya aceptado el proyecto por error. Este error se calcula de la siguiente manera:

$$Z = (0 - Y) / \sigma = (0 - \text{¢}26\,226\,716,28) / \text{¢}9\,272\,544,47 = -2,83$$

Buscando el valor Z en la tabla de distribución da un valor de 0,23% de probabilidad de que se cometa un error y que el resultado sea un VAN menor a cero.

CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recolectaron cuatro muestras de café en distintas zonas de la finca en estudio Zona de Jericó, Desamparados. Se determinó por medio del método de Folin-Ciocalteu que la cáscara/pulpa seca contienen aproximadamente 1,2% en masa de antioxidantes equivalentes al ácido gálico. Utilizando el mismo método de análisis y cuatro métodos de preparación de la bebida que de la pulpa/cáscara molida se extrae al menos 0,8% de los antioxidantes que contiene esta parte del fruto.

Según los resultados cuantitativos de distintos métodos de preparación del café, el método de chorreador o media es en el que menos porcentaje de extracción se obtiene. Esto es una desventaja para el producto ya que un 46% de los encuestados utilizan este método para la preparación de su café.

Por medio del estudio económico se estima un punto de equilibrio en la venta de 794 unidades. El flujo neto de efectivo para el primer año es de 14 millones de colones y se incrementaría anualmente en aproximadamente 11%. El VAN obtenido es de 26 millones de colones por lo que en 5 años se recuperaría la inversión inicial. La probabilidad de fallar el VAN es de 0,23%, por lo que el proyecto se acepta con un bajo riesgo. La tasa interna de retorno es de 62% por lo que el proyecto es rentable.

Se proyectará la venta del producto en el Valle Central, zona con mayor alcance en la encuesta, la mayor cantidad de los encuestados consumen entre 1 o 2 tazas de café, en sus hogares, por lo que el principal canal de comercialización serían pulperías y supermercados. Sin embargo, para el nivel de volumen producido se puede explorar la opción de vender el producto a cafeterías tradicionales ya que un 69% de los encuestados asisten a estas.

Un tercio de los encuestados no conocen los beneficios de los antioxidantes en la dieta diaria, por lo que parte de la campaña de introducción del producto será la información de los beneficios de estos compuestos. Información que será incluida en el empaque del producto.

El desarrollo del producto se enfatiza en la disminución del impacto ambiental en la producción de café molido por el desecho de la cáscara y pulpa del fruto. El desarrollo de este proyecto demuestra que es factible el aprovechamiento de este residuo a nivel de

los beneficios a la salud propuestos y en términos económicos. De esta manera se puede disminuir la contaminación provocada por uno de los principales cultivos que se producen en nuestro país.

Dentro de las recomendaciones para el desarrollo del producto final, se debe estudiar el tamaño de partícula del polvo molido, tanto del grano tostado como de la pulpa/cáscara para que la mezcla de los polvos sea imperceptible para el consumidor. Se requiere que ambas moliendas tengan la misma densidad de granel de esta manera se evitará una posible separación de los polvos durante la manipulación del material empacado.

El método nombrado como infusión, consiste en preparar café sumergiendo un sobre sellado que contiene el material molido; este método fue el que tuvo mayor porcentaje de extracción, y es un método de preparación poco utilizado pero que a futuro se puede implementar. Como trabajo futuro se puede desarrollar una presentación similar a la de una bolsa de té, para simular este método de extracción.

