

PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE CHICHA NO FERMENTADA A BASE DE
CÁSCARAS DE PIÑA ADICIONADA CON EXTRACTO DE *GANODERMA*
LUCIDUM

LUISA FERNANDA YELA LARRAHONDO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIA BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA ECBTI
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
POLÍTICA PÚBLICA EN EL APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE
RESIDUOS AGROALIMENTARIOS

2023

PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE CHICHA NO FERMENTADA A BASE DE
CÁSCARAS DE PIÑA ADICIONADA CON EXTRACTO DE *GANODERMA*
LUCIDUM

LUISA FERNANDA YELA LARRAHONDO

Trabajo presentado como requisito para optar por el título de Especialista en
Procesos de Alimentos y Biomateriales

Directora

ANDREA VÁSQUEZ GARCÍA

Ingeniera agroindustrial, Magister y doctora en Ingeniería de Alimentos

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIA BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA ECBTI
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
POLÍTICA PÚBLICA EN EL APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE
RESIDUOS AGROALIMENTARIOS

2023

CONTENIDO

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	14
4. DIAGRAMA DE FLUJO.....	16
5. FLUJOGRAMA EN SIMULADOR COCO.....	17
5.1. CONVENCIONES DEL FLUJOGRAMA.....	18
5.2. EXPLICACIÓN DEL FLUJOGRAMA POR EQUIPOS.....	18
5.3. SIMULACIÓN EN SOFTWARE COCO.....	19
5.4. ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN.....	21
6. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO.....	23
6.1. DETALLES DE LA OPTIMIZACIÓN.....	23
6.2. VARIABLES Y/O ETAPAS A OPTIMIZAR.....	25
6.2.1. Frescura de la cáscara de piña:.....	25
6.2.2. Temperatura de cocción:.....	26
6.2.3. Temperatura de incorporación de <i>G. lucidum</i>	26
6.3. FACTORES QUE AFECTAN LAS VARIABLES DE CONTROL.....	27
6.4. FLUJOGRAMA OPTIMIZADO.....	27

7. PERTINENCIA Y VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	29
8. NORMATIVIDAD VIGENTE SOBRE EL DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS.....	32
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del proceso.....	14
Tabla 2. Convenciones del flujograma.....	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso	16
Figura 2. Visualización de la simulación en Software COCO	17
Figura 3. Vista de simulación en software COCO.....	20
Figura 4. Vista de las corrientes de entrada	21
Figura 5. Entradas y corrientes del proceso de cocción	22
Figura 6. Diagrama de Ishikawa aplicado al proceso.....	24
Figura 7. Diagrama de flujo pre-optimización	28
Figura 8. Diagrama de flujo post-optimización	28
Figura 9. Normatividad Internacional	32
Figura 10. Normatividad Nacional.....	33

RESUMEN

La cáscara de la piña es un residuo de alto potencial ya que posee características nutricionales valiosas que pueden ser aprovechadas no solamente en alimentación animal y/o abono orgánico sino en la elaboración de productos para el consumo humano. Entre estos productos se puede considerar la “chicha” una bebida típica en nuestro país que puede consumirse fermentada o no. Para efectos de este estudio se propuso la elaboración chicha no fermentada o refrescante a base de cáscaras de piña con la adición de *Ganoderma lucidum*, un hongo con variadas propiedades nutraceuticas que hace de la chicha un alimento funcional. Para el análisis y la optimización de este proceso productivo se utilizó el software de simulación COCO y la herramienta diagrama de Ishikawa también conocido como espina de pescado detectando como problema principal la pérdida de antioxidantes de la bebida ocasionada principalmente por la cocción; concluyendo que la variable crítica del proceso es la temperatura que se debe controlar tanto en la etapa de cocción como en la de incorporación del *G lucidum*.

Palabras clave: Cáscaras, piña, chicha, *G. lucidum*, Ishikawa

ABSTRACT

Pineapple peel is a waste with high potential because it has valuable nutritional characteristics that can be used not only in animal feed and/or organic fertilizer but also in the production of products for human consumption. Among these products, “chicha” can be considered, a typical drink in our country that can be consumed fermented or not. For the purposes of this study, the preparation of non-fermented or refreshing chicha based on pineapple peels with the addition of *Ganoderma lucidum*, a fungus with various nutraceutical properties that makes chicha a functional food, was proposed. For the analysis and optimization of this production process, the Ishikawa diagram tool, also known as herringbone, was used, detecting as the main problem the loss of antioxidants in the drink caused mainly by cooking; concluding that the critical variable of the process is the temperature that must be controlled both in the cooking stage and in the incorporation of *G lucidum*.

Keywords: Shells, pineapple, chicha, *G. lucidum*, Ishikawa

INTRODUCCIÓN

Colombia posee el gran privilegio de encontrarse ubicado en la zona tropical, ventaja que se ve reflejada no solamente en la gran variedad de flora y fauna que alberga sino en la facilidad para la producción agrícola ya que el clima se convierte en un factor favorable por su estabilidad a lo largo del año.

En el suroccidente Colombiano se encuentra ubicado el departamento del Cauca con un Área de 29308Km² de los cuales hace parte el Municipio de Santander de Quilichao ubicado a 97Km de Popayán, la capital del Cauca, y a 45Km de Santiago de Cali, capital del Valle del Cauca. (Alcaldía Municipal de Santander de Quilichao, 2023). La ubicación estratégica del municipio entre las capitales lo convierte en un importante espacio de industria y comercio, adicionando a ello la amplia gama de producción agrícola con la que cuenta.

Acorde a esto, en el sector primario los cultivos más importantes son: la caña de azúcar que ocupa el 47,12 % del área sembrada en cultivos transitorios y permanentes según distribución del uso actual del suelo, en segundo lugar el café con el 23,55 %, la piña con el 9,73 %, la yuca con el 6,79 %, la caña panelera con el 2,78 % y el plátano con el 1,87 %. Entre otros cultivos podemos mencionar: maíz, cítricos, fique, mora, lulo, mango, frijol, tomate, arroz y habichuela que participan en menor escala. (Alcaldía Municipal de Santander de Quilichao, 2023)

Teniendo en cuenta que: el cultivo de piña ocupa una cifra importante de la producción agrícola del municipio, se constituye como una de las principales materias primas en la industria de los jugos, las bebidas y las mermeladas entre otros y; que la zona industrial del municipio cuenta con plantas renombradas a nivel nacional e internacional como Colombina S.A. y Vincorte S.A., la piña pasa a ser una materia prima de suma importancia de estudio.

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019), se estima que en Colombia existen alrededor de 32.700 hectáreas de piña sembradas. No obstante, el uso de piña como materia prima para la industria alimentaria genera varios residuos, tales como, las coronas, las cáscaras, el corazón y la pulpa. Acorde a la literatura, por cada hectárea de cultivo se pueden generar entre 200 y 250 toneladas de residuos. (Aguirre, 2022).

La cáscara de la piña es un residuo de alto potencial ya que posee características nutricionales valiosas que pueden ser aprovechadas no solamente en alimentación animal y/o abono orgánico sino en la elaboración de productos para el consumo humano. Se evidencia que la cáscara de piña posee un alto contenido de fibra (aprox. 70%) y los estudios indican que es rica en ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes (Diaz, Totosaus, & Pérez, 2016); sin olvidar su contenido de la enzima bromelina que actualmente es muy utilizada en variados procesos de alimentos. Según Trujillo (2021), el porcentaje de cáscara de una piña fresca es de aproximadamente el 19%.

