

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS POR LA
CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN EL VALLE
DEL CAUCA

DIANA MARCELA CAICEDO VELASCO
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
SANTIAGO DE CALI
2020

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS POR LA
CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL EN EL VALLE
DEL CAUCA

DIANA MARCELA CAICEDO VELASCO
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES

ANDREA VASQUEZ GARCIA
DOCTORA EN INGENIERIA DE ALIMENTOS
UNIVERSIDAD DE SAO PAULO – FZEA- BRASIL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS, TEGNOLOGÍA E INGENERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN PROCESOS DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
SANTIAGO DE CALI
2020

CONTENIDO

GLOSARIO.....	7
RESUMEN.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	12
INTRODUCCIÓN	13
1. Cadena Cafetera y su Residuo.....	14
1.1. Cadena Productiva del Café	15
2. Energías Renovables Producidas por la Cadena Productiva del Café	17
2.1 Producción de Etanol	17
2.1.1 Obtención del Bioetanol.....	18
3. Herramientas para la Optimización de los Procesos	21
3.1 ERP “Enterprise Resource Planning – Planificación de Recursos Empresariales” ..	21
3.1.1 MES “Manufacturing Execution System”	21
3.2 Implementación M.E.S Para la optimización del proceso de producción de Etanol a Partir de los residuos agroalimentarios del café	21
3.3 Datos de la Operación.....	22
3.3.1 Operaciones del Proceso	23
3.3.2 Equipos	23
4. Normatividad Vigente	25
5. Viabilidad del Proyecto	27

CONCLUSIONES..... 29

BIBLIOGRAFÍA..... 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Producción de Cultivo de Café Verde en el Depto. Valle Del Cauca 2016-2019.....	14
Tabla 2 Producción de Café Cereza en Departamento del Valle del Cauca 2016-2019.....	14
Tabla 3 Residuos Producidos por 1 kg de Café.....	15
Tabla 4 Rendimientos del Etanol Producto de la pulpa y el mucilago de Café	18
Tabla 5 Composición química de la materia prima	22
Tabla 6 Datos del proceso	22
Tabla 7 Equipos Utilizados en el Proceso.....	23

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de Flujo del Proceso	19
Ilustración 2 Diagrama de flujo en el simulador CoCo v 3.4	20
Ilustración 3 Diagrama de flujo de la operación Destilación simulador CoCo v 3.420	
Ilustración 4 Distribución de los Equipos Utilizados en el Proceso	24

GLOSARIO

DESPERDICIO AGROALIMENTARIO:

Se trata de materia orgánica (posible materia prima) generada y catalogada como no apta para introducir al proceso de transformación.¹

RESIDUO:

Material de desecho, Cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse. (Santamaría Arinas, 2004)

RESIDUO AGROALIMENTARIO:

Es un residuo de producción que no es residuo porque se ha realizado la modificación del proceso de producción para dar al material características técnicas específicas puede ser otra prueba de que la producción del material en cuestión es el resultado de una opción técnica. (Lozano, 2014)

SUBPRODUCTO:

Una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción por opción técnica, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, puede ser considerada como subproducto y no como residuo. (Lozano, 2014)

¹ Desperdicio alimentario. www.fao.org.co 30 de agosto 2020

RESUMEN

Es de gran interés reconocer como se puede realizar aprovechamiento de los residuos generados por las cadenas productivas que a lo largo se han dedicado a suplir las necesidades del ser humano, es así como la Biotecnología permite aplicar nuevas tecnologías a estos recursos que finalmente tienen un valor agregado con la aplicación de bioprocesos que permiten obtener nuevos productos con los que puede garantizar una optimización y mejoramiento.

En nuestro país se ha venido trabajando con nuevos proyectos que ayuden a las Cadenas Productivas para ser autosuficientes, que además contribuyan a la obtención de nuevos productos y sean amigables con el medio ambiente, de esta manera se puede ver como una de las cadenas más importantes como la Cafetera, por medio de los bioprocesos ha llegado a considerarse más competitiva ya que sus residuos han dado como resultado subproductos entre ellos el compostaje y las energías renovables, en el siguiente trabajo se conocerá el proceso de obtención de Bioetanol a partir de la Pulpa de Café fruto fresco y el mucilago.

Además, se realiza un análisis de los sistemas operativos que ayudan a optimizar los procesos con el fin de dar más practicidad a la estandarización de los procesos, donde se puede utilizar sistemas como el EPM con software M.A.S para garantizar que desde el inicio hasta el final del proceso se disminuya los gastos y costos de la cadena productiva.

Palabras claves: Destilación, Etanol, Fermentación, Implementación, Mucilago, Optimización, Pulpa de Café, Residuos agroalimentarios.

ABSTRACT

It is of great interest to recognize how it is possible to take advantage of the waste generated by the production chains that have been dedicated to meeting the needs of the human being, this is how Biotechnology allows applying new technologies to these resources that finally have a value added with the application of bioprocesses that allow obtaining new products with which it can guarantee optimization and improvement.