Lienzo Canvas del Modelo de Negocio: Baltu Coffee

<u>Socios Clave</u> Establecer relaciones comerciales con los potenciales clientes o distribuidores. Al escalar la producción se requerirá de productores de café que nos venda su producto	<u>Actividades clave</u> Establecer una cadena de distribución que garantice la venta del producto. Captación de clientes vía redes sociales y establecimiento de herramienta para obtener retroalimentación <u>Recursos clave</u> Personal capacitado con buenas prácticas de manufactura y manipulación de alimentos.	<u>Propuesta de valor</u> Debido a la alimentación poco balanceada o el desinterés alimenticio, muchas personas perciben un envejecimiento prematuro haciéndoles consumir suplementos para tratar este problema a edades maduras. Como prevención se ofrece un producto a base de café, donde no se modifica la preparación tradicional de la bebida, la cual contiene un adicional de antioxidantes propios de la cáscara y pulpa del café, los cuales evitan el envejecimiento prematuro y son fuente de energía.	<u>Relación con los clientes</u> Publicidad e interacción con clientes vía redes sociales. Promociones y descuentos para aquellos que refieran el producto. <u>Canales</u> Se distribuirá inicialmente a través de minisúper y supermercados. Se explorará la posibilidad de integrarlo a súper mercados como Automercado, Fresh Market y AMPM	<u>Segmento del mercado</u> Se propone abarcar dos áreas del mercado en la comercialización del producto: las personas jóvenes/adultas de entre 15 a 35 años que requieren de energía y las mayores de 35 años que se preocupan más por el cuidado personal y estado de salud en general.
<u>Estructura de costos</u> Mantenimiento de la finca y compra de fruto del café. Costos de publicidad y distribución. Servicios básicos. Impuestos.		<u>Fuente de ingresos</u> Ventas del producto terminado.		

CAPÍTULO X: REFERENCIAS

- ¿Cómo patentar un producto en Costa Rica? (2022). Obtenido de Protecna Patentes y Marcas: <https://www.protecna.eu/2015/09/como-patentar-un-producto-en-costarica/#:~:text=Toda%20solicitud%20de%20patente%20en,de%20inscripci%C3%B3n%20y%20expedici%C3%B3n%20del>
- Análisis del Comercio Exterior del País.* (09 de 2021). Obtenido de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/ministerio-exterior/america-central-caribe/fichacomercexterior_cr_tcm30-85198.pdf
- Arellano-González, M. A., Ramírez-Coronel, M. A., Torres-Mancera, M. T., Pérez-Morales, G. G., & Saucedo-Castañeda, G. (2011). Antioxidant Activity of Fermented and Nonfermented Coffee (*Coffea arabica*) Pulp Extracts. *Food Technology Biotechnology*, 374–378.
- Arellano-González, M. A., Ramírez-Coronel, M. A., Torres-Mancera, M. T., Pérez-Morales, G. G., & Saucedo-Castañeda, G. (2011). Antioxidant Activity of Fermented and Nonfermented Coffee (*Coffea arabica*) Pulp Extracts. , *Food Technology Biotechnology*, 374–378.
- Báez Villacís, J. C. (Octubre de 2015). *Biblioteca Digital*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11772/1/CD-6536.pdf>
- Berrocal Rojas, C., & Venegas Venegas, N. (2019). *La Gestión de la Calidad en el Proceso de Secado del Café de Especialidad Natural en Costa Rica. Casos de Estudio: Microbeneficios Coffea Diversa, Vista al Valle, Don Elí y El Pilón.* Heredia, Costa Rica.
- Blainski, A., Lopes, G. C., & Palazzo de Mello, J. C. (2013). Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of the Total Phenolic Content from Limonium Brasiliense L. *Molecules*, 6852–6865.
- BN Vivienda.* (24 de Julio de 2022). Obtenido de Banco Nacional: <https://www.bncr.fi.cr/personas/financiamiento/calculadora-de-credito/calculadora-vivienda>
- Café 1820. (25 de Julio de 2022). *Molido Clásico*. Obtenido de Café 1820: <https://cafe1820.com/productos/molido-clasico/>
- Café 1820. (25 de Julio de 2022). *Nosotros*. Obtenido de Café 1820: <https://cafe1820.com/nosotros/>
- Café de Costa Rica. (2020). *Procesos de Beneficiado*. Obtenido de Café de Costa Rica: <https://cafedecostarica.com/procesos#honey>