Teniendo en cuenta esta información, se propone el uso de cáscara de piña para la obtención de una bebida, conocida popularmente como “chicha”. Esta bebida puede presentarse en dos versiones, la primera es una bebida fermentada y la segunda es una bebida refrescante. Pese a que el proceso de fermentación es una excelente opción de análisis ya que requiere un alto control y estudio del mismo, en este trabajo se opta por la bebida refrescante dado que lo que se requiere es aprovechar en mayor porcentaje el residuo de piña (cáscara) y comparando ambos procesos el aprovechamiento es mayor en la preparación como bebida refrescante.

Lo anterior se puede afirmar ya que para la chicha fermentada se dispone la cáscara en agua y se genera el proceso fermentativo y lo que se consume es el

líquido, obligando al final del proceso a desechar la cáscara prácticamente en las mismas condiciones iniciales. Mientras que para la elaboración de la bebida refrescante se genera un proceso de cocción y trituración reduciendo al máximo la cáscara y dejando como desecho final un bagazo fino. Adicionalmente, se pretende incorporar extracto de *Ganoderma lucidum*; un hongo con características nutracéuticas que provee múltiples beneficios y permitiría catalogar la “chicha refrescante” como un alimento funcional.

Otra razón para hacer bebida refrescante y no fermentada, es que la legislación Colombiana desde el año 1948 prohíbe la fabricación, venta y consumo de chicha y otras bebidas fermentadas a base de maíz, arroz, cereales y/o frutas en todo el territorio nacional. (Presidencia de la República de Colombia, 1948). Según la historia, el origen de este Decreto fue el evento conocido como “el Bogotazo” originado por el asesinato del líder y candidato presidencial Jorge Eliecer Gaitán. La muerte de este personaje causó todo un estallido social que fue atribuido al consumo excesivo de “chicha”. No obstante, la historia tiene su trasfondo y fue la llegada de la industria cervecera a Bogotá en la misma época. Por lo que se iniciaron campañas publicitarias que favorecían la cerveza y hacían ver a la chicha como una bebida perjudicial tanto para la salud como para el juicio de las personas.

En este trabajo se aborda el proceso de elaboración de la chicha refrescante presentando su diagrama de flujo, acompañado de una simulación del proceso en el programa COCO con su respectivo análisis. Adicionalmente, la propuesta es examinada desde una de las herramientas de optimización de procesos: “Diagrama de Ishikawa”; con el fin de establecer mediante el uso de la misma como se podría materializar el proceso de la manera más óptima posible, abordando el problema de pérdida de flavonoides y/o antioxidantes que se puede generar durante la elaboración de la bebida.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial crece la preocupación por la conservación de la especie humana, acción que se encuentra profundamente ligada a la conservación del medio en el que se desarrolla. Es por esto, que la protección del medio ambiente se ha convertido en un foco tanto de estudio como de arduo trabajo para la humanidad ya que la incidencia de las actividades humanas en éste trae como consecuencia, la contaminación del aire, del agua y del suelo, la pérdida de biodiversidad, el calentamiento global y el aumento de las enfermedades entre otras.

Una de las grandes preocupaciones es la disposición de los residuos que se generan de la actividad industrial, comercial y doméstica con alimentos; haciendo especial énfasis en las frutas ya que generalmente el uso y consumo es de la pulpa, generando como residuo las cáscaras, hojas, pepas y otras partes de la misma. Entre estas cabe mencionar la piña, una fruta típica en el Departamento del Cauca, Colombia, con cultivos de grandes extensiones y que genera una cantidad significativa de residuos.

Por lo anterior y dado el alto contenido nutricional de las cáscaras de piña se pretende exponer ¿Cómo se puede utilizar el principal residuo de la piña (cáscaras) para generar una bebida refrescante que cumpla con los requerimientos para la nutrición humana y que adicional a ello pueda contener una mejora biotecnológica?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un proceso industrial mediante el uso de las cáscaras de piña como materia prima que permita la obtención de una bebida refrescante y nutritiva.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Plantear las etapas de producción y su respectivo diagrama de flujo para la elaboración de chicha refrescante.
- ✓ Simular el proceso mediante el uso de herramientas informáticas y de análisis con el fin de optimizarlo.
- ✓ Analizar las variables implicadas en cada una de las etapas con el fin de definir cuales son las críticas y cuales deben ser replanteadas.
- ✓ Incluir un proceso biotecnológico con el fin de mejorar el producto.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de elaboración de chicha no fermentada a base de cáscaras de piña y adicionada con *G. lucidum* se describe en la tabla 1

Tabla 1. Descripción del proceso.

Operación	Descripción
Desinfección	Las cáscaras de la piña se someten a desinfección por inmersión en agua con hipoclorito o con vinagre.
Troceado	Se procede a realizar la disminución del tamaño de las cáscaras en trozos de aproximadamente de 3cm con el fin de facilitar mas adelante la trituration
Cocción	La cocción se hace mezclando las cáscaras con arroz, panela y canela en suficiente agua por aproximadamente 45 minutos. Esta operación hace que algunos componentes importantes disminuyan; entre ellos la miricetina y los flavonoides, responsables de la actividad antioxidante como lo menciona Jiménez (2020), en su estudio “Efectos del cocinado de los alimentos sobre los compuestos fitoquímicos y la actividad antioxidante”.
Reposo o Pre-enfriamiento	Se deja la mezcla en reposo con el fin de que la temperatura disminuya y facilite la etapa de trituration
Trituración y/o licuefacción	La mezcla se somete a licuefacción hasta lograr la homogeneidad de la misma.
Filtración	La mezcla homogénea se filtra obteniendo por un lado el líquido “chicha refrescante” y por otro el residuo conocido como afrecho.

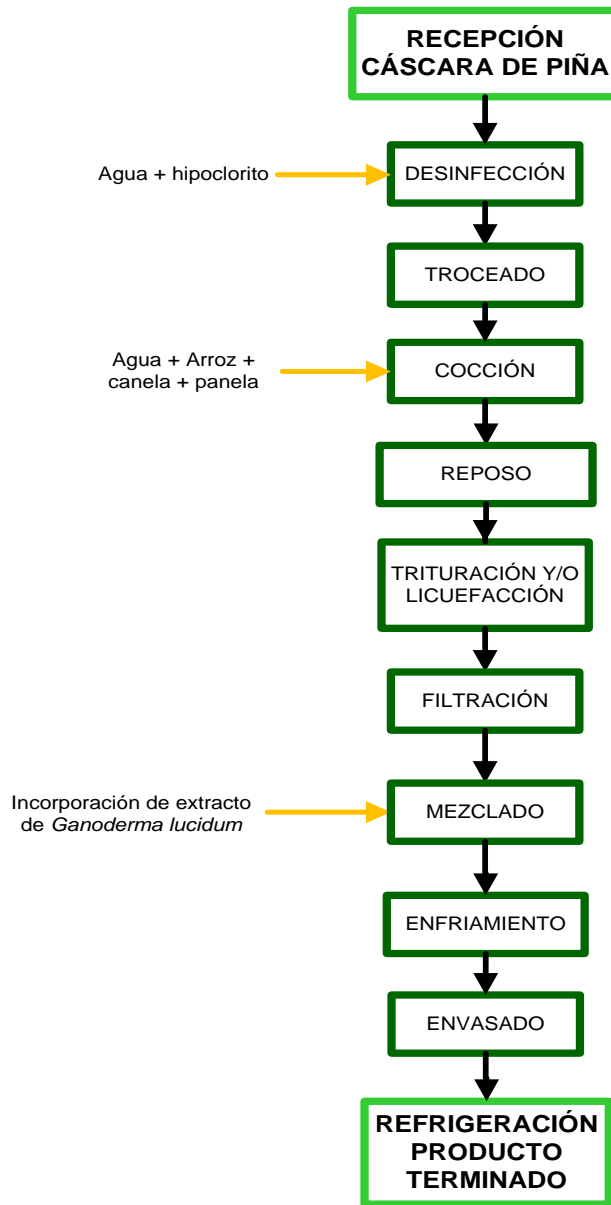
Mezclado	<p>En este momento se incorpora el extracto de <i>Ganoderma lucidum</i>.</p> <p>El objetivo es que el <i>Ganoderma lucidum</i> complemente al alimento para volverlo más beneficioso para el organismo como lo plantean Maldonado & Ortiz, (2023), otorgándole mejores propiedades nutricionales.</p> <p>Debido a que durante la cocción se disminuye la actividad antioxidante de la cáscara de la piña, la adición de <i>G. lucidum</i> ayuda al refortalecimiento de esta actividad aportando flavonoides, alcaloides, aminoácidos y catequinas entre otros. (Martínez & Rodríguez, 2021)</p>
Enfriamiento	Se hace por refrigeración a una temperatura promedio de 4°C
Envasado	Puede realizarse en envase de plástico o vidrio de 250ml