In our country we have been working with new projects that help the Productive Chains to be self-sufficient, which also contribute to the obtaining of new products and are friendly to the environment, in this way it can be seen as one of the most important chains Like the Coffee Maker, through bioprocesses it has come to be considered more competitive since its waste has resulted in by-products including composting and renewable energies, in the following work the process of obtaining Bioethanol from Pulp will be known of coffee fresh fruit and mucilage.

In addition, an analysis of the operating systems is carried out that help to optimize the processes in order to give more practicality to the standardization of the processes, where systems such as EPM with MAS software can be used to guarantee that from the beginning to the end of the process is reduced the expenses and costs of the productive chain.

Keywords: Distillation, Ethanol, Fermentation, Implementation, Mucilage, Optimization, Coffee Pulp, Agri-food waste.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de residuos sólidos producidos por las cadenas productivas se ha visto relacionada con el alto índice de contaminación de las fuentes hídricas cercanas a los cultivos por lo tanto se ha visto en la necesidad de aprovechar los desperdicios de ciertos procesos agroalimentarios para el caso pulpa de café y mucilago para dar un valor agregado a un subproducto; este será el etanol generando una energía renovable que puede competir con combustibles de segunda generación. Con ello se garantiza la disminución de la contaminación de aguas mieles a la tierra y a las fuentes hídricas siendo muy significativa para el medio ambiente en las regiones cafeteras de Colombia. Así como también la optimización de los procesos para disminuir los costos y gastos de producción.

El Valle del Cauca por hacer parte de la zona cafetera, representa su producción anual de 11% a nivel de la cosecha colombiana, donde participan alrededor de 39 municipios localizados en su mayoría al nororiente de este departamento dónde su impacto socioeconómico juega un papel protagónico en las zonas rurales de montaña. Por lo cual es preciso aplicar este proyecto.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se desarrollo con el fin de contribuir al aprovechamiento agroalimentario de los residuos producidos por las cadenas productivas de Colombia, además de contribuir al medio ambiente con un producto como el etanol que disminuye la contaminación y es considera una energía renovable ya que se realiza dentro de un proceso optimizado y cumpliendo las tres E de eficiencia, eficacia y efectividad.

El proceso descrito presenta la oportunidad de mejora continua y valor agregado a un producto que en algún momento fue considerado material de desecho y contamina por varios años las fuentes hídricas, esto con lleva a la aplicación de nuevos programas de optimización como es el M.A.S que contribuirán a disminuir los gastos y costos de la cadena productiva cafetera.

OBJETIVOS

General

- ✓ Aprovechar los residuos sólidos producidos por la cadena productiva del café para la obtención de etanol en el valle del cauca

Específicos

- ✓ Analizar las variables del proceso.
- ✓ Generar acciones de mejora continua para el proceso en desarrollo.
- ✓ Aplicar e implementar programas de simulación de procesos en conjunto con el Software de optimización de procesos M.A.S.

INTRODUCCIÓN

La cadena productiva del Café es el principal motor de la economía en Colombia pues es el tercer país productor en el mundo, la mayoría de las regiones del país se dedican a su producción, en el valle del Cauca en la zona Norte de este departamento es donde más se ha dedicado a producción y procesamiento del café, dedicándose a mejorar sus tierras para obtener el segundo producto más comercializado de la región; los residuos que produce están alrededor del 90.5% el restante se utiliza para producción de la bebida del café. (Rodriguez , www.infocafes.com Manejo de los Residuos en la Industria Cafetera, 2017) el contenido de este residuo puede dar lugar a la obtención de nuevos productos para uso de compostaje y un alto valor agregado en la obtención de compuestos bioactivos con características funcionales (Serna , Sandoval , Torres, & Hernandez, 2018) extraídos de la pulpa y del mucilago.

En vista de que reducir el gasto inadecuado de los recursos es uno de los objetivos fundamentales e indispensables de la optimización de los procesos lo que busca que estos sean efectivos, eficientes y eficaces, el aprovechamiento de los recursos como lo es los residuos producidos por la cadena cafetera para la producción de Bioetanol, se está convirtiendo en proceso efectivo ya que se da valor agregado a un subproducto, eficiente disminuyendo la contaminación y eficaz generando energías renovables. En este trabajo se informa la capacidad aproximada que tiene el Valle del Cauca para producir Bioetanol a partir de los residuos de la cadena cafetera aplicando los conocimientos previos de los bioprocesos y la biotecnología dando cumplimiento a las políticas públicas y normatividad vigente que permite el uso de estos residuos.

En este documento contiene los datos del proceso de aprovechamiento de los residuos sólidos que genera la cadena cafetera como es el la pulpa fresca y el mucilago para la obtención de etanol por medio de los procesos de fermentación y destilación con la aplicación de un software de control de optimización de procesos conocido como M.A.S

1. Cadena Cafetera y su Residuo.

La producción de café en Colombia se da alrededor de los 17 ° y 23 °C, temperatura propia de la zona cafetera en Colombia que comprende varios departamentos entre ellos valle del cauca, en la tabla 1 se proporciona los datos de la gobernación del valle que muestran la producción de Café en los últimos años emitidos para febrero del 2020.