- Carranza-Romero, M. (12 de 10 de 2019). Aprovechamiento de los residuos sólidos en el beneficio del café. (D. Carranza-Marchena, Entrevistador)
- Cobertura cafetalera 2017-2018*. (2019). Obtenido de Instituto del Café de Costa Rica: <http://www.icafe.cr/cobertura-2017-2018/>
- Coffee To Burn Pellets*. (2019). Obtenido de Material District: <https://materialdistrict.com/material/coffee-to-burn-pellets/>
- CoopeAgri. (2022). *Quiénes somos*. Obtenido de CoopeAgri: <http://www.coopeagri.co.cr/quienes-somos/#historia>
- Dos colombianos crean la primera planta de miel y harina de café en el mundo*. (5 de Marzo de 2014). Obtenido de Colombia co: <https://www.colombia.co/extranjeros/negocios-en-colombia/dos-colombianos-crean-la-primera-planta-de-miel-y-harina-de-cafe-en-el-mundo/>
- Empresas*. (2022). Obtenido de Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica: <https://cfia.or.cr/empresas.html>
- Farah, A. (2012). Coffee Constituents. En Y.-F. Chu , *Coffee - Emerging Health Effects and Disease Prevention* (págs. 21-39). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Firmado decreto que permite obtener permisos sanitarios de funcionamiento en un día*. (9 de Marzo de 2022). Obtenido de Ministerio de Salud Costa Rica: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/52-noticias-2022/1253-firmado-decreto-que-permite-obtener-permisos-sanitarios-de-funcionamiento-en-un-dia>
- GCF Global. (25 de Julio de 2022). *Tipos de muestreo*. Obtenido de GCF Global: <https://edu.gcfglobal.org/es/estadistica-basica/tipos-de-muestreo/1/>
- Granados, C. (2004). El Impacto Ambiental del Café en la Historia Costarricense. *Diálogos*, 1-34.
- Heeger, A., Kosinska-Cagnazzo, A., Cantergiani, E., & Andlauer, W. (2016). Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cascara beverage. *Food Chemistry*, En revisión.
- Hernandez, R. (12 de 01 de 2021). *Documento de Salarios*. Obtenido de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2021.pdf
- Huskee*. (2019). Obtenido de Huskee: <https://huskee.co/>
- Indicación Geográfica "Café de Costa Rica"*. (2008). Obtenido de Instituto del Café de Costa Rica: <http://www.icafe.cr/indicacion-geografica-cafe-de-costa-rica/>
- Índice de precios al consumidor (IPC)*. (Junio de 2022). Obtenido de Banco Central de Costa Rica:

<https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/fmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%202732>

- Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales.* (2006). Obtenido de Comercio Exterior Costa Rica: https://www.comex.go.cr/media/3336/181_rtca-anexo-33.pdf
- INEC Costa Rica. (24 de 08 de 2021). Obtenido de Agropecuario 03 costa rica: exportación mundial de todas las formas de café a todo destino países exportadores - miles de sacos 60 kg años cafetaleros 2018 / 2019 - 2019 / 2020: <https://www.inec.cr/documento/agropecuario-03-costa-rica-exportacion-mundial-de-todas-las-formas-de-cafe-todo-destino-1>
- Institute Project Management. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- LL-C. (21 de 08 de 2022). *LL-C (Certification)*. Obtenido de Norma ISO 22000 Sistemas de Gestión de Seguridad Alimentaria (FSMS): <https://ll-c.co.cr/certificacion/fssc-22000-iso-22000-haccp/>
- Luttinger, N., & Dicum, G. (2012). *The Coffee Book*. New York: The New Press.
- Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2010). Recovery of Phenolic Antioxidants and Functional Compounds from Coffee Industry By-Products. *Food and Bioprocess Technology*, 897–903.
- Murthy, P. S., Manjunatha, M. R., Sulochannama, G., & Naidu, M. M. (2012). Extraction, Characterization and Bioactivity of Coffee Anthocyanins. *European Journal of Biological Sciences*, 13-19.
- Naidu, M. M., Sulochanamma, G., Sampathu, S. R., & Srinivas, P. (2008). Studies on extraction and antioxidant potential of green coffee. *Food Chemistry*, 377–384.
- Naox. (2019). Obtenido de CoopeAgri R.L.: <http://www.coopeagri.co.cr/productos-y-servicios/productos/naox-2/>
- Neill, J. (18 de Abril de 2014). *Everything You Need To Know About Coffee Flour, Backed By Intellectual Ventures*. Obtenido de SPRUDGE: <https://sprudge.com/everything-you-need-to-know-about-coffee-flour-backed-by-intellectual-ventures-55238.html>
- Occupational Safety and Health Administration. (15 de Agosto de 2022). *Combustible Dust: An Explosion Hazard*. Obtenido de Occupational Safety and Health Administration: <https://www.osha.gov/combustible-dust>
- Orecchio, S., Paradiso Ciotti, V., & Culotta, L. (2009). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples: Analytical method by GC–MS, profile, levels and sources. *Food and Chemical Toxicology*, 819–826.