Fuente: Elaboración propia

4. DIAGRAMA DE FLUJO

En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de chicha no fermentada a base de cáscaras de piña y adicionada con *G. lucidum*.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso

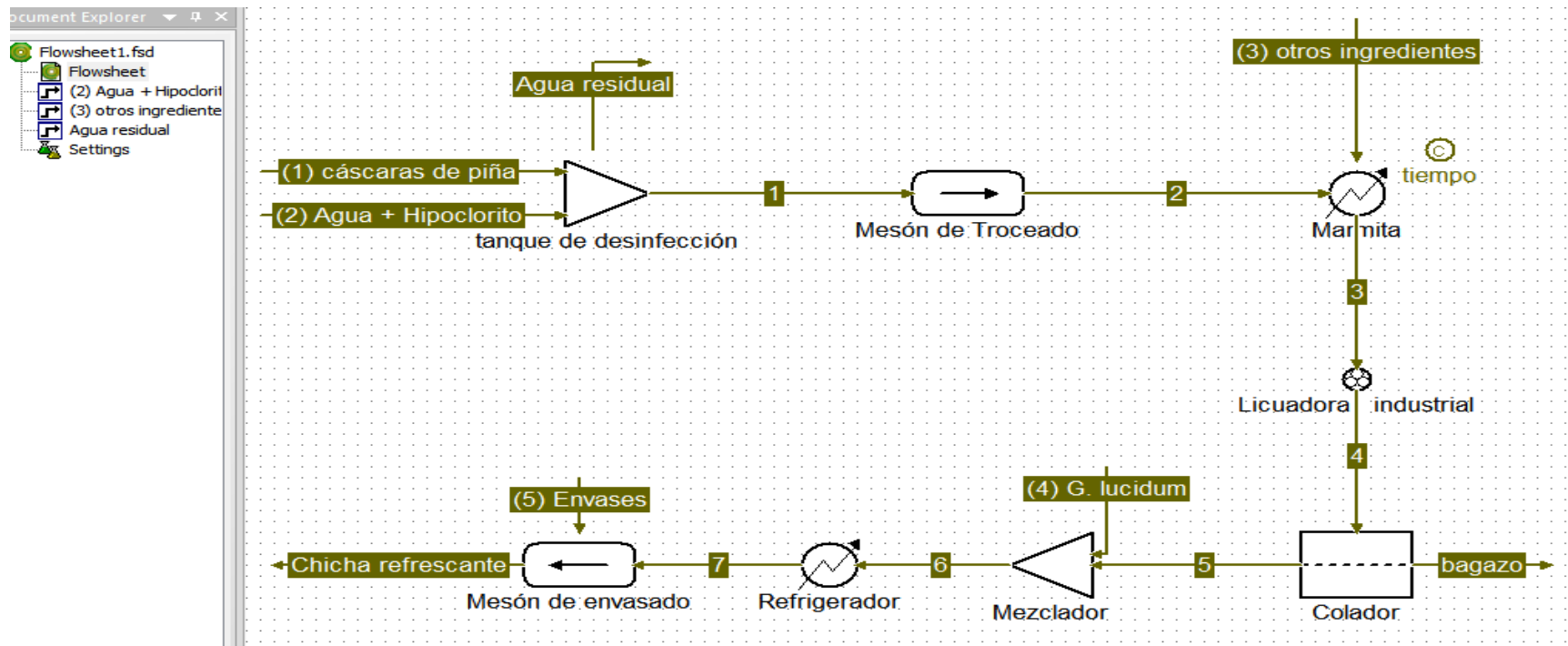


Fuente: Elaboración propia

5. FLUJOGRAMA EN SIMULADOR COCO

Con el fin de analizar cada etapa del proceso, se recurrió al uso del software COCO, que es un simulador de procesos industriales. En la figura 2 se visualiza el desarrollo en el programa de cada etapa.

Figura 2. Visualización de la simulación en Software COCO



Fuente: Software COCO

5.1. CONVENCIONES DEL FLUJOGRAMA

Para entender mejor el flujograma planteado en el software COCO, en la tabla 2 se presentan las convenciones, teniendo en cuenta las entradas, salidas, corrientes y equipos a utilizar.

Tabla 2. Convenciones del flujograma

Entradas (e)	Salidas (s)	Corrientes (c)	Equipos (m)
1. Cáscara de piña 2. Agua de desinfección 3. Otros ingredientes (panela, canela, arroz) 4. Agua de cocción 5. <i>G. lucidum</i> 6. Envases	1. Agua residual 2. Bagazo 3. Chicha refrescante envasada	1. Cáscara de piña desinfectadas 2. Trozos de cáscaras de piña 3. Mezcla de cocción 4. Mezcla licuada 5. Chicha filtrada 6. Chicha con adición de <i>G. lucidum</i> 7. Chicha con adición de <i>G. lucidum</i> refrigerada	1. Tanque de desinfección 2. Mesón de troceado 3. Marmita de cocción 4. Licuadora industrial 5. Colador 6. Mezclador 7. Refrigerador 8. Mesón de envasado

