

**PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA MITIGAR LA CONTAMINACION
HIDRICA POR EL BENEFICIO DEL CAFÉ**

**CARLOS JULIO ALVAREZ MARTINEZ
JAVIER ARTURO BALAGUERA SANTOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS
FACULTAD DE CIENCIA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2015**

**PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA MITIGAR LA CONTAMINACION
HIDRICA POR EL BENEFICIO DEL CAFÉ.**

**CARLOS JULIO ALVAREZ MARTINEZ
JAVIER ARTURO BALAGUERA SANTOS**

**Monografía de grado para optar al título de Especialista en Ingeniería
Ambiental**

**DIRECTOR:
SERGIO GERRA CASTELLANOS
INGENIERO CIVIL - UIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS
FACULTAD DE CIENCIA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
PROGRAMA ESPECIALIZACION EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos primero a Dios padre por darlo la vida a nuestros padres JOSE ANTONIO BALAGUERA CABEZASY MARGARITA SANTOS MEDINA, a DOLIO JOSE ALVAREZ PIMIENTOS Y ROSALBA MARTINEZ REINA, por su esfuerzo y ejemplo de vida, para salir adelante.

Agradecimiento especial para la Universidad Industrial de Santander UIS y su grupo de docentes, por su gran capacidad de enseñanza e instrucción, a todos los compañeros de especialización por su aporte en el logro de este objetivo.

Gratitud también con nuestro director de monografía, ingeniero SERGIO GERRA CASTELLANOS por su valioso aporte, al ingeniero FERNANDO LOPEZ coordinador del grupo extensionista del comité de cafeteros zona San Gil, por su colaboración en la obtención de la información.

A los caficultores de la vereda san isidro que nos brindaron información y datos importantes para evaluar varios de los aspectos que se trataron.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
OBJETIVOS:.....	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	20
METODOLOGIA	21
1. GENERALIDADES DE LA AGROINDUSTRIA DEL CAFÉ	23
1.1 LA CAFICULTURA EN COLOMBIA.....	23
1.2 EL CAFÉ EN SANTANDER	25
1.3 EL CAFÉ EN EL MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JOSÉ	26
1.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA CAFICULTURA COLOMBIANA.....	27
1.5 TECNOLOGÍAS EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ	29
1.5.1 Beneficio tradicional del café	31
1.5.2 Beneficio ecológico	32
1.6 ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS	32
1.6.1 La despulpadora de café.....	33
1.6.1.1 Despulpadora de rollo o cilindro horizontal	34
1.6.1.2 Despulpadora de rodillo o cilindro vertical.....	34
1.7 SISTEMAS DE LAVADO	35
1.7.1 Beneficiadero tradicional.....	36
1.7.2 Beneficiadero ecológico	36
1.8 SECADO DEL CAFÉ	37

1.8.1 Secado tradicional	37
1.8.2 Secados en domos	38
1.8.3 Secado en silos.....	38
2. CARACTERISTICAS DEL CULTIVO DEL CAFÉ	40
2.1 ZONA AGROECOLÓGICA LE CAFÉ	40
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO DEL CAFÉ.....	41
2.2.1 Composición del fruto	41
3. CARACTERISTICAS DEL ENTORNO PAISAJISTICO CAFERETO	44
3.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DEL PAISAJE CAFETERO	44
3.1.1 Biodiversidad en la zona Cafetera en Colombia	45
3.1.2 Biodiversidad registrada en agroecosistemas cafeteros de Colombia	45
3.1.3 Ecosistema acuático	47
4. IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACION POR ACTIVIDAD.	48
4.1 USO DEL RECURSO AGUA	48
4.2 VERTIMIENTO	49
4.3 IMPACTO SOCIAL	49
4.4 IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS	50
4.4.1 Análisis de resultados	51
4.5 MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	51
4.5.1 Desarrollo del BECOLSUB	52
4.5.2 Implementación de la fosas para el tratamiento de la pulpa	53
4.5.3 Sistemas de tratamiento de aguas residuales del café	53
5. IMPLEMENTACION ACTUAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION.	58
5.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MANEJO ECOLÓGICO EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ.....	58

6. PROPUESTAS DE SOLUCION.....	63
6.1 DISEÑO DE MODELOS SOSTENIBLES COMO ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	63
6.1.1 Alternativa de beneficio ecológico para medianos productores	64
6.1.2 Alternativa para fincas pequeñas	66
6.1.3 Programa de implementación de soluciones comunes.	67
7. CONCLUSIONES	68
8. RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Rendimiento y pérdidas en el proceso de beneficio del café.....	32
Tabla 2 Características de ahorro y calidad de efluentes en los sistemas de lavado	37
Tabla 3 Caracterización del Mucilago.....	42
Tabla 4 Caracterización del agua de primer lavado	43
Tabla 5 Biodiversidad florística y faunística en la zona cafetera	44
Tabla 6 Especies registradas en la zona cafetera de Santander	45
Tabla 7 Evaluación de impactos ambientales	50
Tabla 8 Eficiencia del sistema SMTA	57
Tabla 9 Situación encontrada en implementación de alternativas ecológicas....	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Mapa de zonas actuales del café en Colombia.....	23
Figura 2 Mapa de Valle de San José	26
Figura 3 Versión Moderna de la Despulpadora.....	33
Figura 4 Despulpadora Horizontal.....	34
Figura 5 Despulpadora Vertical.....	34
Figura 6 Partes del Fruto de Café	41
Figura 7 Esquema del sistema modular de tratamiento anaerobio SMTA	55
Figura 8 Esquema alternativa 1 para medianos productores	65
Figura 9 Esquema de alternativa para pequeños productores.....	66

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	pág.
Fotografía 1 Versión manual de la maquina despulpadora	33
Fotografía 2 Beneficiadero tradicional.....	36
Fotografía 3 Equipo de beneficio ecológico	36
Fotografía 4 Secado tradicional	37
Fotografía 5 Secado en domos	38
Fotografía 6 Silos de secado de café	38
Fotografía 7 Equipo de Desmucilaginado	52
Fotografía 8 Fosa de aprovechamiento de la cereza	53
Fotografía 9 Contaminación sobre fuente hídrica	58
Fotografía 10 Contaminación del lecho de las fuentes hídricas	59

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA MITIGAR LA CONTAMINACION HIDRICA POR EL BENEFICIO DEL CAFÉ*

AUTORES: JAVIER ARTURO BALAGUERA SANTOS
CARLOS JULIO ALVAREZ MARTINEZ**

Descripción

El cultivo del café empezó a desarrollarse en Colombia en el siglo XVIII, principalmente en el norte y sur de Santander, el cual se cultivó primero en las grandes fincas. Desde ese entonces ha venido creciendo la producción cafetera, debido a que se convirtió en un producto de exportación de buen valor económico.

Según estadísticas del Centro de Investigación Cafetera CENICAFE y la Federación Nacional de Cafeteros FEDECAFE, en Colombia hay aproximadamente 550.000 familias cafeteras, generando una producción de más 12 millones de sacos al año, proporcionando más 800.000 empleos directos y al menos 2,5 millones de empleos indirectos, especialmente mano de obra no calificada, que representa un gran importancia para la economía del país.

Por la gran importancia que representa la actividad cafetera, se ha prestado atención en esta ocasión al impacto ambiental generado dentro de los procesos de producción y beneficio del café, denotando una problemática de gran afectación ambiental en cuanto a las actividades de beneficio en especial el proceso de eliminación del mucilago y el destino final de las aguas miel que se producen.

Considerando lo anterior, se realizó una revisión bibliográfica para determinar los estudios y adelantos tecnológicos logrados en el sector para la atención y mitigación de esta problemática, ante lo cual se determinó que ya existe tecnologías disponibles pero que no es masiva su implementación; en ese sentido, se analizó las causas dela poca implementación de estas tecnologías y su efectividad, finalmente se propone alternativas de solución pertinentes para pequeños y medianos productores cafeteros.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencia. Escuela de Ingeniería Química. Programa de Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: Sergio Guerra Castellanos. Ingeniero Civil - UIS

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL OF ALTERNATIVES TO MITIGATE POLLUTION WATER FOR THE BENEFIT OF THE COFFEE.

AUTOR: JAVIER ARTURO BALAGUERA SANTOS
CARLOS JULIO ALVAREZ MARTINEZ

Descripción

The cultivation of coffee began to be developed in Colombia in the 18th century, mainly in the North and South of Santander, which was first cultivated in large plantations. Since then it has been growing the production of coffee, since it became a product of export of good economic value.

According to statistics of CENICAFÉ coffee Research Center and the National Federation of coffee growers FEDECAFE, in Colombia there are approximately 550,000 coffee growing families, generating a production of more than 12 million sacks a year, providing more 800,000 direct jobs and at least 2.5 million indirect jobs, especially not skilled labor, which represents a great importance for the economy of the country.

By the great importance that represents the coffee activity, attention has been paid on this occasion to the environmental impact generated within the processes of production and benefit of coffee, denoting a problem of great environmental impacts in terms of the activities of benefit in particular the process of removing mucilage and the final destination of the waters honey produced.

Considering the above, was conducted a literature review to determine the studies and technological progress in the sector for care and mitigation of this problem, whereupon it was determined that there are technologies available but that is not mass their implementation; in that sense, analyzed the causes give it little implementation of these technologies and their effectiveness, finally proposes alternative solutions relevant to small and medium coffee producers.