Tabla 1 Producción de Cultivo de Café Verde en el Depto. Valle Del Cauca 2016-2019

AÑO	Producción Café Pergamino seco (Ton)
2019	69546,4
2018	67791
2017	60469,5
2016	63958,3

Fuente. (Gov. Valle, 2020)

Con los datos anteriores y con la literatura que aporta la dirección de cadenas agrícolas y forestales del Gobierno colombiano, se calcula la cantidad de Café cereza o fruto rojo multiplicando la producción por un factor igual a 5; es decir por cada 5 toneladas de café cereza se produce una tonelada de café pergamino seco, que es el café resultante después de ser beneficiado “despulpado y secado”.

Tabla 2 Producción de Café Cereza en Departamento del Valle del Cauca 2016-2019

Año	Producción Café Cereza (Ton)	Residuos Producidos (Ton)
2019	347732	278185,6
2018	338955	271164
2017	302347,5	241878
2016	319791,5	255833,2

Fuente. Datos Propios

Según los datos de la tabla 2 se puede calcular que en la industria cafetera se utiliza aproximadamente el 19% del fruto fresca en la preparación del café tostado, 81%

queda en forma de residuo, sin contar con el residuo (borra) que queda después de la preparación de la bebida. Estudios realizados muestran en la tabla 3 la cantidad de residuos generados en cada etapa del procesamiento del café.

Tabla 3 Residuos Producidos por 1 kg de Café

Proceso	Residuo Obtenido	Perdida (gr.)
Despulpado	Pulpa Fresca	436
Desmucilaginado	Mucilago	149
Secado	Agua	171
Trilla	Pergamino	42
	Película Plateada	
Torrefacción	Volátiles	22
Preparación Bebida	Borra	104
Pérdida Acumulada		924

Fuente. (Rodriguez & Zambrano, Los Subproductos del Café: Fuente de Energía Renovable, 2010)

Para el aprovechamiento de los residuos del café están representados en materiales lignocelósicos, la recuperación de sus características da origen a otros subproductos de la cadena Agroalimentaria.

1.1. Cadena Productiva del Café

Siembra: se realiza aproximadamente de 3300 a 4500 plantas por hectárea, najo un adecuado de nutrientes a los 18 meses se puede observar los primeros granos de café, la máxima capacidad de producción de la planta es 3 años por lo cual se maneja la regeneración de la plantación cada 30 meses aproximadamente.

Recolección: se realiza cuando la cereza de café tiene color rojo y amarillo garantizando la calidad del café.

Aquí se inicia el procesamiento en Húmedo así:

Clasificación, Limpieza: se realiza clasificación del grano según su color y se realiza limpieza de impurezas que contenga después de su recolección. (Generación de Aguas Residuales)

Despulpado: se utilizan despulpadoras de tambor, esta debe tener un mantenimiento frecuente para garantizar el adecuado procedo de despulpado. se genera el principal residuo.

Filtración: el grano de café despulpado es ingresado a unos tanques para ser mezclados con agua para generar el mucilago que contiene la cantidad de azúcar necesario ya que es la capa que cubre el grano con una capa gelatinosa y este se disuelve en el agua, esta fermentación se realiza para resaltar los sabores especiales del café. Puede durar de uno a dos días.

Lavado: inmediatamente terminada la etapa de fermentación se procede a lavar hasta que su textura sea áspera garantizando el correcto lavado.

Secado: aquí se genera el llamado café pergamino, esta etapa se hace de forma uniforme en una superficie plana y removiendo aproximadamente 4 veces al día, y su duración es de +/- 30 horas.

Finalmente, el grano pasa al trillado donde se genera el residuo de cascarilla a través de procesos de fricción, se lleva a la etapa de tostón para ser luego empacado.

2. Energías Renovables Producidas por la Cadena Productiva del Café

La biomasa es obtenida a través de un producto fotosintético, donde se capta energía solar y almacena carbono proveniente del CO₂ en el aire. se consideran biomasa renovable porque la energía y las materias primas son regenerativas por medios naturales.

a. Pulpa de Café

Representa en base húmeda +/- 43.58% del fruto fresco, en Colombia por cada millón de sacos almendra de exportación se genera alrededor 162.000 toneladas de pulpa fresca, significativamente la mitad de los residuos producidos según la tabla 1. reportada por año.

Estudios reportan un poder calorífico de 15,88 MJ/kg de pulpa seca.

Producción de Bioetanol

Se obtiene por fermentación de medios azucarados hasta lograr un grado alcohólico del 10 al 15%, por medio de la destilación se concentra para obtener alcohol hidratado con 4-5% de agua y con la posibilidad de llegar a alcohol de una pureza del 99,4% (Cenicafé, 2010)

b. Mucilago de Café

Es generado en la etapa del Desmucilaginado y representa el 14,85% en base húmedo en fruto fresco.

En investigaciones realizadas por Cenicafé muestran que 1 kg de café cereza sin clasificar se producen 91 ml de mucilago fermentado; así mismo informan que por cada millón de sacos de 60 kg se producen 55.500 toneladas de mucilago fresco.