Fuente: elaboración propia

5.2. EXPLICACIÓN DEL FLUJOGRAMA POR EQUIPOS

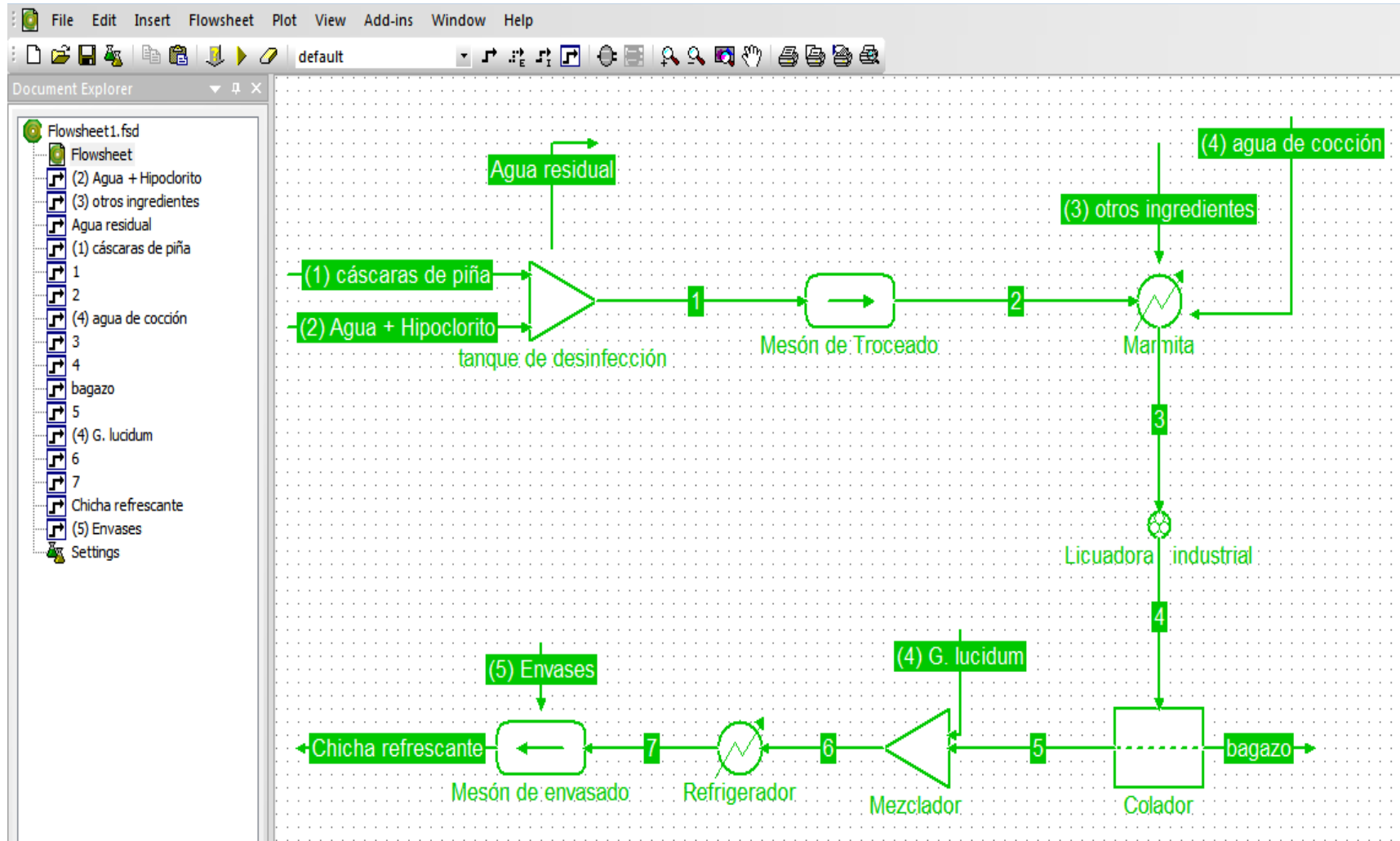
- ✓ Al tanque de desinfección (M1): ingresan las cáscaras de piña (E1) y el agua de desinfección (E2) y sale agua residual (S1) y las cáscaras de piña desinfectadas (C1) que pasan al

- ✓ Mesón de troceado (M2), donde se cortan en trozos de aproximadamente 3cm. Estos trozos (C2) entran en la
- ✓ Marmita (M3), donde ocurre el proceso de cocción con la adición de los demás ingredientes (E3) (panela, arroz, canela) y el agua de cocción (E4). Este proceso tiene una duración de 45 minutos. La mezcla se reposa con el fin de disminuir la temperatura y facilitar el paso a la
- ✓ Licuadora industrial (M4), en la que la mezcla (C3) se licua permitiendo la disminución de tamaño de los ingredientes hasta obtener un líquido espeso y homogéneo (C4) que pasa al
- ✓ Colador (M5), que permite separar el bagazo (S2) del líquido (C5), que posteriormente pasa al
- ✓ Mezclador (M6), con el fin de realizar la adición del *G.lucidum* (E4) logrando una mezcla homogénea (C6) enriquecida dado que el *G. lucidum* permite recuperar los antioxidantes y flavonoides que se pudieron perder durante el proceso de cocción. La chicha enriquecida (C6) pasa al
- ✓ Refrigerador (M7) para lograr una temperatura de 4°C. Finalmente, la bebida fría (C7) llega al mesón (M8) donde es envasada en empaque de vidrio (E5) de 250ml, obteniendo el producto final (S3).

5.3. SIMULACIÓN EN SOFTWARE COCO

La simulación en el software COCO permite verificar que el flujograma con sus respectivas entradas, salidas, corrientes y equipos esté bien implementado, permitiendo así divisar qué modificaciones se pueden hacer al proceso. En la figura 3 se puede visualizar dicha simulación, el tono verde del flujograma indica que se pudo simular sin errores.

Figura 3. Vista de simulación en software COCO



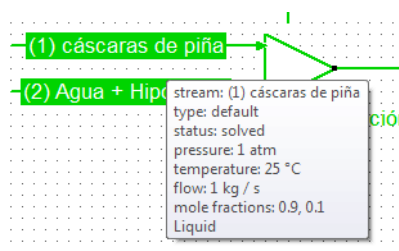
Fuente: Software COCO

5.4. ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN

Al correr el programa de simulación se puede analizar lo siguiente:

- ✓ Como el programa no cuenta con flujos para materiales orgánicos como las cáscaras u otros, se trabajó con agua y ácido acético. Se asigna un flujo de 1Kg/s de cáscara de piña en condiciones ambientales, como se muestra en la figura 4, es decir 1atm de presión y 25°C de temperatura. El agua de desinfección consta de 4Kg de solución de hipoclorito de sodio o vinagre.

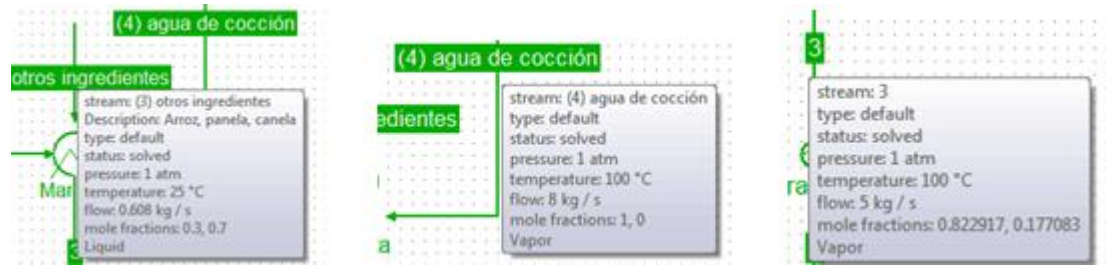
Figura 4. Vista de las corrientes de entrada



Fuente: Software COCO

- ✓ La salida total del tanque de desinfección, es decir la corriente 1, muestra un flujo de 5Kg de los cuales 4 son de agua residual y 1 de cáscara de piña que pasa al proceso de troceado.
- ✓ Para la cocción, el programa no permite conectar las entradas de otros ingredientes. En la figura 5, el valor de flujo que se muestra es de 5Kg pero en realidad la suma de ingredientes para cocción incluyendo el agua da un total de 9.6Kg.