* Work degree

** Faculty of Science. School of Chemical Engineering. Specialization Program in Environmental Engineering. Director: Sergio Guerra Castellanos. Civil Engineer - UIS

INTRODUCCION

Desde la introducción del cultivo del café a América por los franceses a principios del siglo XVIII, se inició la expansión del cultivo hacia América del Sur por las colonias de Surinam hacia Venezuela y Brasil, a Colombia llega por la zona oriental a los departamentos de norte y sur de Santander traído según las evidencias históricas por los sacerdotes jesuitas, así comienza a desarrollarse en las grandes haciendas que contaban con mano de obra disponible y que veían en el cultivo un atractivo producto de exportación, de esta manera es llevado hacia Cundinamarca, Antioquia, el Viejo Caldas que se convertiría en el llamado eje cafetero del país y al resto de los departamentos productores.

Sin embargo, la producción cafetera en el país tiene su punto de gran crecimiento que marco su futuro como producto de primer nivel hacia finales de los años setenta del siglo XIX y comienzos del siglo XX por la coyuntura de los buenos precios internacionales, esta expansión hizo que el país pasara de producir unos 60.000 sacos a producir más de 600.000 sacos año.

La primera gran crisis cafetera se vivió en la transición hacia el nuevo siglo con la caída de los precios internacionales a comienzos del siglo XX y trajo consigo el surgimiento de los pequeños productores que cambiaría de manera significativa el modelo de producción cafetera en el país, con la aparición de medianos y pequeños productores basada en la economía campesina surgiendo zonas de gran producción cafetera como los de los departamentos de Quindío, Risaralda y Caldas.

El nuevo panorama cafetero en el país aumento la producción, como fruto de la aplicación de las políticas de largo plazo trazadas por la Federación Nacional de Cafeteros institución creada en 1927, e inicio la búsqueda del mejoramiento de las

plantaciones y los sistemas de producción, llevando al país al segundo puesto de la producción mundial hacia los años de 1930, dentro de la cadena de producción del café, el proceso de beneficio demanda de la utilización de grandes cantidades de agua para el lavado, este factor ambiental es poco tenido en cuenta por los productores, pero sin lugar a dudas se convierte en una de las principales actividades contaminantes de los cuerpos de agua y suelo.

Por mucho tiempo los procesos de beneficio del café se realizó de manera tradicional con la utilización de pilas en las cuales se fermentaba y se realizaba el lavado; es importante conocer que el café tipo cereza o en guayaba contiene una gran cantidad de mucilago (10,4% del peso) que está compuesto en su mayoría por azúcares (carbohidratos, con un valor promedio de 81,4%, compuestos nitrogenados con 8,7% y las cenizas con 4,04% en base seca (CENICAFE 62 (2): 23-40-2011) que al descomponerse afecta gravemente la calidad del agua por su alta demanda de oxígeno produciendo olores fétidos y deterioro de la fauna y flora acuática.

Teniendo en cuenta que en Colombia son más de 500.000 fincas las productoras de café, se tiene un fenómeno de contaminación de grandes proporciones y más aún cuando son las zonas rurales en donde se encuentran las fuentes hídricas y nacimientos de agua que abastecen a toda la población; se hace importante entonces entrar a analizar el fenómeno con el fin de encontrar alternativas y soluciones, que no solo responda a un remedio de tipo final del tubo, sino la combinación de medidas que logren disminuir los volúmenes de producción de las aguas provenientes del beneficio, que facilite el tratamiento de las mismas.

En tal sentido, la Federación Nacional de Cafeteros ha adelantado algunos esfuerzos, desde la creación del Centro de Investigación Cafetera CENICAFE en el año 1938, que tenía como fin inicial lograr el mejoramiento genético de las plantaciones y los sistemas de siembra con cultivos más eficientes, fue solo hasta

la década de los 80 cuando se inició la búsqueda de un sistema de beneficio que mitigara el impacto ambiental del alto consumo de agua y el vertimiento de las mieles de fermentación.

Como resultado de las investigaciones originadas por CENICAFE han aparecido deferentes alternativas para el beneficio del café, que no solo pretenden solucionar el tema del consumo de agua sino también el tratamiento de las aguas utilizadas en el proceso, e igualmente se ha adelantado estudios sobre los posibles usos alternativos del mucilago del café como fuentes de alimentos para animales, producción de combustibles y abonos orgánicos.

La problemática de la contaminación ambiental no está en la falta de sistemas de beneficio ecológico, pues ya existen las soluciones en cuanto a la reducción del consumo de agua y el tratamiento de los vertimientos que se originan en la actividad, la baja utilización e implementación de estos sistemas es el principal obstáculo en la reducción efectiva del problema ambiental que se causa.

Se trata en este documento de realizar un análisis de como se ha implementado estas tecnologías, y que tanto impacto positivo ha tenido en la reducción de la afectación ambiental, por cuanto se tiene datos de observación que dan cuenta que el problema ambiental no está realmente reduciéndose, y si cada vez más por lo menos en la zona cafetera de Santander y en particular en el Municipio de Valle de San José, el problema es más notorio con el aumento de las fincas cafeteras y la producción.

En ese orden de ideas, se plantea la búsqueda de la implementación de tecnologías y las posibles alternativas que se deberían tomar para lograr una verdadera aplicación de las soluciones por cuanto la afectación a las fuentes de agua es verdaderamente un problema de grandes magnitudes en estas zonas.

PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según datos de la Federación Nacional de Cafeteros, la producción cafetera aumento en un 11,5% con respecto al año 2013 llegando a un total de 12,1 millones de sacos de 60Kg, el cual muestra que sigue creciendo la producción a nivel nacional, esto implica varios fenómenos positiva a la economía del país y de las familias que se benefician directa e indirectamente de la producción cafetera, sin embargo, los grandes esfuerzos de la Federación esta puesto en este factor, pero en cuanto al tema de afectación ambiental que se causa con el beneficio del café no son muchos los esfuerzos que se realizan.

Si se tiene en cuenta que la nueva normatividad para vertimiento por actividad que expidió el gobierno, exige el cumplimiento de mínimos requeridos para poder vertir las agua servidas en cada una de la líneas de producción agropecuaria, se tendría un problema legal que se avocarían los cafeteros, donde no es claro cómo se va a manejar por parte de la Federación Nacional de Cafeteros, según los límites permitidos por la nueva normatividad expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0631 de 2015, para beneficiadores tradicionales es DQO 650m/l, DBO 400m/l, SST 400m/l, ninguna de las fincas de la zona cafetera Santandereana cumplirían con estos parámetros.

Es claro que el crecimiento de la caficultura en el país, trae con sigo la problemática ambiental por el vertimiento de las aguas del beneficio, tanto en los beneficiaderos tradicionales como en los BECOLSUB (beneficio ecológico de subproductos), en esta zona del país se acentúa en épocas de cosecha que ocurre principalmente en los meses de fin de año, con la aparición de fuertes olores en los diferentes cuerpos de agua principalmente pequeños arrollos, que descubren problemas aún mayores que el olor, como son la desaparición de la

totalidad de las especies de fauna, la flora acuática y anfibia típica de estas fuentes.

El efecto se presenta por la alta demanda de oxígeno al fermentarse las azúcares del mucilago, presentándose total deterioro de la calidad del agua, se observa un caudal oscuro y denso que produce un desagradable olor que se percibe a cientos de metros de las fuentes afectadas.

Por tanto se puede afirmar que; el lavado del café produce gran contaminación al llegar a los cuerpos de agua con fuertes olores y daños representativos a los ecosistemas, esto causado por el uso de grandes cantidades de agua en las medianas y grandes fincas cafeteras, esta problemática es recurrente y cada vez de mayor impacto ambiental, hasta tal punto que la presencia de vida en estos pequeños cuerpos de agua es casi nula en los periodos de mayor cosecha.

Analizando los datos de rendimiento del café cereza por unidad de café pergamino seco, se tiene que por cada kilogramo de café pergamino seco se requiere 4,2 kilogramos de café cereza o guayaba aproximadamente, esto en términos de cargas de café de 125 kilos, se requiere 525 kilos de café en guayaba o maduro para producir una carga de café, así las cosas una finca promedio para el Municipio de Valle de San José, puede producir 50 cargas de café al año, necesitaría entonces recolectar 26.250 kilos de café cereza.

En ese orden de ideas, si se tiene en cuenta que el mucilago representa un 14% del peso en relación al volumen beneficiado, una finca que produce 50 cargas de café pergamino seco tiene un potencial de contaminación por mucilago de 3.675 kilogramos (3.6 toneladas), que son vertidos en su gran mayoría a los cuerpos de aguas que circundan las fincas, cabe mencionar que la mayoría de las quebradas y pequeños arrollos que se encuentran en el paisaje cafetero son de caudales muy reducidos menos de un litro por segundo (1l/s) en su mayoría y que en la misma

fuentes pueden vertir varias fincas de las mismas características, por otro lado esta producción se lleva a cabo en épocas muy cortas de no más de 3 meses, con lo cual se agrava la situación.