2.1 Producción de Etanol

En estudios de Cenicafé muestran que por medio de la fermentación alcohólica de 1 kg de mucilago fresco se obtiene 58,37 ml de etanol. Los estudios realizados fueron en café tipo exportación arrojando los siguientes datos dispuestos en la tabla 4.

Tabla 4 Rendimientos del Etanol Producto de la pulpa y el mucilago de Café

Subproducto	Toneladas generadas	Litros de Etanol /ton de Residuo	Galones de etanol
Pulpa Fresca	162.900	25,17	1.083.274
Mucilago Fresco	55.500	58,38	855.888
Galones Etanol/millón de sacos de café verde			1.939.162

Fuente. (Cenicafé, 2010)

2.1.1 Obtención del Bioetanol

Seguido al proceso de despulpado del grano de café se obtiene los jugos de la pulpa por medio de un prensado, y se une a las aguas mieles producidas por el Desmucilaginado. (Hernandez & Ulloa , 2019)

- ✓ Estas dos sustancias tienen aproximadamente 9° brix por lo cual es necesario realizar una hidrólisis enzimática por medio de Enzimas para aumentar la concentración de azúcares reductores en un tiempo aproximado de 72 horas.
- ✓ Las mieles hidrolizadas pasan a un fermentador donde se agrega levadura que se ha hidratado previamente y que permite ser utilizada nuevamente.
- ✓ El mucilago pasa a un evaporador donde se separa de los elementos volátiles y los condensados para disminuir y evaporar parte del agua que contiene.
- ✓ Finalmente, pasa a la torre de destilación donde se realiza la obtención el etanol, finalizando el proceso con su empaque.

En la ilustración 1 del diagrama de flujo se establece el proceso que tiene el mucilago y la pulpa para obtener el Etanol después de un proceso de destilación.

Ilustración 1 Diagrama de Flujo del Proceso



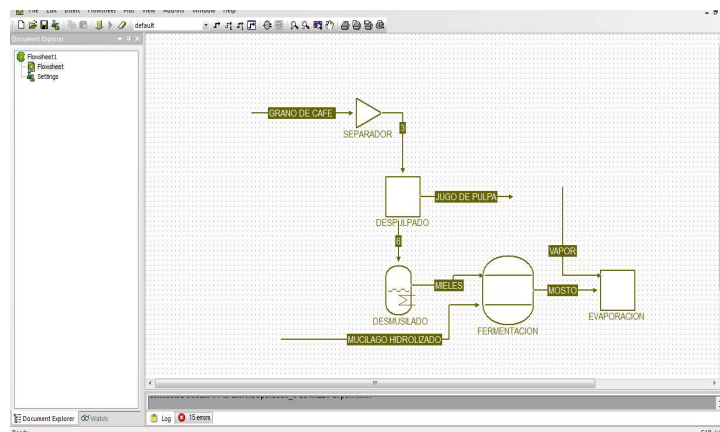
Continúa...



(Hernandez & Ulloa , 2019)

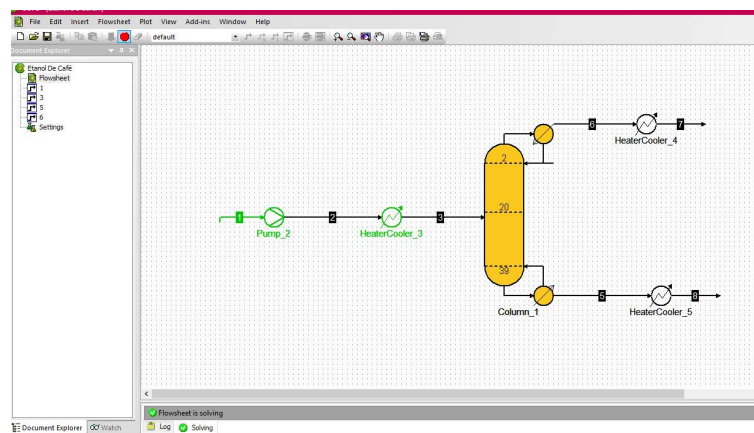
El proceso fue ingresado al programa de simulación coco donde se obtuvo las ilustraciones 2 y 3 donde se puntualizó sobre la operación unitaria de destilación como operación principal para obtención de bioetanol.

Ilustración 2 Diagrama de flujo en el simulador CoCo v 3.4



(Caicedo , 2020)

Ilustración 3 Diagrama de flujo de la operación Destilación simulador CoCo v 3.4



(Caicedo , 2020)

3. Herramientas para la Optimización de los Procesos

Como herramienta busca eliminar los errores técnicos con lo cual se lleva a mejora continua, así la empresa puede enfrentar cambios en el mercado en los gustos o incursionar en otros mercados con la aplicación de nuevas tecnologías. (GEINFOR, 2020)

3.1 ERP “Enterprise Resource Planning – Planificación de Recursos Empresariales”

Es el conjunto de sistemas de la información que permite la integración de las operaciones de una empresa especialmente las operativas como son producción, logística e inventario (GEINFOR, 2020).