Figura 5. Entradas y corrientes del proceso de cocción



Fuente: Software COCO

- ✓ Lo mismo sucede con otros equipos por lo que el flujo del proceso que se muestra en el programa es diferente al flujo realmente planteado.
- ✓ Adicionalmente, se debió ajustar la temperatura y presión en algunos equipos acorde al fluido seleccionado “ácido acético”

6. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO

Para la optimización del proceso de elaboración de chicha no fermentada a base de cáscaras de piña, se propone el uso de la herramienta diagrama de Ishikawa o de causa y efecto. Esta herramienta permite analizar a detalle cualquier problema detectado en cualquier proceso y determinar cada uno de los factores que se involucran en el mismo permitiendo así llegar a la optimización y estandarización del proceso, teniendo en cuenta las variables influyentes, los rangos de operación y los subprocesos implicados.

Para la aplicación de esta herramienta en la optimización del proceso de elaboración de chicha no fermentada a base de cáscaras de piña se plantea como problema objeto de análisis el siguiente:

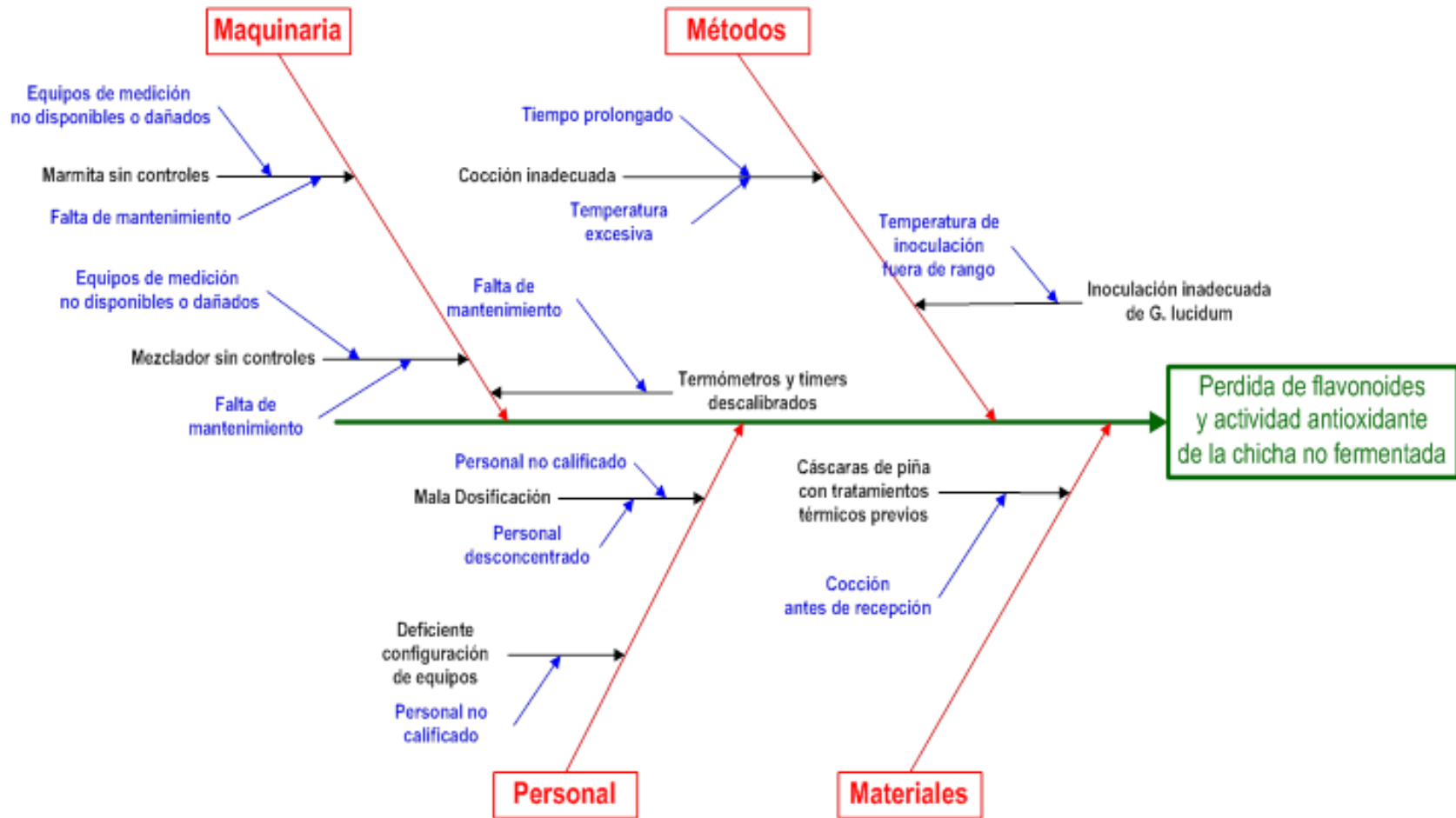
Perdida de flavonoides y actividad antioxidante de la chicha no fermentada.

Para el análisis de dicho problema se utiliza la estrategia M's1P, planteada por el Ministerio de Fomento - España (2005), que consta de las siguientes categorías: Maquinaria, Materiales, Métodos y Personal. En la figura 6 se muestra en análisis de causa y efecto (Ishikawa) del proceso.

6.1. DETALLES DE LA OPTIMIZACIÓN

Durante el proceso de elaboración de la chicha refrescante se puede alterar el contenido de flavonoides de la bebida haciendo que su función como antioxidante se pierda. El análisis mediante el diagrama de Ishikawa permite detectar qué puede causar dicha pérdida de nutrientes ayudando a optimizar el proceso con tal de que este fenómeno no suceda o en su defecto que el contenido de dichos nutrientes sea reincorporado con el fin de poder considerarla una bebida funcional.

Figura 6. Diagrama de Ishikawa aplicado al proceso



Fuente: Elaboración propia

En el esquema de espina de pescado, se evidencia que es de vital importancia para el proceso controlar tanto las temperaturas de cocción de las cáscaras de piña como la temperatura de incorporación del extracto de *G lucidum*.

En cuanto al proceso de cocción, según la literatura, algunos componentes importantes disminuyen; entre ellos la miricetina y los flavonoides, responsables de la actividad antioxidante como lo menciona Jiménez (2020), en su estudio “Efectos del cocinado de los alimentos sobre los compuestos fitoquímicos y la actividad antioxidante”. Por tal razón, el proceso de cocción de las cáscara de piña debe realizarse de manera controlada, garantizando que la maquinaria de cocción, que para este caso sería una marmita cuente con los respectivos medidores de temperatura debidamente calibrados.

Esto mismo aplica para la etapa de incorporación del extracto de *G. lucidum* ya que se debe tener en cuenta la temperatura para que el hongo cumpla su función que en este caso es reincorporar los nutrientes perdidos durante la cocción. La adición de *G. lucidum* ayuda al refortalecimiento de la actividad antioxidante aportando flavonoides, alcaloides, aminoácidos y catequinas entre otros. (Martínez & Rodríguez, 2021)

Por lo anterior, a continuación se consideran las variables y/o etapas a optimizar durante el proceso y las especificaciones para cada una de ellas.

6.2. VARIABLES Y/O ETAPAS A OPTIMIZAR

6.2.1. Frescura de la cáscara de piña:

Es importante aclarar que la cáscara de piña a utilizar debe estar preferiblemente fresca, es decir, que no haya sufrido procesos de cocción previos que pudieran alterar sus características y calidad nutricional.