No obstante, los avances que se han dado para tratar de mitigar el problema de la contaminación, con la aparición de los beneficiaderos ecológicos que reducen en más de un 80% el consumo de agua y los sistemas de tratamiento que están dispuestos para las aguas residuales del café, se observa que no ha sido una solución verdaderamente eficaz que haya cambiado esta realidad; se trata entonces de encontrar las verdaderas razones por las cuales no se han implementado estos sistemas de forma masiva o de buscar otras alternativas de fácil implementación por parte de los caficultores.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Proponer alternativas para mitigar la contaminación hídrica por el beneficio húmedo del café, en pequeñas y medianas fincas productoras.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1- Realizar consulta bibliográfica de los avances tecnológicos implementados para mejorar el proceso del beneficio del café.
- 2- Indagar con las entidades competentes del gremio agrícola sobre la estimación del impacto ambiental, producto de la actividad del beneficio del café.
- 3- Identificar el problema que ha tenido la implementación de las tecnologías limpias para el beneficio del café.
- 4- Diseñar dos modelos ambientalmente sostenibles como propuesta de solución que permita disminuir la contaminación en las fincas cafeteras de pequeña y media producción.
- 5- Socializar las alternativas propuestas dentro del documento.

METODOLOGIA

La metodología que se utiliza para el presente trabajo se fundamenta en la recolección de información seleccionada y adecuada de datos y documentos que permita identificar las causales de la baja implementación de sistemas de beneficio más amigables con el medio ambiente y de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales de la producción cafetera con relación a la zona cafetera del municipio de Valle de San José Santander con visión de la problemática del sector a nivel regional y del país.

Se trata de un documento descriptivo de corte interdisciplinario, que busca la recopilación de información necesaria para la ilustración de una problemática que afronta el sector cafetero y que requiere de soluciones acordes para la implantación de medidas pertinentes y efectivas para mitigar la contaminación ambiental que se genera en el proceso de beneficio.

Para la obtención de la información se consultaron las bases de datos de la Federación Nacional de Cafeteros, las investigaciones de CENICAFE, el cual se creó usuario y contraseña con el fin de poder descargar los documentos de forma directa de la página de la entidad, también consultó trabajos similares respecto de la implementación de sistemas de tratamiento y benéficos ecológico del café, se hizo visitas de campo para escuchar experiencia y tomar evidencias del funcionamiento de sistemas de beneficio ecológico en funcionamiento y se consideró la toma datos de la Seccional del Comité Departamental de Cafeteros, con sede en San Gil para escuchar la versión de los extensionistas.

Para el desarrollo de la investigación documental se adelantó varias etapas o fases con el fin de poder consolidar toda la información de documentos y de

campo necesaria para la redacción del trabajo, estas fases se describen a continuación.

La fase de alistamiento: se trata de la búsqueda de las fuentes posibles información primaria y secundaria para la recopilación de los datos que soporten las conclusiones y propuestas que se pretendían lograr.

Fase de análisis de información: se pretendía en esta parte del trabajo, realizar una comprensión, comparación y síntesis de la información con el fin de poder determinar su fidelidad, la correspondencia y pertinencia para el trabajo que se quería desarrollar, se hizo una contextualización en campo para determinar algunos datos que son claves para el estudio que se realiza.

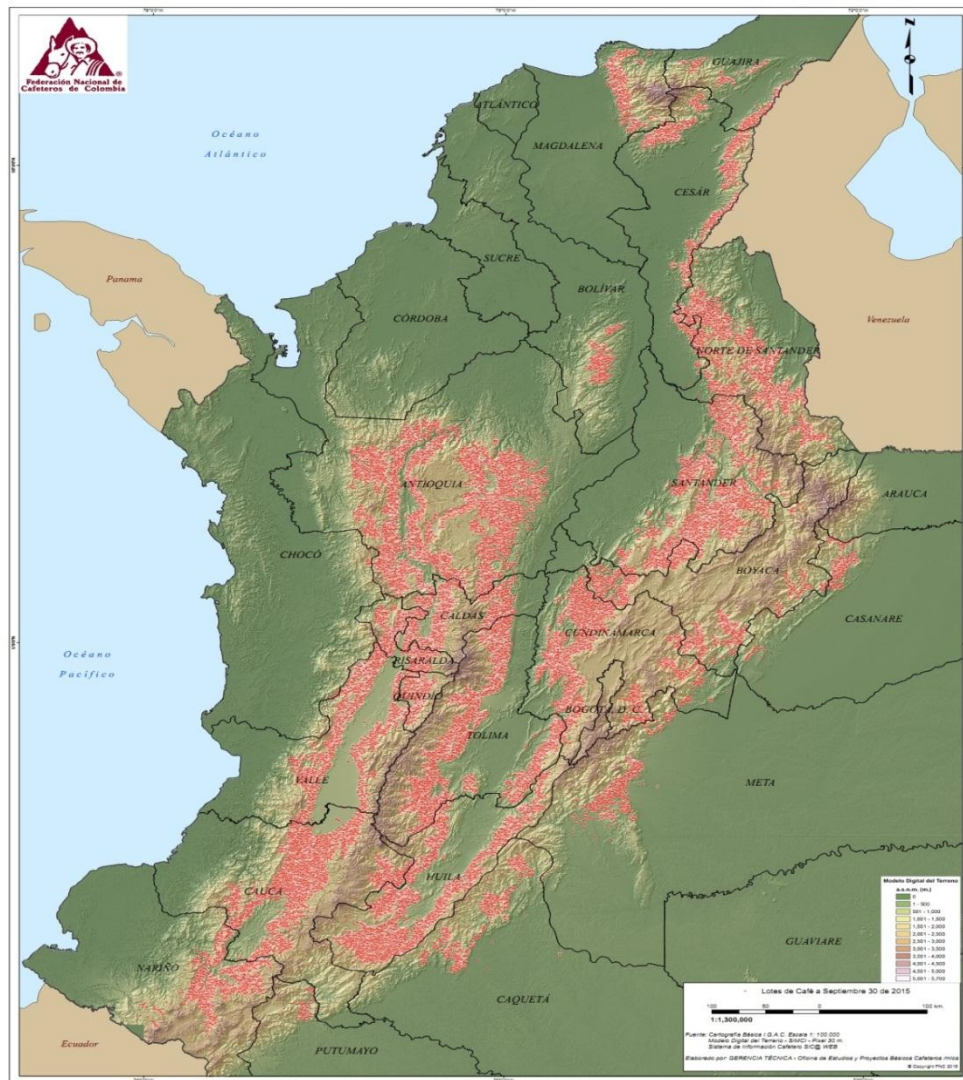
Fase propositiva: En esta parte se realizó una propuesta del autor con el fin de dejar un aporte en el texto que pueda ser implementada como solución o alternativa para mitigación del problema identificado.

Fase de redacción: La parte final como informe de las actividades desarrolladas se logró, con el diseño del documento final que incluye la redacción, la revisión por parte del director de la monografía, los autores y de acuerdo a las normas de presentación oficial de la universidad.

1. GENERALIDADES DE LA AGROINDUSTRIA DEL CAFÉ

1.1 LA CAFICULTURA EN COLOMBIA

Figura 1 Mapa de zonas actuales del café en Colombia



Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

Sin lugar a dudas el cultivo y agro industria del café en Colombia representa uno de los primeros reglones de la economía, representado por el alto porcentaje en el

producto interno bruto (PIB) del país, alrededor de 12%, por tanto el comportamiento del mercado a nivel internacional es un indicador a tener siempre en cuenta, no solo por su soporte de la macro economía colombiana, sino la mano de obra que genera y las más de 500.000 familias cafeteras que existen actualmente.

La agroindustria del café actualmente está afectada visiblemente debido a la baja de los precios internacionales, repercutiendo de manera considerable sobre el resto de la economía Nacional. Históricamente el café ha sido un soporte material de la acumulación interna de capital, estrechamente vinculado con los orígenes de la industria nacional y con el despliegue del mercado interno, es decir, ha sido fuente de financiamiento para el resto de la economía del país y permitió vincular la economía nacional con la internacional, a pesar que en las dos últimas décadas se observó una menor participación de este subsector económico en PIB nacional.

Los altos costos de producción del producto a nivel nacional son los factores que hacen que la caficultura colombiana pierda competitividad a nivel internacional, otros países productores alcanzan cifras de producción hasta tres veces menor que las del país, no obstante la calidad del café Colombiano es un factor que lo mantiene en el mercado con gran importancia entre los productos de exportación a nivel mundial, esta característica de altos costos de producción interfiere no solo en el margen de utilidad sino también en la aplicación de las nuevas tecnologías.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia creada en 1927, es la entidad alrededor de la cual gira toda la política cafetera del país, es la encargada de dirigir el sector y velar por su desarrollo, no obstante, su principal objetivo está dirigido a la producción y comercialización del grano, el organismo encargado en la investigación y búsqueda de nuevas tecnologías fue creado en 1938 llamado Centro de Investigación para el Café CENICAFE, esta entidad ha logrado grandes avances en el mejoramiento genético de las plantaciones y la creación de

paquetes tecnológicos para el cultivo del café, también se ha desarrollado tecnologías para el beneficio del café en cuanto al lavado y secado de este.

Se ha adelantado investigaciones para el tratamiento de las aguas residuales del café como respuesta a la problemática que se ha venido presentado por el aumento de las fincas cafeteras en varias zonas del país.