- Padilla, F. C., Rincón, A. M., & Bou-Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58. Obtenido de <http://www.alanrevista.org/ediciones/2008/3/art-14/>
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. New York: McGraw-Hill.
- Potter, N. N., & Hotchkiss, J. H. (1998). *Food Science*. Maryland: Springer Science & Business Media.
- Pymes y Personas Emprendedoras*. (Abril de 2022). Obtenido de Ministerio de Salud Costa Rica: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/pymes-y-emprendedores/988-pymes-y-personas-emprendedoras>
- Ramirez-Coronel, M. A., Marnet, N., Kolli, K., Roussos, S., Guyot, S., & Augur, C. (2004). Characterization and Estimation of Proanthocyanidins and Other Phenolics in Coffee Pulp (*Coffea arabica*) by Thiolysis–High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1344–1349.
- Reglamento a Ley del Impuesto sobre la Renta*. (19 de 09 de 2021). Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=7241&nValor3=99462&strTipM=TC#ddown
- REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO*. (20 de 03 de 2009). Obtenido de <https://www.comex.go.cr/>: https://www.comex.go.cr/media/3480/279_anex-243-rtca-67-04-50-08-microbio-may-09.pdf
- Salas Álvarez, R. (20 de Octubre de 2021). *La Gaceta*. Obtenido de Imprenta Nacional: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2021/10/20/ALCA213_20_10_2021.pdf
- SEPSA. (2021). *Infoagro*. Obtenido de http://www.infoagro.go.cr/BEA/BEA24/BEA24/img_superficie_produccion/superficie_produccion_17.pdf
- Su póliza de RT Construcción en línea*. (24 de Julio de 2022). Obtenido de Grupo INS: <https://polizaconstruccion.cr/poliza-periodo-corto/#Calculator>
- Suárez Cunza, S., Alfaro Pillihuaman, E., & Ramírez Roca, E. G. (2020). Actividad antioxidante, polifenoles y flavonoides de *Coffea arabica* de cinco regiones peruanas. *Revista de la Sociedad Química de Perú*, 343-354.
- Tarifas*. (2008). Obtenido de Secretaría Técnica Nacional Ambiental: <https://www.setena.go.cr/es/Tramites/Tarifas-y-Cuentas-Bancarias/Tarifas-formularios-y-cuentas-bancarias>

Valoración, Renovación, Depreciación de la Propiedad, Planta y Equipo. (19 de 09 de 2021). Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica:
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=67206&nValor3=79528&strTipM=TC

Vega, A., De León, J. A., & Reyes, S. M. (2017). Determinación del Contenido de Polifenoles Totales, Flavonoides y Actividad Antioxidante de 34 Cafés Comerciales de Panamá. *Información Tecnológica*, 29-38.

Villegas, F. (2016). *Extracto de café cereza*. Obtenido de Natucafé:
<http://natucafe.co/miel-de-cafe.php>

World coffee consumption. (Julio de 2019). Obtenido de International Coffee Organization: <http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>