6.2.2. Temperatura de cocción:

Durante el proceso de cocción se genera la mayor pérdida de las propiedades funcionales de la cáscara de piña. La pérdida de flavonoides inicia tras la aplicación de cualquiera de los métodos de cocción, siendo mayores cuánto más intenso sea el tratamiento térmico (Jiménez, 2020); por esto, esta etapa debe estar controlada garantizando que la temperatura del agua de cocción se mantenga en los 100°C durante los 45 minutos que dura el proceso.

Pese a que el vapor, podría ser el método en el que menos pérdidas de flavonoides se producen, siendo menores del 50% del contenido (Jiménez, 2020), para la producción de la chicha es indispensable el proceso de cocción que permite el ablandamiento de la cáscara de piña y la incorporación de los sabores de las especias utilizadas en la mezcla. Debido a la pérdida de antioxidantes durante esta etapa es que se propone la incorporación de *G lucidum* con el fin de proveerle nuevamente sus características funcionales a la bebida y aumentarlas.

6.2.3. Temperatura de incorporación de *G. lucidum*

Se debe optimizar con el fin de garantizar que la chicha refrescante sea un alimento funcional, es decir recupere sus compuestos antioxidantes.

Según el estudio Evaluación de la inclusión de los β -glucanos de *Ganoderma lucidum* en yogur realizado por Uriza (2014), el momento más adecuado para incluir *G. lucidum* sería previo a la pasteurización, en especial para garantizar una mejor disolución y evitar la formación de grumos que podrían percibirse sensorial y reológicamente.

Adicionalmente, se dice que El Ganoderma se prepara tradicionalmente usando el fruto fresco o seco cortado fino o pulverizado, el cual se hierva en agua. Los extractos acuosos en caliente concentran mejor los polisacáridos. (Figlas & Curvetto, s.f.)

Como en el proceso de elaboración de la chicha refrescante no hay etapa de pasteurización, se propone modificar el momento de incorporación o mezclado del *G lucidum*. Es decir, no hacerlo después de la filtración sino inmediatamente después de la cocción con el fin de mejorar las propiedades y características del hongo.

6.3. FACTORES QUE AFECTAN LAS VARIABLES DE CONTROL

De acuerdo al diagrama de Ishikawa se puede analizar que la variable crítica durante el proceso de elaboración de chicha refrescante a base de cáscaras de piña es la temperatura, tanto en la etapa de cocción como en la de incorporación del *G lucidum*. Esta variable se puede ver afectada por los siguientes factores:

- ✓ Temperatura ambiental
- ✓ Maquinaria defectuosa y/o sin medidores de temperatura
- ✓ Medidores mal calibrados o dañados
- ✓ Personal no calificado
- ✓ Equipos mal configurados

6.4. FLUJOGRAMA OPTIMIZADO

En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo que se planteó inicialmente para el proceso y en la figura 6 se muestra el diagrama de flujo que se propone después de la optimización.

Figura 7. Diagrama de flujo pre-optimización

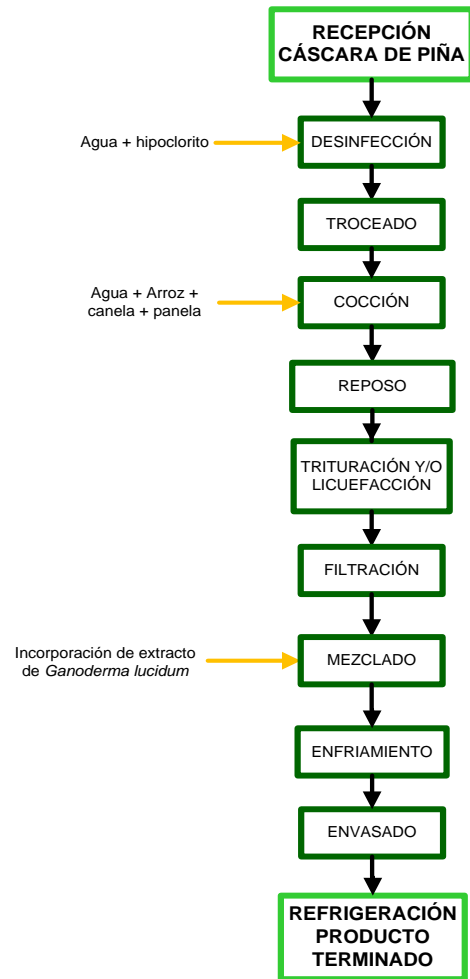
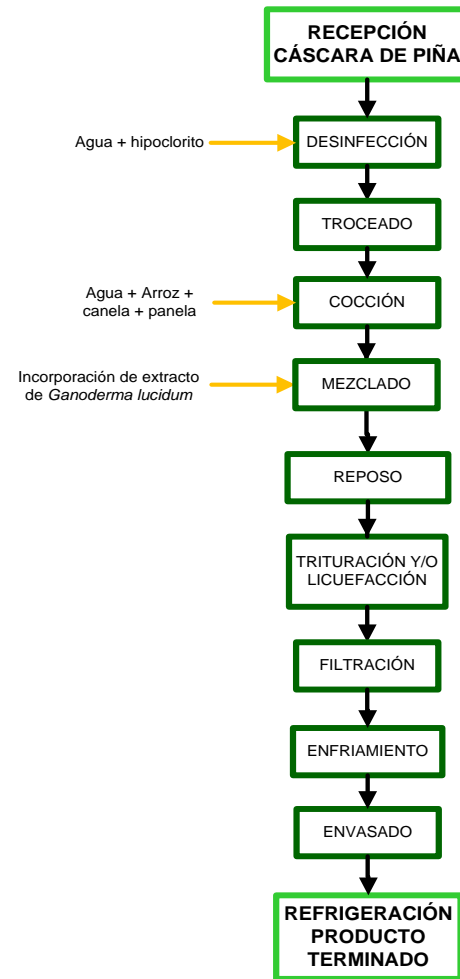


Figura 8. Diagrama de flujo post-optimización



7. PERTINENCIA Y VIABILIDAD DEL PROYECTO

El departamento del Cauca, más específicamente el municipio de Santander de Quilichao, cuenta con extensos cultivos de piña que son ampliamente aprovechados no solo por las industrias alimentarias de la zona sino por cada uno de los hogares Quilichagüeños. De los residuos que se generan del consumo de este fruto, es de gran aprovechamiento la cáscara del mismo por sus altos contenidos nutricionales. Sin embargo, su principal uso es para alimentación animal. Este es un hecho que no solamente se aprecia a nivel local sino también a nivel mundial y sumado a esto, “Los tratados de libre comercio han abierto las puertas de su exportación a Italia, Estados Unidos, Chile, España, Reino Unido y Portugal, por lo que a su alta producción hay que sumarle el incremento en la generación de residuos.” (Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología, 2023)

A nivel mundial el rendimiento de jugo de frutas representa la mitad del peso de la fruta, y por lo tanto hay una gran cantidad de desecho de pulpa y cáscara es producido cada año. En la agricultura, estos residuos tienen valor bajo o nulo y aún pueden constituir un problema ambiental debido a su acumulación. La preocupación por el aprovechamiento de residuos ha tomado gran fuerza entre la comunidad científica, sobre todo a nivel industrial, puesto que la adecuada disposición final de residuos agroindustriales es apremiante debido a los grandes volúmenes generados. (Trujillo, 2021)

La propuesta de utilizar las cáscaras de piña para la fabricación de una bebida refrescantes como lo es “la chicha”, permite la conversión de un residuo industrial en una materia prima planteando las siguientes oportunidades: 1) disminución de una fuente de contaminación ambiental significativa para el municipio, 2) apertura de nuevas fuentes de empleo para la población, 3) introducción al mercado de un

producto típico de nuestro país que ha sido estigmatizado por muchos años, 4) incorporación de un alimento funcional en la dieta Colombiana.