1.2 EL CAFÉ EN SANTANDER

En Santander el cultivo del café tiene una amplia tradición por cuanto fue uno de los primeros departamentos por donde llegó el café a nuestro país. La caficultura santandereana se encuentra en 69 de los 86 municipios del departamento, cuenta con 50.320 hectáreas sembradas en café ocupando así el octavo puesto a nivel nacional en cantidad de producción por departamento, de las cuales el 89% están tecnificados. Es una caficultura que mantiene sombríos permanentes, con especies diversificadas, lo cual contribuye a la estabilidad ecológica y a la biodiversidad. Esta característica es aprovechada para incrementar la oferta cafetera hacia la producción de cafés especiales.

Un gran porcentaje de la producción cafetera se desarrolla en pequeñas y medianas fincas con producciones entre 5 a 30 cargas y de 30 a 70 cargas de café pergamino seco, esto brinda un panorama en el que se puede afirmar que se trata de economías de tipo familiar, la mayoría de estas fincas deriva toda su producción del cultivo del café, como ya es conocido, la caficultura en el Departamento de Santander normalmente ocurre en un solo periodo definido en los meses finales de cada año, es así como los cafeteros desarrollan sus principales actividades de cosecha en solo tres meses.

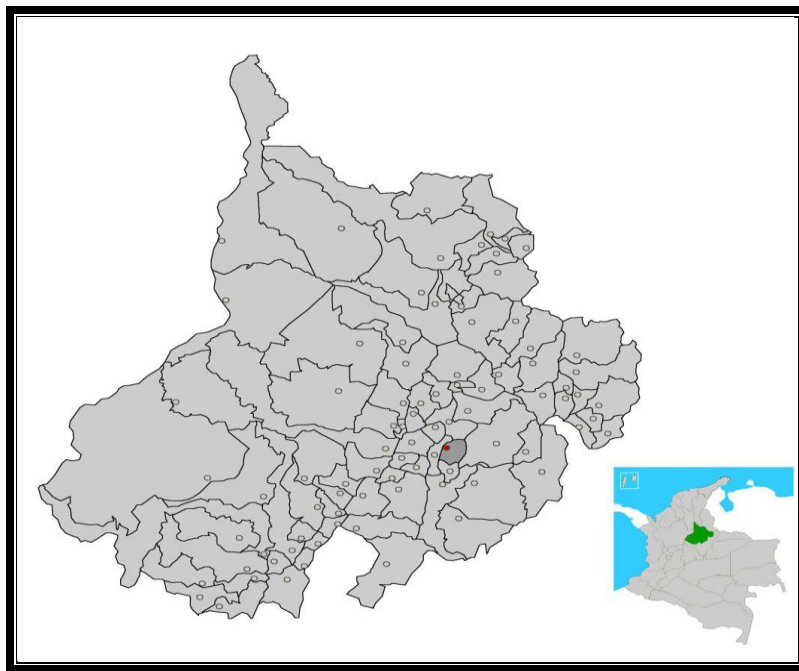
Esta característica de producción le confiere unas desventajas para la economía de las fincas productoras y las familias que se benefician de ellas, por cuanto durante las demás épocas del año en su mayoría no perciben ingresos y por el

contrario las labores de mantenimiento, como fertilización, limpias, renovaciones y nuevas siembras, muchas veces no encuentran financiamiento.

Por tanto para estas pequeñas y medianas fincas de producción se les hace más complicado la implementación de nuevas tecnologías por falta de los rendimientos necesarios para invertir la obtención de los nuevos avances en el beneficio, este factor hace que un gran porcentaje de las fincas productoras no cuenten con los sistemas de beneficio BECOLSUB y los sistemas de secado que mejore las condiciones de producción.

1.3 EL CAFÉ EN EL MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JOSÉ

Figura 2 Mapa de Valle de San José



Fuente: Plan de Desarrollo Valle de San José Santander 2012-2015

El Valle de san José Santander es un Municipio ubicado sobre el valle del rio Fonce, ubicado en el sur oriente del departamento de Santander, a 110 kilómetros de Bucaramanga y a 12 kilómetros de San Gil, el Valle de San José está

ampliamente regado por los ríos Fonce, Monas, Guare y por las quebradas Sobacuta, la Molinera, la Antigua, Salitre, la Vega y otras que recorren y riegan generosamente las 13 veredas del municipio.

La producción agropecuaria está regida principalmente por el cultivo de café, caña y ganadería.

1.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA CAFICULTURA COLOMBIANA

El desarrollo tecnológico en la caficultura en el país fue un proceso muy lento en sus inicio, por mucho tiempo se desarrolló de manera muy artesanal muy rudimentaria inicialmente en las haciendas precolombinas y en las pequeñas, y medianas fincas que para el siglo XX fue su punto de crecimiento.

Las tecnologías empleadas en la producción de café eran muy primitivas para principios del siglo XX, el café al ser un característico cultivo de ladera no apto para la mecanización y muy intensivo en mano de obra, favorecía la explotación por vías rudimentarias y presentó pocas innovaciones técnicas a lo largo del siglo, la verdadera revolución en la producción cafetera solo se daría muchos años después con la introducción de la tecnificación de la caficultura.

Los cuidados del cultivo se limitaban a dos desyerbes anuales, la deschuponada, y el desmusgado de los árboles, labores que no requieren de un gran volumen de mano de obra. La fertilización de los cafetales era una práctica virtualmente desconocida, solo en contados casos se utilizaban los desechos orgánicos como fuente de nutrientes para los suelos. Los nuevos cafetales eran sembrados a partir de árboles jóvenes nacidos en plantaciones adultas, que no eran obtenidos a partir de germinadores o almácigos como se hace en la actualidad.

Con el fin de proteger los cultivos de los rayos solares se acostumbraba intercalar los árboles con otras plantaciones de mayor tamaño como el plátano y el árbol de guamo. Como complemento a la economía cafetera eran comunes los cultivos de subsistencia el maíz, y frijol, los cuales eran destinados para el autoconsumo y la comercialización en los mercados locales. En épocas de cosecha era común la utilización de mano de obra a parte de la familiar, trabajadores itinerantes viajaban a las zonas cafeteras del viejo caldas en busca de oportunidades de trabajo.

La expansión de la caficultura tuvo importantes efectos en la economía nacional, desde comienzos del Siglo XX, jalonando el desarrollo de la banca nacional con la aparición de entidades que financiaban el cultivo, igualmente el sector del transporte y la industria. Estos efectos se dieron en el ámbito de las fincas con la introducción de la despulpadora manual, la cual significó un gran avance en el proceso de beneficio del grano; esta innovación permitió concentrar en la finca la mayor parte del proceso de beneficio. Además del avance técnico la despulpadora significó un cambio en la relación que el campesino sostenía con los centros urbanos, al eliminarse los intermediarios que se ocupaban de procesar el café y venderlo en pergamino a los comerciantes de las ciudades. Para el sector industrial, la trilla de café a gran escala constituyó otra de las innovaciones técnicas en la industria cafetera del siglo XX.

El transporte del café se siguió haciendo en lotes de mulas de carga hasta muy entrado el siglo XX, solo los avances en la red de carreteras a partir de los años treinta logró el reemplazo de la mula por los primeros vehículos. Este cambio permitió que un mayor número de municipios productores tuviera accesos a medios de transporte modernos.

El avance en las exportaciones, con la creación de nuevos puertos brindó la oportunidad de la apertura de nuevos mercados y con la creación de la flota mercante gran colombiana se consolidó la caficultura en el país pasando a ser el

primer producto de exportación, lo cual contribuyó definitivamente al crecimiento de las áreas sembradas en el país llegando de esa forma a convertirse en el segundo productor de café a nivel mundial después de los años 30.

En cuanto a la comercialización interna, la fonda (cafeterías, tiendas y hostales multi servicios) constituyó el primer eslabón en la cadena comercial que unía al productor con el consumidor final, esta relación “entre el campesino y la fonda sustituyó en las zonas de colonización antioqueña aquella entre el arrendatario y la hacienda típica del oriente del país” (Ocampo 1989: 227). El fondero brindaba crédito a los cafeteros para realizar sus compras entre cosecha y cosecha, aplicando intereses que alcanzaban tasas de usura, adicional a esto, los cafeteros se veían obligados a venderle el café al fondero con un descuento significativo, este panorama fue cambiando con la aparición de las primeras tostadoras a nivel Nacional y con la intervención de la Federación Nacional de Cafeteros y los comités departamentales que fueron apareciendo.

La comercialización externa de café se siguió haciendo por el sistema de consignación típico del siglo XIX. Durante las dos primeras décadas del siglo XX, las exportaciones se concentraron en los Estados Unidos, el cierre de los mercados europeos durante la Primera Guerra Mundial determinó que las ventas del café colombiano se concentraran casi exclusivamente en el mercado norteamericano. El incremento en la escala de exportaciones de café colombiano permitió a las principales casas comerciales la apertura de oficinas en Nueva York. Para la década de 1930 las casas comercializadoras extranjeras dominaban ampliamente el mercado.

1.5 TECNOLOGÍAS EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ

El beneficio del café comprende un conjunto de actividades y procesos que comienzan con la recolección de los granos maduros, los cuales son llevados a la

maquina despulpadora o descercadora que comprende el primer proceso, este consiste en retirar la cascara o pericarpio.