3.1.1 MES “Manufacturing Execution System”

Es un ERP vertical integra las posibilidades de estandarizar y mejorar los procesos continuos.

Captura datos de manera eficiente, rápida y fiable, es una herramienta informática enfocada al control de la producción que monitoriza y documenta la gestión en la planta. produce tres ventajas:

- ✓ Reducir costes
- ✓ Mejorar la Productividad
- ✓ Aumentar la trazabilidad y la calidad entregada al cliente.

3.2 Implementación M.E.S Para la optimización del proceso de producción de Etanol a Partir de los residuos agroalimentarios del café.

La implementación de este programa se realiza porque brinda información económica hasta la producida por la planta. Permite describir lo que se fabrica y con qué materiales se realiza, con esto la aplicación utiliza un BOM “Bill of Materials”, definiendo la maquinaria y los operarios agrupándolos en centros de trabajo, definiendo una orden del trabajo.

Proporciona en tiempo real la actividad de las maquinas creando un registro de las paradas, velocidad y flujos producción, parámetros de calidad con lo cual permite cambiar cualquier parámetro relacionado que produzca desviaciones en los puntos críticos.

3.3 Datos de la Operación

Las tablas 5 y 6 muestran en resumen la Componentes de la materia prima que se va a utilizar y los datos para manipular el proceso dentro del programa M.A.S. Mientras que las tablas 7 y la ilustración 8 resumen los equipos y la posición de orden para su funcionamiento.

Tabla 5 Composición química de la materia prima

Componente	Porcentaje (%m/m)
Humedad	85.96
Azucares reductores	3.6 (g/100ml)
Materia seca	22.64
Solubles	31.49
Hemicelulosa	4.43
Celulosa	19.26
Lignina Klason	13.00
Cenizas	27.76

(Hernandez & Ulloa , 2019)

Tabla 6 Datos del proceso

Parámetro	Medida	Tiempo	Capacidad	Características
Levadura	30°C	120 min		Hidratación de la levadura para su óptimo funcionamiento.
Mucílago	60 l/min		220 v	
Mosto			220v 60 Hz	
Hidrolisis enzimática			5000 L	Controlador de temperatura
Pasteurizado	130°C	60 min		
Destilación	2 torres de 1.8 m		154.83 L	

M.A. S	Según los puntos de control de las operaciones.	Permite el control y apagado de los equipos.	Tablero de control tipo portátil, y/o manual de todos los equipos en los procesos de producción de la planta.
---------------	---	--	---

(Caicedo , 2020)