Adicionalmente, la elaboración de la bebida en cuestión requiere para su proceso materias primas de bajo costo, como son: Agua, arroz, especias y las cáscaras de piña (que en realidad son un residuo industrial) lo que aumenta la viabilidad del proyecto. Adicionalmente, el hecho de que el desarrollo del proyecto se implemente en una zona de amplio cultivo de piña aumenta la pertinencia del mismo.

Así mismo, no es un hecho aislado, la tendencia de la población general a buscar cada vez más la conservación de su salud o longevidad y, es por esto que se visualiza el auge de los productos altamente nutritivos y/o con propiedades funcionales.

Propiedades funcionales son ciertas características fisicoquímicas de algunos componentes del alimento que influyen de un modo específico sobre su apariencia y comportamiento. Por ejemplo, son propiedades funcionales la hidratación, el espumado, la emulsificación, la gelificación y otras, características que generalmente han estado asociadas a la proteína presente en el alimento, pero que hoy en día también lo son a la presencia de fibra dietética. Algunos subproductos del procesamiento industrial de frutas han sido clasificados como fuentes de fibra. En cáscara de piña se ha encontrado valores de fibra dietética de 70,6%, asociada a un elevado contenido de miricetina, principal polifenol identificado y que puede ser el responsable de la actividad antioxidante encontrada en este subproducto. (Ramírez & Pacheco, 2009). Las propiedades funcionales de la cáscara de piña convierten este residuo en una materia prima potencial para la elaboración de un alimento funcional.

Por otra parte, teniendo en cuenta el hecho de que la cocción puede disminuir las propiedades funcionales de la cáscara de piña, en este proyecto se opta por la inserción de extracto de *G lucidum* en la bebida con el fin de recuperar dichas propiedades. Los extractos de Ganoderma tienen numerosas propiedades terapéuticas que incluyen analgésico, antialérgico, anti bronquitis, antibacteriano, antioxidante, antitumoral, efectos reductores de la presión arterial entre otros. Por tanto, es ampliamente utilizado en el tratamiento de muchas enfermedades en muchos productos nutracéuticos y con fines medicinales durante años. (Kuşçu & Öztürk, 2019)

8. NORMATIVIDAD VIGENTE SOBRE EL DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS

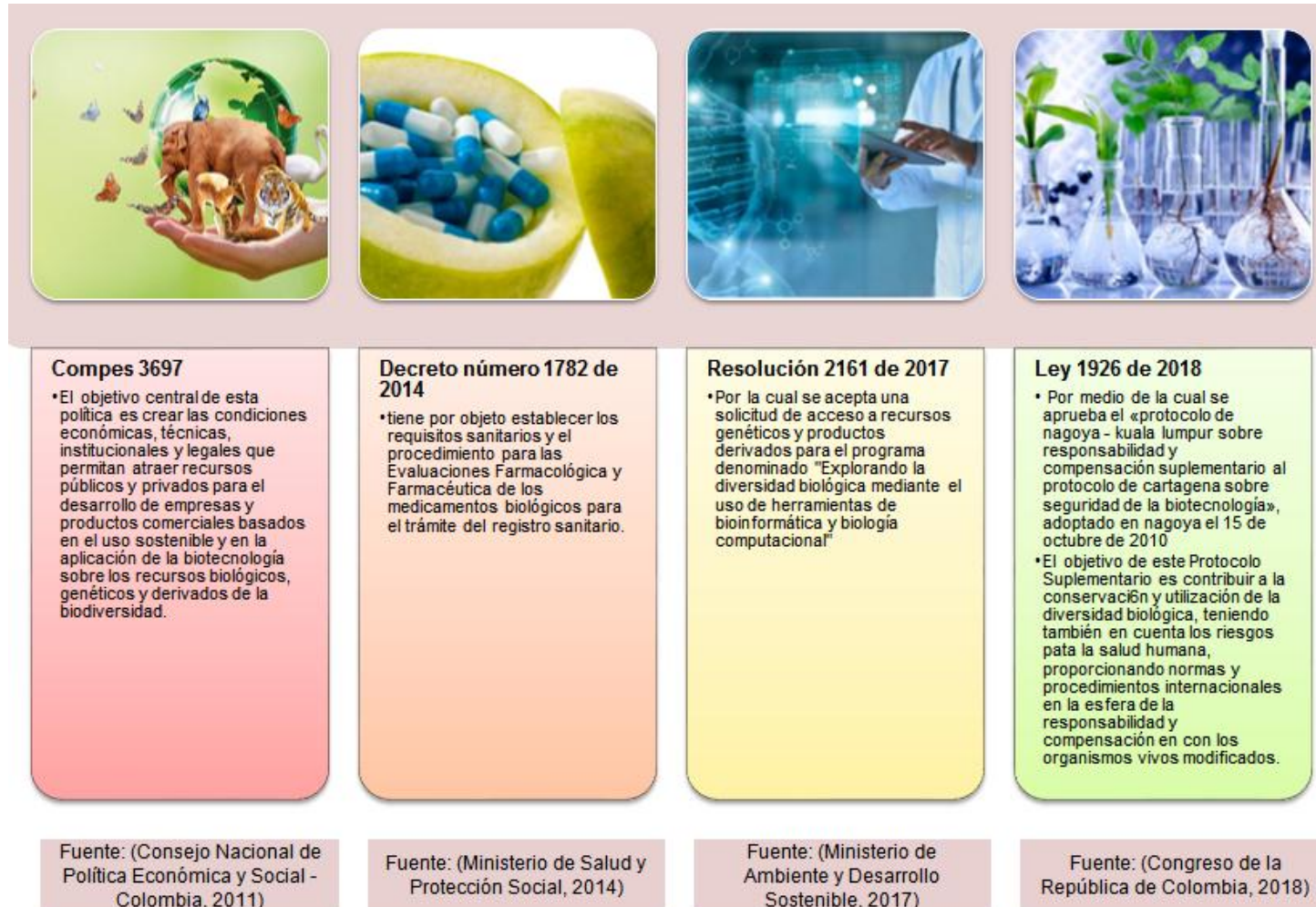
En la figura 9 se muestra la normatividad internacional y en la figura 10 la normatividad nacional vigente en el desarrollo de productos y procesos biotecnológicos