Posteriormente viene el retirado del mucilago; en este proceso existen dos alternativas aplicadas al beneficio húmedo, la primera es por vía de la fermentación de los azúcares durante unas 8 a 12 horas dependiendo del clima, la segunda es con la utilización del desmucilagador o lavadora que llaman los cafeteros; luego viene el proceso de lavado, en esta parte también existen varias posibilidades, la utilización de pilas simples con la sola agitación y escurrimiento de las mieles fermentadas con varias aguas que se pasan, otro método consiste en la utilización canales (canalones) en donde se deja correr agua sobre los granos en unas distancias largas para que la misma agua se encargue lavar y clasificar el café, y la otra manera es la utilización de la lavadora mecánica que es el mismo equipo que realiza el desmucilagado y que con una muy baja cantidad de agua retira el mucilago del café.

El proceso de secado, consiste en retirar la humedad de los granos de café hasta llegar a un 12% que es el punto para el llamado café pergamino seco o café de pila, posteriormente se realiza el empaque y la venta.

Las prácticas de post cosecha, que varían de acuerdo con el país, el tipo de cultivo y la especie de café, transforman la cereza en un producto seco, listo para el proceso de trilla.

En otras palabras, son procesos que se utilizan para la separación del mesocarpio del endocarpio. El tiempo que duren dichos procesos y el efecto que pueden generar los diferentes compuestos presentes en la pulpa y mucilago del café en la semilla, tiene una clara influencia en la calidad final de la bebida.

Uno de los procesos utilizados es el llamado beneficio seco del café. En este proceso de post cosecha las cerezas comúnmente se exponen al sol durante varios días hasta alcanzar cierto grado de humedad en rangos que pueden variar. Uno de los efectos que tiene este método es la impregnación de la semilla con los azúcares y otros compuestos presentes en el mucílago del café, lo que conduce a la generación en la bebida final de sabores característicos de los cafés beneficiados por esta vía.

El beneficio húmedo del café incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. En el despulpado a las cerezas se les retira la pulpa rápidamente después de la recolección. En caso de que ésta se retrase por más de 6 horas, el grano, y posteriormente la bebida, pueden presentar el defecto en taza denominado fermento. Este defecto también se presenta cuando hay presencia de frutos sin despulpar y de pulpa adherida al pergamino o en la medida que aumenta el porcentaje de grano sobre maduro en el café cosechado

Actualmente existe dos clases principales de beneficio húmedo del café, uno que aprovecha la fermentación del mucilago llamado beneficio tradicional y otro con la utilización del lavador o desmucilagador que mecánicamente retira el mucilago y entrega lavado el café listo para el secado, lo que se llama beneficio ecológico BECOLSUB (beneficio ecológico de subproductos).

1.5.1 Beneficio tradicional del café

Es el proceso de transformar café cereza a c.p.s (café pergamino seco), y a diferencia del beneficio ecológico no emplea equipos para realizar las operaciones de desmucilagado de café, y todas las operaciones de lavado y clasificación se desarrollan con el uso de agua.

1.5.2 Beneficio ecológico

Es el conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza a c.p.s, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, lográndose además, el aprovechamiento de los subproductos y la mínima utilización de agua en el proceso.

Tabla 1 Rendimiento y pérdidas en el proceso de beneficio del café

RESIDUOS OBTENIDOS EN BENEFICIO E INDUSTRIALIZACIÓN			
Proceso	Residuo obtenido	Perdida en gramos	% Perdida
Despulpado	Pulpa fresca	436	44%
Desmucilaginado	Mucilago	149	15%
Secado	Agua	171	17%
Trilla	Pergamino	42	4%
	Película plateada		
Torrefacción	Volátiles	22	2%
Preparación de la bebida	Borra (cuncho)	104	10%
Totales		924	92%

Fuente: CENICAFE

1.6 ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS

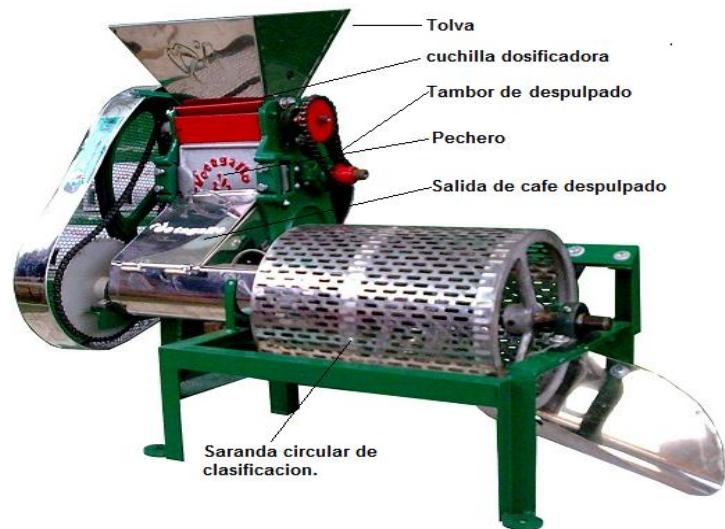
Aunque uno de los primeros avances se dio en el despulpado del café con la aparición de la maquina despulpadora, la cual mejoró de manera significativa el proceso de beneficio, esta misma ha sufrido varias trasformaciones, en el tema de secado también se han presentado varios avances que buscan optimizar la optimización de espacio y tiempo en el secado, pero uno de los avances más importantes y con más impacto ambiental positivo se ha dado en el lavado del café o retiro del mucilago, con la aparición del beneficio ecológico de subproductos “BECOLSUB” por el desarrollo del desmucilaginador.

1.6.1 La despulpadora de café

Fotografía 1 Versión manual de la maquina despulpadora



Figura 3 Versión Moderna de la Despulpadora



En el despulpado del café se retira la cascara o pulpa de los frutos, mediante un proceso de compresión que se ejerce al descender los granos a través de las cuchillas dosificadoras, al llegar al tambor de despulpado este con los dientes lo empuja hacia el pechero desgarrando las cerezas del café los cuales se van separando de los granos a medida que recorre los canales del pechero por entre

las ranuras que están provistas para tal fin, las velocidades de despulpado varían entre 120 y 160 rpm.

1.6.1.1 Despulpadora de rollo o cilindro horizontal

Figura 4 Despulpadora Horizontal



Despulpa sin agua

Consta de un pechero provisto con canales adecuados para el deslizamiento de los granos cilíndrico y una superficie móvil que puede ser la camisa de un cilindro, alto porcentaje de eficacia y calidad, pues puede ajustarse según el tamaño del grano.

1.6.1.2 Despulpadora de rodillo o cilindro vertical

Figura 5 Despulpadora Vertical



Aunque no es tan conocida en el medio colombiano, esta despulpadora utiliza un tronco cono encaminado con un rollo dentado hecho en lámina de acero inoxidable, el tronco de cono gira verticalmente, se caracteriza por la utilización de pecheros cónicohelicoidales en forma decanal.

1.7 SISTEMAS DE LAVADO

El lavado del café permite retirar el mucilago fermentado del café, para esto se requiere previamente que se despulpe unas 8 a 12 horas para permitir que las azúcares y sustancias orgánicas que componen el mucilago del café se fermenten y descompongan, este proceso se hace en beneficiaderos tradicionales construido en concreto y ladrillo por los propietarios de cada finca, los hay de dos clases primordialmente, los que son pilas o tinas en las cuales por agitación y recambio de aguas se elimina el mucilago, otro proceso es el lavado en canalones largos hasta de 30 metros con el fin que las corrientes de agua desprendan las mieles fermentadas del mucilago.

Este beneficio tradicional tiene varios problemas ambientales como son: El gasto excesivo de agua entre 5 y hasta 30 lts/kg-cps (litros por kilogramo de café pergamino ceso), adicionalmente el más grave de los problemas ambientales, es la contaminación por el vertimientos de las aguas miel fermentadas a los cuerpos de agua de los pequeños arrollos y quebradas de las zonas cafeteras.

Con la aparición de la tecnología del sistema de beneficio ecológico del café "BECOLSUB" después del año 1995 se redujo en gran manera del consumo se agua en más de 80%, sin embargo, esta tecnología todavía no es de uso masivo por los cafeteros, principalmente por el costo que representa, por consiguiente en las pequeñas y medianas fincas todavía se beneficia el café con el sistema tradicional.

1.7.1 Beneficiadero tradicional

Fotografía 2 Beneficiadero tradicional



1.7.2 Beneficiadero ecológico

Fotografía 3 Equipo de beneficio ecológico



Tabla 2 Características de ahorro y calidad de efluentes en los sistemas de lavado

CARACTERÍSTICAS DE AHORRO Y CALIDAD DE EFLUENTES				
Sistema de beneficio	Agua utilizada lt/kg cps	Ahorro de agua	Carga orgánica DBO5	Vertimiento lt/carga cps
Beneficio en pilas o tinas	5	83%	19.500	2.625
Beneficio en canal de clasificación	30	0	13.500	15.750
Beneficio Ecológico	0,6	98,00%	29.600	315

Fuente: CENICAFE

1.8 SECADO DEL CAFÉ

El secado consiste en eliminar el agua que contiene al grano hasta llegar a un 12% de humedad con la cual se comercializa, lo que se llama punto de pila o café pergamino seco - cps, actualmente este proceso también ha tenido avances tecnológicos que lo hace más eficiente en ahorro de espacio y tiempo de secado.