3.3.1 Operaciones del Proceso

- Almacenamiento
- Fermentación
- Pre-evaporación
- Destilación
- Empaque

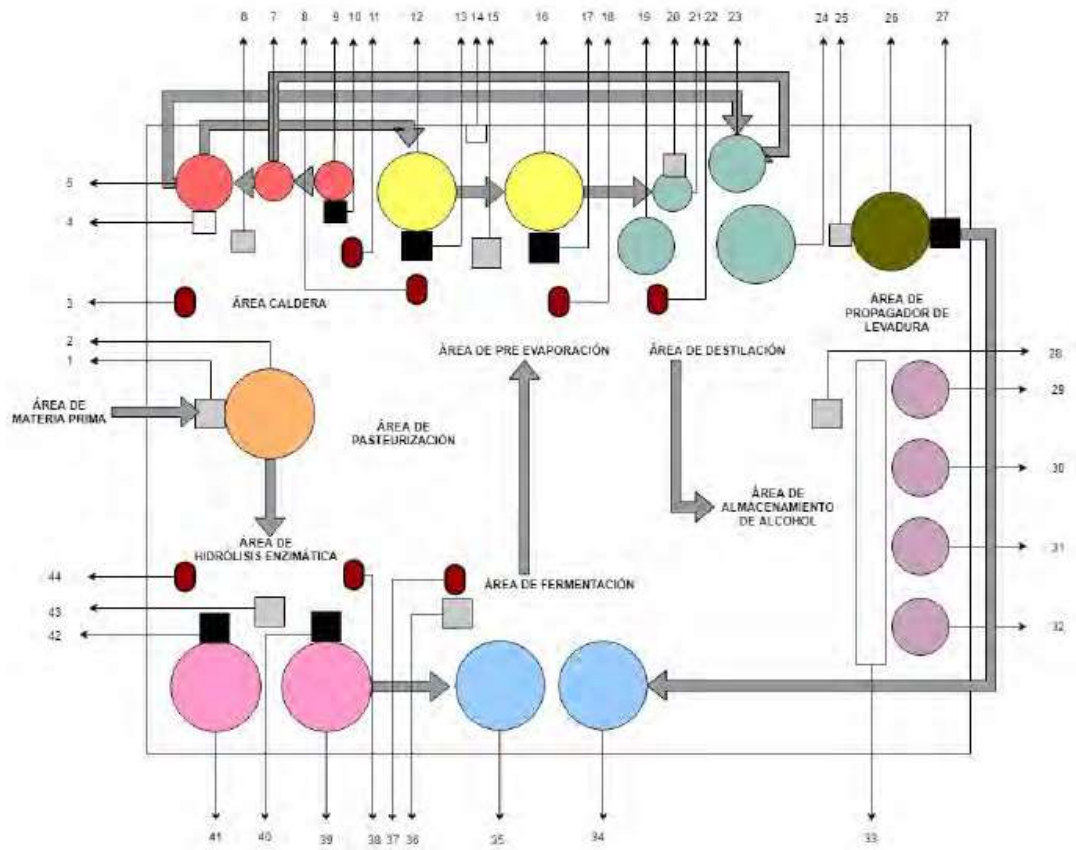
3.3.2 Equipos

Tabla 7 Equipos Utilizados en el Proceso

1. Bomba de pasteurizador
2. Pasteurizador
3. Tablero de control de caldera
4. Contador de gas
5. Caldera
6. Motobomba caldera
7. Tanque de tratamiento de agua tratada
8. Tablero de control área de pre evaporación
9. Suavizador de agua
10. Motor SIEMENS
11. Tablero de control de suavizador de agua
12. Pre evaporador 1
13. Motor SIEMENS pre evaporador 1
14. Caja de breakers
15. Motobomba de succión de pre evaporador
16. Pre evaporador 2
17. Motor SIEMENS pre evaporador 2
18. Tablero de control de pre evaporadores
19. Pre calentador
20. Motobomba área de destilación
21. Condensador
22. Tablero de control área de destilación
23. Rehervidor
24. Torre empacada
25. Motobomba de succión área de propagación de levadura
26. Propagador de levadura
27. Motor SIEMENS
28. Motobomba hidrociclon
29. Tanque de almacenamiento de alcohol 1
30. Tanque de almacenamiento de alcohol 2
31. Tanque de almacenamiento de alcohol 3
32. Tanque de almacenamiento de alcohol 4
33. Extractor
34. Tanque de fermentación 1
35. Tanque de fermentación 2
36. Motobomba de succión área de fermentación
37. Tablero de control de área de fermentación
38. Tablero de control de tanque de hidrólisis 1
39. Tanque de hidrólisis enzimática 1
40. Motor SIEMENS
41. Tanque de hidrólisis enzimática 2
42. Motor SIEMENS
43. Motor SIEMENS
44. Tablero de control área de hidrólisis enzimática

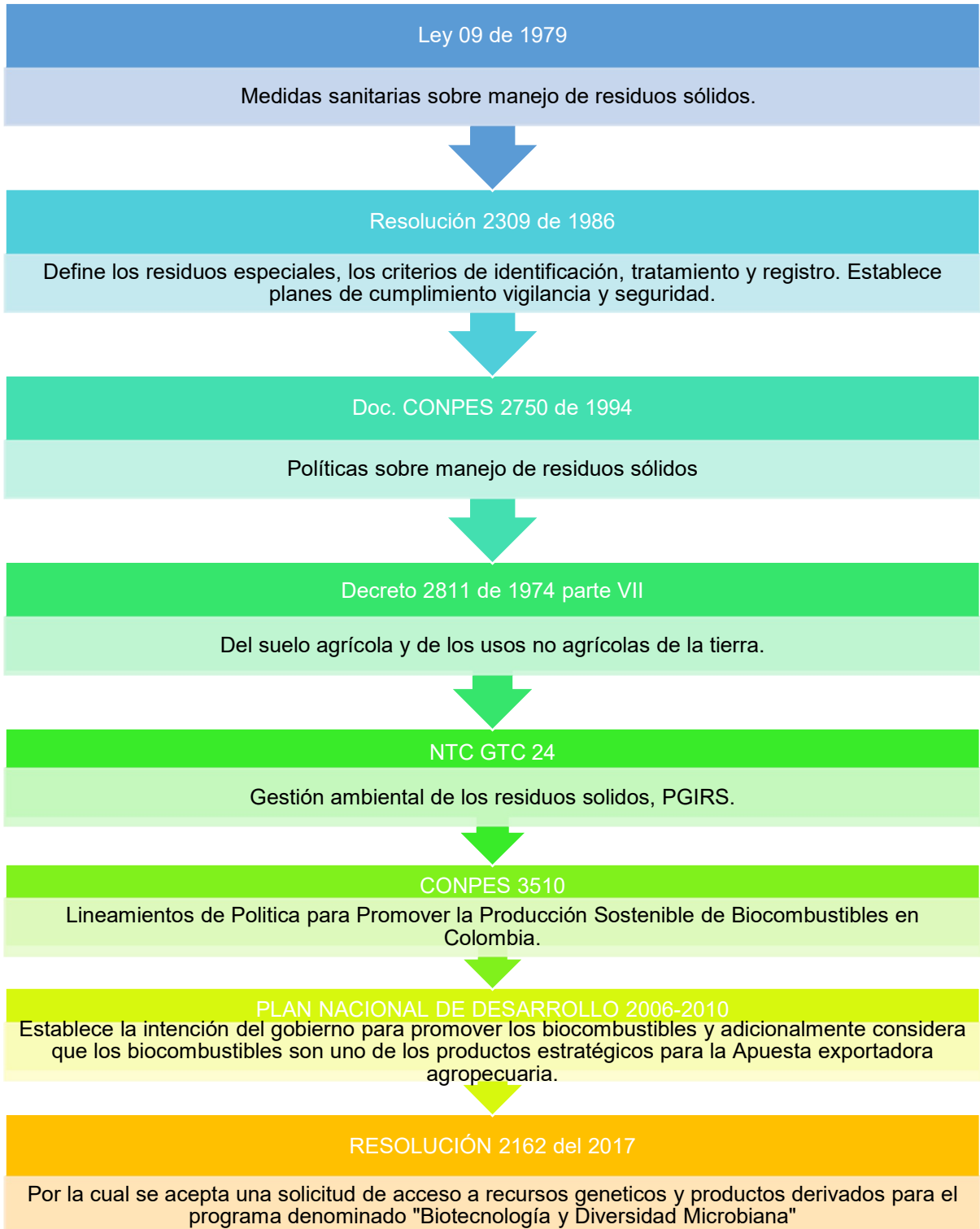
(Hernandez & Ulloa , 2019)