Figura 9. Normatividad Internacional

 <p style="text-align: center;">ONU medio ambiente</p> <p style="text-align: center;">Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente</p>	 <p style="text-align: center;">Unión Europea</p>		 <p style="text-align: center;">Protocolo de CARTAGENA bioseguridad</p>
<p>Las Directrices Técnicas del PNUMA</p> <ul style="list-style-type: none"> El Consejo de Administración del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) afirmó en 1995 que era conveniente que el PNUMA colaborara en los esfuerzos internacionales en materia de seguridad de la biotecnología, incluida la elaboración de directrices técnicas internacionales. Siguiendo estas indicaciones, el 14 de diciembre de 1995, fueron adoptadas en El Cairo las Directrices Técnicas Internacionales del PNUMA sobre Seguridad de la Biotecnología 	<p>Directiva 90/219, de 23 de abril de 1990</p> <ul style="list-style-type: none"> establece medidas comunes para la utilización confinada de microorganismos modificados genéticamente gracias a métodos o procedimientos propios de la biotecnología moderna con vistas a proteger la salud humana y el medio ambiente 	<p>Directiva 90/220/CE, de 23 de abril de 1990</p> <ul style="list-style-type: none"> Persigue la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros y proteger la salud humana y el medio ambiente en los casos de liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente, y de comercialización de productos que consistan en organismos modificados genéticamente, destinados a una posterior liberación intencional en el medio ambiente. 	<p>Protocolo de Cartagena</p> <ul style="list-style-type: none"> El objetivo del presente Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.
<p style="text-align: center;">Fuente: (Pérez, s.f.)</p>	<p style="text-align: center;">Fuente: (Pérez, s.f.)</p>	<p style="text-align: center;">Fuente: (Pérez, s.f.)</p>	<p style="text-align: center;">Fuente: (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2000)</p>

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Normatividad Nacional



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- ✓ Las cáscaras de piña son residuos agroindustriales que cuentan con una gran calidad nutricional que puede aportar en la fabricación de distintos alimentos no solo de nutrición animal sino para consumo humano y por ende debe impulsarse el estudio y comprensión de todas sus propiedades.
- ✓ La simulación del proceso en el software COCO permitió visualizar cada una de las etapas y sus respectivas variables, posibilitando el análisis de las mismas y obteniendo como resultado la modificación del momento de incorporación del extracto de *G. lucidum* a la bebida
- ✓ Pese a que en el proceso de cocción las cáscaras de piña sufren una pérdida significativa de antioxidantes, la chicha recupera esta característica con la incorporación del *G. lucidum* que puede proveer características adicionales permitiendo catalogarla como una bebida funcional.
- ✓ El diagrama de Ishikawa facilitó el análisis del problema más significativo del proceso productivo que es la pérdida de antioxidantes, permitiendo la determinación de las causas y llevando a la optimización del proceso mediante el control de variables y la modificación de las etapas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario complementar este estudio con el análisis de las características organolépticas del producto teniendo en cuenta que Kuşçu & Öztürk (2019), estudiaron la incorporación de *G lucidum* en jugo de naranja y lograron camuflar el sabor amargo del hongo con el sabor del jugo de naranja, por lo que al incorporarlo a la chicha se debe cuidar la dosis con el fin de no alterar el sabor de la bebida.

REFERENCIAS

- AGENCIA IBEROAMERICANA PARA LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. 2023. Los residuos de la piña ofrecen bioactivos antibacterianos y antioxidantes. *dicyt.com*. [En línea] 2023. <https://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=47163#:~:text=Algunas%20estructuras%20fen%C3%B3licas%20presentes%20en,Listeria%20monocytogenes%20y%20Staphylococcus%20aureus..>
- AGUIRRE, J. 2022. Incorporación de harina de cáscara de piña como fuente de fibra en la elaboración de un producto cárnico tipo hamburguesa. *Universidad de La Salle*. [En línea] 2022. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1747&context=ing_alimentos.
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE SANTANDER DE QUILICHAO. 2023. Mi municipio. *Alcaldía de Santander de Quilichao*. [En línea] 2023. <https://santanderdequilichao-cauca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (2018). *Ley 1926 de 2018*. Recuperado el Septiembre de 2023, de minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1926-2018.pdf>
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - COLOMBIA. (2011). *Compes 3697 - Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad*. Recuperado el septiembre de 2023, de Departamento Nacional de Planeación: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Compes/Econ%C3%B3micos/3697.pdf>
- DIAZ, J., TOTOSAUS, A. y PÉREZ, M. 2016. Efecto de harina de cáscara de tuna y piña sobre las características fisicoquímicas y texturales de salchichas cocidas inoculadas con bacterias ácido lácticas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. [En línea] 2016. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/9/147.pdf>.

FIGLAS, D. y CURVETTO, N. s.f.. Monografía sobre las propiedades medicinales del hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*). *Universidad Nacional del Sur - Argentina*. [En línea] s.f. <http://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/P/2%20ganoderma-s.pdf>.

JIMÉNEZ, M. 2020. Efectos del cocinado de los alimentos sobre los compuestos fitoquímicos y la actividad antioxidante. *Universidad de Valladolid*. [En línea] 2020. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42173/TFG-M-N2018.pdf?sequence=1>.

KUŞÇU, G. y ÖZTÜRK, B. 2019. Physical, chemical and sensory properties of fresh orange juice fortified with reishi (*ganoderma lucidum*) extract. *Gida the journal of food*. [En línea] 2019. https://www.researchgate.net/figure/Formulation-of-fresh-orange-juice-samples-fortified-with-reishi-extract_tbl1_338751546.

MALDONADO, S. y ORTIZ, D. 2023. Estado del arte de las propiedades nutricionales y funcionales de *Ganoderma Lucidum*. *Mutis*. [En línea] 2023. <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/Estado-arte-propiedades-nutricionales-funcionales-Ganoderma-Lucidum>.

MARTÍNEZ, Y. y RODRÍGUEZ, R. 2021. Análisis de los metabolitos secundarios del hongo *Ganoderma lucidum*. *Gale Onefile - Revista de Producción Animal*. [En línea] 2021. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=googlescholar&id=GALE|A657704517&v=2.1&it=r&sid=googleScholar&asid=cc92cd2a>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2019. Cadena de la Piña. *Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales*. [En línea] junio de 2019. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales%20PI%C3%91A.pdf>.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2017). *Resolución 2161 de 2017*. Recuperado el Septiembre de 2023, de minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2017/10/resolucion-2161-de-2017.pdf>

MINISTERIO DE FOMENTO - ESPAÑA. 2005. Anexo IV.A5 Algunas herramientas para la mejora de procesos - Modelos para implantar la mejora continua en la gestión. <https://www.mitma.gob.es/>. [En línea] 2005. https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/33D8F146-B848-418A-92E9-C7822F519B26/19426/IVA5.pdf.

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (2014). *Decreto 1782 de 2014*. Recuperado el Septiembre de 2023, de Minsalud: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%201782%20de%202014.pdf

PÉREZ, J. (s.f.). *Regulación Internacional de la Seguridad de la Biotecnología*. Recuperado el septiembre de 2023, de Universidad de Navarra: <https://revistas.unav.edu/index.php/anuario-esp-dcho-internacional/article/download/28516/24556/>

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. 1948. Decreto 1839 de 1948. *Diario Oficial*. [En línea] 1948. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1359221>.

RAMÍREZ, A. y PACHECO, E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *scielo.org*. [En línea] 2009. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400014.

SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. (2000). *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre la diversidad biológica*. Recuperado el septiembre de 2023, de cepal.org: <https://observatoriop10.cepal.org/es/media/156/download>

TRUJILLO, J. 2021. Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de la cáscara de piña (*Ananas comosus*), frente a un producto comercial. *Universidad Politécnica Salesiana*. [En línea] 2021. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20032/1/UPS-CT009015.pdf>.

URIZA, J. 2014. Evaluación de la inclusión de los β -glucanos de *Ganoderma lucidum* en yogur. *Universidad Nacional de Colombia*. [En línea] 2014.

[https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54817/1018404019.2015.pdf?
sequence=1&isAllowed=y.](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54817/1018404019.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)