1.8.1 Secado tradicional

Fotografía 4 Secado tradicional



Este procedimiento se realiza exponiendo los granos a los rayos solares, en patios contruidos en concreto y en tiras de telas en polietileno o fibras naturales, existen

otras formas artesanales como las zarandas que se exponen al sol individualmente y las tradicionales elvas.

1.8.2 Secados en domos

Fotografía 5 Secado en domos



Otro método es la utilización de los domos cerrados con el fin de mejorar las condiciones de temperatura y reducir el tiempo de secado.

1.8.3 Secado en silos

Fotografía 6 Silos de secado de café



Este proceso se ha venido convirtiendo en una solución para el secado de los grandes y medianos productores, por cuanto reduce el tiempo de secado y no requiere tanto espacio, sin embargo el consumo de combustible ya es material vegetal y combustibles de origen fósil, el cual causan impacto ambiental, y por otro lado eleva los costos de inversión y de producción.

2. CARACTERISTICAS DEL CULTIVO DEL CAFÉ

2.1 ZONA AGROECOLÓGICA LE CAFÉ

Las condiciones agro ecológicas para el cultivo del café son muy específicas por ser un cultivo de alta exigencia de nutrientes y humedad, es un cultivo de bosque húmedo de media montaña, como consecuencia las plantaciones de café requieren de suelos fértiles y alta pluviosidad bien distribuida durante el año.

Condiciones agroecológicas optimas:

Altitud: Entre 1000 a 2200 msnm

Temperatura: Rango 16°C a 23°C

Precipitación: 2000mm – 2800mm

Brillo solar: 600 horas año, adaptación de sombrío

Suelos: franco arcillosos, profundidad 1,20mts

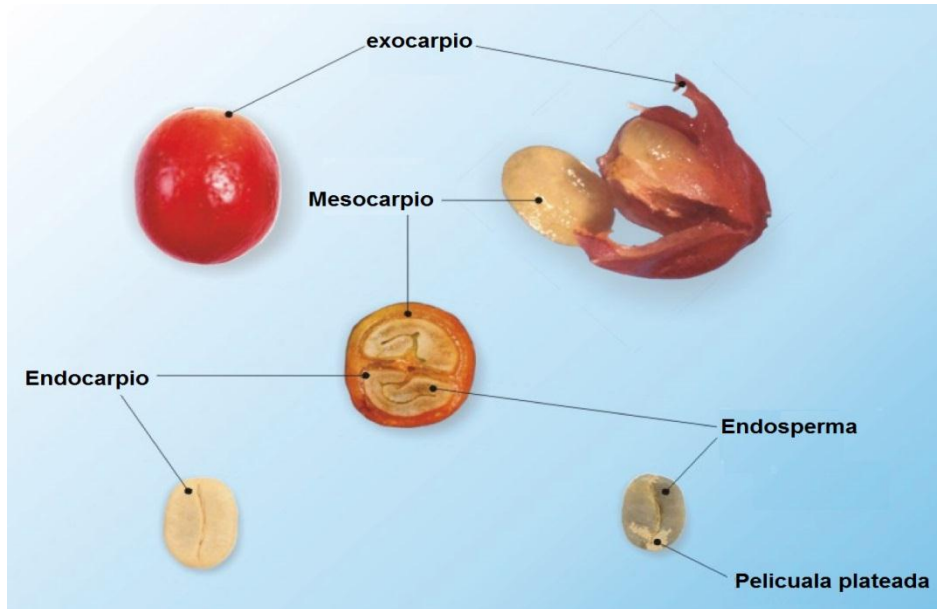
Materia orgánica: mínimo 8%

pH: 5,5 – 6,5

Las características generales de los microclimas y sistemas ecológicos donde se desarrolla el café tiene características de suelo muy fértiles, de buena humedad y presencia de bosque plantado, esta característica le confiere la propiedad de ser zonas de alta biodiversidad, conservación de especies vegetales y faunísticas, son cultivos de recuperación de suelos, que atraen siempre la proliferación de la flora y fauna, al igual que favorece el afloramiento de agua y conservación de fuentes.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO DEL CAFÉ

Figura 6 Partes del Fruto de Café



El café maduro o cereza es un fruto carnoso, se describe como una baya esferoidal, con un diámetro entre 15-20 mm. Durante la maduración cambia el color de la cereza de verde a rojo. Los frutos de café arabica son ovalados y alargados; en su estado de madurez los cubre una fina piel de color rojo o amarillo (el pericarpio) que cubre al mesocarpio. Dependiendo de la variedad, el mesocarpio representa del 40-65 % del peso fresco y está compuesto de agua (70-85 %), azúcar y pectina.

2.2.1 Composición del fruto

El fruto del café está compuesto por cinco partes definidas:

Pulpa: Conocida como cereza o cascara que representa un 45% del peso húmedo del fruto, presenta diferentes posibilidades de usos, entre ellos como alimento de animales, fuente de combustible y el más desarrollado por los caficultores que se trata en compost para producción de abonos.

Mucilago: Es una suspensión coloidal liofílica, hace parte de mesocarpio del fruto, se observa como una capa adherida al grano de color blanco pálido, se desprende en la etapa de desmucilaginado o fermentación, representa un 14,84% de peso húmedo del fruto, en términos de volumen por cada kilogramo de café cereza, se producen 91 ml de mucilago fermentado, por consiguiente por cada tonelada de café cereza que se procese se obtiene 140 kilogramos de mucilago, de acuerdo al grado de madurez. Su composición esencialmente es de agua, azúcares y sustancias pépticas.

El mucilago al entrar en contacto con el oxígeno se descompone fácilmente en forma de fermentación, esta característica es la que lo hace que tenga un potencial de alta contaminación sobre los cuerpos de agua. Según algunas caracterizaciones realizadas por CENICAFE, “alternativas para remover rápida y eficazmente el mucilago del café” y la universidad libre en 2010 “Adaptación del SMTA al tratamiento de aguas residuales del beneficio ecológico del café con la tecnología BECOLSUB”, sobre primera agua del lavado y mucilago recolectado en el desmucilaginado tenemos la siguiente caracterización.

Tabla 3 Caracterización del Mucilago

CARACTERIZACIÓN DEL MUCILAGO		
Parámetros	Unidades	Resultado
Turbiedad	NTU	7,4
DBO5	mg/L	29,6
DQO	mg/L	55,82
Sólidos disueltos totales	mg/L	28,2
Sólidos totales	mg/L	44,876

Fuente: Universidad libre 2010

Tabla 4 **Caracterización del agua de primer lavado**

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA MIEL PRIMER LAVADO		
Parámetros	Unidades	Resultado
PH	unidades	4
DBO5	mg/L	13500
DQO	mg/L	27000
Solidos disueltos totales	mg/L	4000
solidos totales	mg/L	30000

Fuente: CENICAFE 2011

Pergamino: llamado también cascarilla o cisco que se desprende en el proceso de trilla, representa un 4,2% del peso del grano seco y un 2,3% del peso húmedo del fruto, este producto es reutilizado para varios usos, entre ellos el más importante es como combustible para los silos de secado del mismo grano.

Película o membrana plateada: Se trata de una película muy delgada que protege el grano o semilla del café su peso es casi despreciable una vez seco, y tiende a estar adherido al grano.

Semilla: Es el producto final del proceso de beneficio, representa un 38% del peso húmedo del fruto y es el material final del cual se prepara la bebida del café como tal.

3. CARACTERISTICAS DEL ENTORNO PAISAJISTICO CAFERETO

3.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DEL PAISAJE CAFETERO

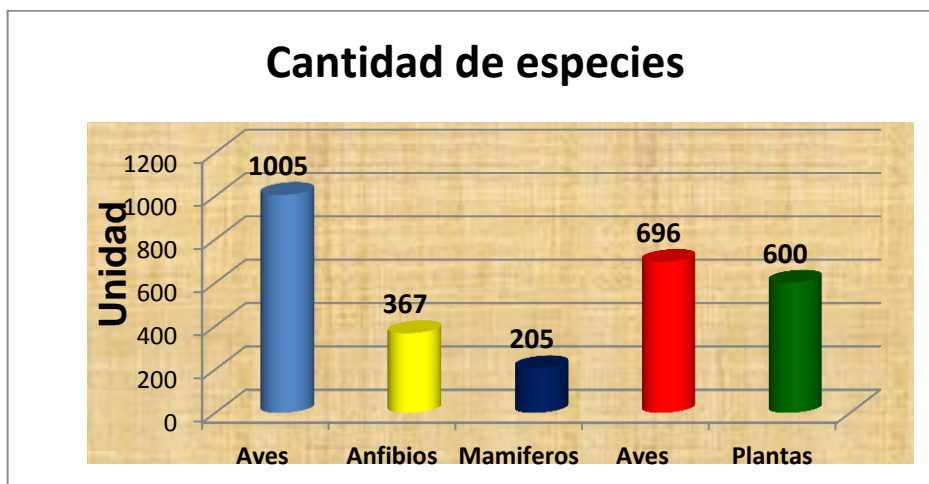
De acuerdo a los estudios realizados por WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY, y con la colaboración de La Universidad de Los Andes, a continuación se describe la cantidad de la diversidad florística y faunística presente allí, de igual forma se muestra la cantidad de especies endémicas y/o amenazadas.