Ilustración 4 Distribución de los Equipos Utilizados en el Proceso



(Hernandez & Ulloa , 2019)

4. Normatividad Vigente



POLITICA NACIONAL EN BIOTECNOLOGIA "En desarrollo"

Fomenta el establecimiento de una capacidad nacional en este campo, lo que inducirá al fortalecimiento de la innovación tecnológica y a la formación del capital humano, logrando patrones internacionales de productividad y calidad, basados en el hecho de que los sectores con uso intensivo de tecnología son generadores de externalidades que dan origen a adelantos científicos.

(Minambiente, 2020)

5. Viabilidad del Proyecto

Este proyecto tiene gran impacto en tres factores como son el ambiental, el económico y el productivo, ya que con él se logra disminuir en mayor proporción la contaminación de los suelos cafeteros, promover los procesos sostenibles de los biocombustibles y darles un valor agregado a los residuos agroalimentarios producidos por la cadena cafetera, ya que es uno de los eslabones más importantes en la economía colombiana.

Esta propuesta se realizó con datos proporcionados por la secretaria de agricultura y desarrollo rural departamento del valle del cauca que abarca aproximadamente el 60% del departamento pero que a nivel nacional esta propuesta estaría llegando a varias regiones del país, con el fin de apoyar la agroindustria de la mano de la biotecnología y los bioprocesos, esto hace que el proyecto sea viable ya que no solo se puede utilizar residuos de proceso de café si no también encajar en otras cadenas productivas como la del plátano, la papa, el cacao.

El proceso de estos residuos evita que lleguen a las fuentes hídricas ya que cada litro de agua miel (mucilago y jugo de pulpa de grano verde de café) realiza una contaminación aproximada de 3000 litros de agua; con lo cual se degeneran los recursos hídricos, afectado diversidad de flora y la fauna que posee nuestro país. Generalmente el sector cafetero no hace uso de los residuos porque su disposición usualmente es desproporcionada generando putrefacción de la materia orgánica generada y en otros casos se han visto en la tarea de convertirlo en compost para alimento de animales o para alimentar sus propias tierras por la variedad de nutrientes que posee.

Algunas entidades territoriales y de educación superior se han puesto en la tarea de desarrollar proyectos interdisciplinarios para investigaciones que permitan la estandarización de estrategias técnicas y eficientes para incrementar el etanol en la fermentación.

La optimización de procesos es una garantía de que se ejerce un control premeditado de los puntos críticos de control del proceso, generando una mejora continua y ayudando a que el proceso sea eficiente, efectivo y eficaz; mejorando los sistemas de control de variables de proceso y la separación eficiente de fracciones volátiles por medio de la destilación, diseñando procesos basados en lineamientos de seguridad industrial, dando cumplimiento con las políticas publicas de aprovechamiento de residuos agroalimentarios y dando paso a la nueva política en Biotecnología, que permite la nueva aplicación de técnicas y tecnologías que van a la vanguardia y que permite que el campo sea sostenible aportando mejoras a sus

tierras, evitando la contaminación de las aguas y obteniendo nuevos subproductos de la cadena cafetera.

El etanol es una alternativa de energía ya que proviene de una biomasa vegetal como resultado de la formación de un proceso fotosintético de carácter renovable, con la aplicación de levaduras tratadas genéticamente con características para el proceso requerido por lo tanto este biocombustible es de gran competencia por su nivel calorífico con los combustibles extraídos del petróleo, confirmando que el etanol producido es de segunda generación, debido a las mejoras que se realizan en la hidrólisis enzimática y a la fermentación a la que el mucilago de café es sometido.