Tabla 5 Biodiversidad florística y faunística en la zona cafetera

Biodiversidad en la zona Cafetera en COLOMBIA		
Especies	Cantidad de especies	Porcentaje
Aves	1005	54,0%
Anfibios	367	48%
Mamíferos	205	42%
Aves	696	-
Plantas	600	-
Total	2.873,00	-

Fuente: Wildlife Conservation Society

Grafico 1 Análisis estadístico de especies



Fuente: Wildlife Conservation Society

3.1.1 Biodiversidad en la zona Cafetera en Colombia

Aves: 54% (1005 especies) de la diversidad del país

- 61% de las amenazadas
- 65% de las endémicas.

Anfibios: 48% (367 especies) de la diversidad del país

- 61% de las amenazadas
- 56% de las endémicas.

Mamíferos: 42% de la diversidad del país (205 especies).

3.1.2 Biodiversidad registrada en agroecosistemas cafeteros de Colombia

596 especies de aves

50 especies de murciélagos

600 especies de plantas

25 especies de mamíferos no voladores

372 especies de mariposas

145 especies de hormigas

21 especies de abejas

El paisaje cafetero ofrece una gran variedad de especies de flora y fauna terrestre y acuática que se desarrollan de manera rápida por las condiciones agroclimáticas en las que se cultivan en el departamento de Santander, así lo demuestran estudios adelantados para las zonas cafeteras en Colombia.

Tabla 6 Especies registradas en la zona cafetera de Santander

ESPECIES REGISTRADAS EN LA ZONA CAFETERA EN SANTANDER				
Localidad	Habitat	Número De Especies Encontradas en un área de 2,5km ²		
		Plantas	Aves	Hormigas
Santander	Rastrojos altos	92	45	56
	Cafetales con sombrío	50	75	60
	Cercas vivas	49	45	68
	Potreros arbolados	39	45	65
	Potreros con rastrojo bajo	55	46	65

Fuente: CENICAFE, Estudio regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras

- **Recurso Flora**

El cultivo del café se desarrolla en el piso térmico templado de 1.000 a 2.000 msnm se cultiva guadua, gualanday, guayabo, aguacate, guamo, pimientos, cedros, cámbulo, búcaro, guacharacos, cucharos, calapos, anís, café, plátano, caña de azúcar, (hasta 1.500 msnm), guarumo, arrayan, laurel de cera, balsos, tachelos, ojarascos , helechos herbáceas de muchas especies, los arboles grandes albergan una gran cantidad de especies de epifitas, entre ellas una gran variedad de musgos y orquídeas. Abunda también un tipo de selva semejante al anterior pero menos desarrollada.

- **Recurso Fauna**

Dentro del paisaje cafetero de Santander por ser sistemas de producción agroforestales (café con sombríos), es abundante la cantidad de especies de animales que se pueden encontrar, desde pequeños reptiles, roedores, serpientes cazadoras, numerosas aves, e innumerable variedad de insectos, sin embargo, la mayor biodiversidad está en la microfauna presente en el suelo por la condiciones de fertilidad la cantidad de materia orgánica que proveen los árboles y la humedad que se mantiene aún en épocas de verano.

El sombrío de los cafetales en Santander tiene una comunidad de plantas más diversas y complejas que cualquier otro sistema de producción a este se asocia, la mayor contribución a la diversidad de la región en aves con un 70% y una diversidad importante de hormigas. Se encontraron especies exclusivas (14 plantas, 18 aves, 5 hormigas), una mayoría de plantas nativas y de bosques, una gran parte de las aves encontradas en el hábitat son típicas de zonas arboladas (43%), también hay una porción importante de especies de bosque (28%) y de aves vulnerables (14%), que muestran que los cafetales con sombra se han convertido en el reemplazo de los bosques ya desaparecidos” (CENICAFE, estudio regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras).

3.1.3 Ecosistema acuático

El ecosistema acuático de los pequeños arrollos de los climas cafeteros, son muy diversos, en ellos conviven numerosas especies de anfibios, cangrejos, insectos de agua dulce, pequeños peces como lauchas y bagres pequeños, entre otros.

4. IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACION POR ACTIVIDAD

4.1 USO DEL RECURSO AGUA

El beneficio tradicional del café requiere de un gran cantidad de entre 25 hasta 40 litros de agua para la obtención de 1 Kg, de café pergamino seco, este uso excesivo de agua por unidad de grano seco, es uno de los grandes problemas ambientales que se causan en la actualidad, no solo por alto consumo sino por el vertimiento de aguas miel producidas a raíz de los grandes volúmenes consumidos, el paisaje cafetero que se observa en los municipios cafeteros de Santander, son pequeñas fincas que poseen algunos pequeños arrollos o quebradas, pero sobre ellas viven numerosas familias, por lo que el recurso agua es en ocasiones muy escaso debido a la gran demanda que existe.

A parte del impacto por el alto consumo de agua en la actividad de lavado del café, son varios los impactos que se generan por el uso de las fuentes hídricas, los principales impactos identificados son:

- Alto consumo del recurso hídrico en zonas de densa población.
- Afectación de la calidad del agua para el consumo humano.
- Afectación del recurso agua usado para riegos y abrevaderos para animales.
- Destrucción de la flora y fauna acuática.
- Impacto directo sobre los ecosistemas dependientes de las cuencas hidrográficas.
- Afectación general sobre el paisaje.

Es entonces imperativa la adopción de tecnologías que minimicen el uso del agua en los procesos de beneficio, tales como el llamado "beneficio ecológico" que según los resultados de eficiencia logran bajar el consumo desde 25-40 litros por

kilogramo de café pergamino seco hasta menos de 1 litro y por otro lado implementar medidas de tratamientos de las aguas residuales.

4.2 VERTIMIENTO

Es la actividad donde se presenta el mayor impacto ambiental, por la alta carga orgánica que poseen las aguas del lavado del café y los lixiviados de la descomposición de la pulpa.

Con relación al vertimiento de las aguas de beneficio a las corrientes de agua, se ha planteado la filosofía de que "la disminución en los volúmenes de agua vertida equivale a una disminución en la contaminación generada" así no se opere directamente en la descontaminación de las corrientes. Tal pensamiento es consecuente con la implementación de los "beneficios ecológicos", este fenómeno se está presentando actualmente en las fincas medianas y grandes que cuentan con el equipo de beneficio ecológico, que a pesar de contar con el dispositivo, la contaminación es de grandes magnitudes, entonces se puede afirmar que no solo se trata de reducir el consumo de agua sino de realizar todo el proceso de manejo del mucilago.

Existen otras opciones que favorecen a la disminución del consumo de agua en las plantas de beneficios de café, como es la recirculación del agua en el propio beneficio y purificación de las aguas residuales por diferentes métodos ya sea para su vertimiento como para la recirculación, entre otras.

4.3 IMPACTO SOCIAL

Los impactos sociales están relacionados con la calidad de vida de los productores y pobladores aledaños, debido a los impactos ambientales que originan el propio cultivo y el beneficio húmedo del café.

Algunos de estos impactos sociales son:

- Disminución de la calidad del agua disponible para captación de las familiares dado el uso excesivo del recurso y la gran contaminación por el vertimiento de aguas miel fermentadas del mucilago.
- Afectaciones paisajísticas, por el vertimiento de las aguas residuales del beneficio del café a los ríos, que limitan su reaprovechamiento, disfrute y usos adicionales en actividades como la producción piscícola y de otras especies y uso recreativa.
- Limitaciones relacionadas con el sustento familiar por la contaminación de los arrollos en épocas cafetaleras y pérdida de biodiversidad dado por la destrucción de ecosistemas acuáticos.
- Enfermedades que se pueden presentar por el consumo de aguas contaminadas.
- misión de fuertes olores fétidos por la descomposición de las aguas miel del mucilago fermentado.

4.4 IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

Tabla 7 Evaluación de impactos ambientales

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																			
ACTIVIDADES		Componentes ambientales																	
		SULEO				AGUA				AIR E		FAUN A		FLOR A		SOCIAL		o	
Calificac ión del impacto	si=1 no=0 impacto positivo -1																		
	Cosecha	Recolección	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Trasporte	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Descerez ado		Despulpado	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
		Descomposición de la cereza	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	6
Beneficio tradiciona l		Despulpado	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
		Fermentación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lavado	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	8
		Vertimiento	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14

Beneficio mecánico	Despulpado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desmucilaginado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	vertimiento	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4
Secado	Secado mecánico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Secado tradicional	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sumatoria de impacto causado		3	4	3	6	3	2	5	3	4	3	4	4	2	3	2	2	5 3

Clasificación de impactos

 Muy alto

 Medio

 Bajo

4.4.1 Análisis de resultados

Conforme al desarrollo de la matriz, se puede encontrar las actividades más contaminantes se encuentran el vertimiento de aguas miel, el lavado de café y la descomposición de la pulpa, en cuanto a los componente ambientales afectado se determinó que la calidad del agua y las fuentes superficiales son las más afectados, y la contaminación a la fauna y flora acuática y la erosión.