CONCLUSIONES

- ✓ Colombia ha mostrado que sus desechos agroalimentarios han presentado un porcentaje alto a lo largo de sus cadenas productiva, por lo cual el gobierno nacional ha dado respaldo a las líneas económicas de cada departamento para generar proyectos que garanticen un alto uso de nuevas tecnologías y garantice que el pequeño productor también se vea beneficiado.
- ✓ A través de la biotecnología y la aplicación de bioprocesos se puede garantizar que los sistemas de producción de la actualidad generen energías renovables y de óptima calidad a partir de los residuos generados por la cadena Agroalimentaria.
- ✓ Los residuos generados por la cadena productiva del café son considerados energías renovables porque no hacen daño al medio ambiente y ayudan a la conservación de este.
- ✓ La mayoría de las zonas donde se encuentran los cultivos de café, realizan compostaje, para reducir los costos de producción y dar un valor agregado a los subproductos.
- ✓ La optimización de procesos permite realizar ajustes en cualquier momento de la cadena productiva, los softwares que se utilizan permiten verificar el proceso según la necesidad de la línea.
- ✓ No se realizó la simulación del proceso puesto que el software es con licencia y requiere un pago para ser utilizado, pero en el trabajo se dejó puntualizado los parámetros con que se puede trabajar el software.
- ✓ La utilización de los programadores permite la estandarización de los procesos, reduciendo los gastos y aprovechando los recursos de las cadenas productivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Anexo 6. (27 de 09 de 2020). *Diseño de una planta piloto para la producción de bioetanol*. Obtenido de Bibing.us.es:
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20046/fichero/Anexo%252FANEXO+6.pdf>
- Caicedo , D. (2020). *Aplicación Modelos Segun Guías fase 2 y 4 unad*. Cali.
- Genicafé. (Marzo de 2010). *Los Subproductos de Café: Energía Renovable*. Chinchina, Caldas, Colombia.
- Duarte, A. (2013). Evaluación de los Parametros Cineticos de la Ecuación de Monod. *Ingeniería e investigación*, 123-138.
- GEINFOR. (08 de 10 de 2020). *Captura de datos en Planta con un ERP Industrial y un Software MES*. Obtenido de <https://geinfor.com/business/captura-de-datos-en-planta-con-un-erp-industrial-y-un-software-mes/>
- GEINFOR. (07 de 10 de 2020). *Optimización de Procesis en una Empresa*. Obtenido de <https://geinfor.com/business/optimizacion-de-procesos-en-una-empresa/#:~:text=Como%20se%20B1al%20A1bamos%20C%20el%20p,rop%20B3sito%20de,durante%20el%20proceso%20en%20cuesti%C3%B3n.>
- Gob. Valle. (15 de 09 de 2020). *Datos Abiertos Agricultura y desarrollo Rural*. Obtenido de Cultivos Permanentes en el valle del cauca:
<https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Produccion-en-Cultivos-Permanentes-en-el-departame/bmzu-k4mg>
- Gonzales, R. (2018). *Simulación de Flujogramas de procesos Biotecnologicos*. Obtenido de www.zenodo.org/record/file/simulaciondeflujogramas.pdf
- Hernandez, D., & Ulloa , J. (4 de Junio de 2019). *Rediseño de la Planta de Etanol a Partir de Mucilago de Café*. Caicedonia, Valle del Cauca, Colombia.
- Lozano, L. Á. (2014). *EL CONCEPTO JURÍDICO DE RESIDUO, SUBPRODUCTO Y MATERIA PRIMA SECUNDARIA (FIN DE LA CONDICIÓN DE RESIDUO) Y SU RELACIÓN CON EL REACH. 2014*. Univerisidad de Madrid a Distancia, Madrid.

- Minambiente. (16 de 10 de 2020). *Ministerio de Ambiente de Colombia*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/>
- Minitab, LLC. (6 de 10 de 2020). *Soporte de Minitab 18*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/example-of-getting-and-interpreting-a-p-value/#:~:text=Interpretaci%C3%B3n%20del%20valor%20p&text=El%20valor%20es%20una,al%20rechazo%20de>
- Rodriguez , N. (2017). *www.infocafes.com* Manejo de los Residuos en la Industria Cafetera. *www.infocafes.com*. Obtenido de Manejo de los Residuos en la Industria Cafetera: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/06/xxx.pdf>
- Rodriguez , N., & Zambrano, D. (2010). Los Subproductos del Café: Fuente de Energía Renovable. *Fedecafe*.
- Santamaría Arinas, R. (2004). La noción comunitaria de residuos como concepto jurisprudencial. (M. d. Ambiental, Ed.) *Actas del V Congreso nacional de Derecho Ambiental*,, 5.
- Serna , J., Sandoval , L., Torres, K., & Hernandez, C. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Resvista ION*.
- Suarez, J. (2012). APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DEL BENEFICIO DEL CAFÉ, EN EL MUNICIPIO DE BETANIA ANTIOQUIA: USOS Y APLICACIONES. Caldas, Antioquia, Colombia.
- Torres, C. (2012). Uso de pulpa de café en la elaboración de abonos para incrementar la productividad de café. Omia, Rodriguez de Mendoza, Perú.