4.5 MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Con la creación del Centro de Investigación Cafetera CENICAFE se han logrado avances en la implementación de medidas dirigidas al mejoramiento en el proceso del cultivo, le beneficio del café y tratamiento de aguas residuales de la actividad de beneficio.

4.5.1 Desarrollo del BECOLSUB

El beneficio ecológico de subproductos del café, “BECOLSUB” se inició a implementar a partir del año 1995 como resultado de estudios dirigidos a reducir el consumo de agua en el proceso de eliminación del mucilago, con el cual se logró reducir de 30 lts de agua por kilogramo de café pergamino seco (30lts/kg cps) a menos de 1L/kg cps.

Fotografía 7 Equipo de Desmucilaginado



Otras ventajas del BECOLSUB es el rendimiento en el lavado del café, por cuanto a parte que reduce el consumo de agua de manera significativa, no se requiere fermentación, por tanto disminuye tiempo del proceso, elimina residuos de cerezas que quedan en el grano, elimina los granos vanos (sin poder germinativo), no se deteriora la presentación del grano por pigmentación y reduce las perdidas en cps por desechos y por descomposición del grano en la fermentación.

Con la utilización del desmucilaginador en el proceso de eliminación del mucilago, se logra reducir el impacto sobre el consumo de agua, pero genera un producto que debe ser muy bien manejado que es las aguas miel (mucilago disuelto) en

altísima concentración para lo cual, ya existen varias tecnologías, pero que si se vierten en la corriente se genera en un gran problema ambiental.

4.5.2 Implementación de la fosas para el tratamiento de la pulpa

Fotografía 8 Fosa de aprovechamiento de la cereza



Se trata de una construcción cubierta, normalmente con varios compartimientos en los cuales se realiza el volteo de la pulpa con el fin de lograr una mejor descomposición, el producto es un compost de muy buenas características para la fertilización de los suelos del mismo cultivo. Adicionalmente se puede implementar procesos como lombricultura para el mejoramiento como abono orgánico.

Con esta tecnología se logró reducir el problema del vertimiento de la cereza o pulpa a las vertientes de agua que se hacía en épocas anteriores, y el vertimiento de lixiviados.

4.5.3 Sistemas de tratamiento de aguas residuales del café

Se han desarrollado varios procesos para el tratamiento de las aguas residuales del café que no se alejan demasiado de los procesos de tratamiento de las aguas

residuales domésticas, uno de los más comunes es las plantas de tratamiento anaerobio, las cuales con unas pequeñas adaptaciones se logran grandes resultado.

Por otro lado se utilizan procesos individuales y parciales como las lagunas de oxidación, infiltración por lechos porosos con presencia de plantas acuáticas, filtros artesanales, floculación y calificación.

- **Tamizado y trampas**

Consiste en la eliminación de partículas gruesas por medio de tamices con mallas atornilladas a un marco de hierro y la gravedad para eliminar los materiales pesados.

- **Floculación – decantación**

Se realiza la aplicación de una solución de cal hidratada con una relación de 3 a 4 gramos/litro de agua miel a tratar. Esta solución se vierte por pequeñas cantidades al tanque homogenizador.

Se requiere de dos o más pilas colocadas en serie o paralelas, con un volumen de agua acorde al que se utiliza en una jornada del beneficio. En estas pilas el agua tendrá un Tiempo de Resistencia Hídrica (TRH) de 24 a 48 horas en total, es decir, de 12 a 24 horas en cada una.

El propósito es que se obtenga la máxima floculación-decantación permitiendo, de esta manera, la recuperación de los lodos y la separación del agua clarificada.

Las pilas tendrán en el piso una pendiente del 10 a 12 %, para dar efecto de escorrentía y, así, vaciar los lodos a una pila específica y aledaña para recuperarlos. Cada una contará con dos tipos de drenajes. Uno de ellos para drenar los lodos, con una salida de 6 pulgadas de diámetro y el otro, que contará

con un falso codo, con un diámetro de 3 a 4 pulgadas y servirá para trasladar las aguas clarificadas hacia el tanque situado a una plano más bajo.

La eficiencia de los tamices y de estas pilas será la de eliminar del 50 al 65% de los sólidos suspendidos y del 45 al 50% de Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.).

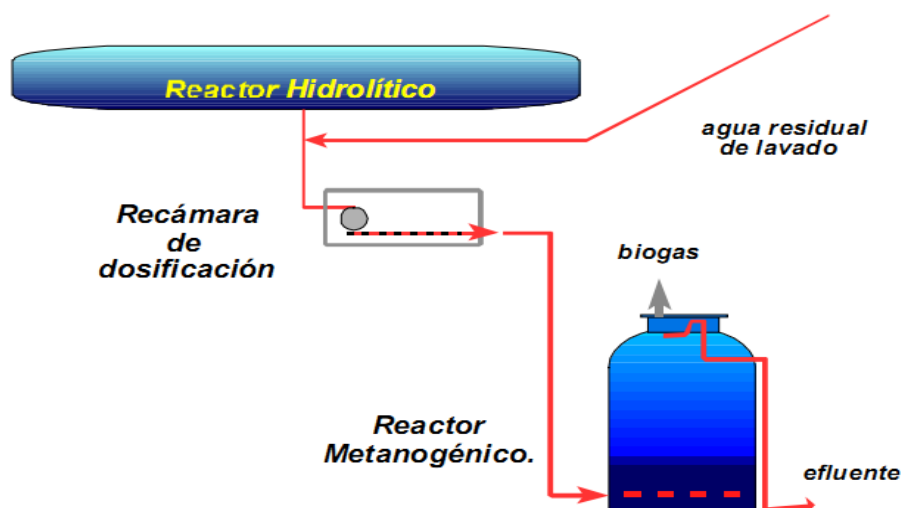
- **Laguna de oxidación**

En esta fase se requieren dos lagunas de oxidación. Una de ellas albergará los lodos y la otra el agua clarificada, sin evacuar éstas a ninguna fuente de agua limpia. Los lodos pueden utilizarse como abono orgánico combinándolos con la pulpa y luego, ya compostados, se utilizan como abono para las plantaciones o en los almácigos.

- **Planta de tratamiento anaerobio**

Desarrollada por CENICAFE, es una alternativa que logra grandes resultado en la remoción de la carga orgánica, si se le adiciona un pre tratamiento y post tratamiento se logran resultado de recuperación del efluente en un alto porcentaje por encima del 90%.

Figura 7 Esquema del sistema modular de tratamiento anaerobio SMTA



El SMTA, Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio, es una tecnología que ha sido estudiada, operada y evaluada por CENICAFE desde 1984, que tiene como propósito descontaminar las aguas residuales del Proceso de beneficio de café.

Este sistema, está compuesto por unidades que posibilitan la separación de fases de la digestión anaerobia. La primera unidad del SMTA es el Reactor Hidrolítico Acidogénico (RHA), que se constituye en una bolsa negra de plastilona, que permite almacenar las aguas residuales del lavado del café que se producen en forma discontinua durante el periodo de cosecha. En esta unidad, se producen una serie de reacciones bioquímicas en forma inmediata.

Posterior al Reactor Hidrolítico Acidogénico (RHA), es necesario disponer una Recámara de Dosificación, la cual está fabricada de mampostería y un flotador de 1 ½ Pulgada. Este elemento, retiene materia orgánica insoluble como las sustancias pécticas que no fueron hidrolizadas en el RHA.

Después de la Recámara, se ubica el Lecho Filtrante, el cual es un orificio de 5,5 mts de ancho por 1,1 de fondo (Experiencia Granja la Catalina. CENICAFE. Con capacidad de 8000 @), relleno con gravilla de río o piedra caliza, los cuales permiten también la retención de residuos.

Por último, se encuentra el Reactor Metanogénico (RM), que consiste en un tanque cilíndrico negro, referencia Fibratore serie 100027, en el cual se pueden alcanzar temperaturas internas del agua residual hasta un intervalo entre 30 – 32 °C, favoreciendo la digestión anaeróbica. La tapa del tanque permite la salida de biogás mediante una boquilla, finalmente, el tanque arroja un afluyente que es el agua tratada, reduciéndose de ésta manera un 99% de la contaminación generada con el proceso de beneficio.

Tabla 8 Eficiencia del sistema SMTA

REMOCIÓN DEL SISTEMA			
Parámetro	Entrada del sistema	Salida del sistema	Remoción (%)
Turbiedad	7400 NTU	196 NTU	97,4
DBO5	29600 mg/L	1756 mg/L	93,5
DQO	55820 mg/L	3635 mg/L	94,1
PH A 22°C	4,05	5,32	
SOLIDOS TOTALES	44876 mg/L	2832 mg/L	93,7

Fuente: CENICAFE

5. IMPLEMENTACION ACTUAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION.

5.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MANEJO ECOLÓGICO EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ

Con el fin de examinar la efectividad en la aplicación de los sistemas propuestos por CENICAFE, para la reducción del uso de agua en el proceso de lavado (BECOLSUB) y los sistemas de tratamiento de las aguas residuales del beneficio del café, se analizó un sector en particular del Municipio de Valle de San José Santander, en la vereda San Isidro, por ser una de las veredas de mayor producción en este Municipio y contar con las fincas más tecnificadas.

Fotografía 9 Contaminación sobre fuente hídrica

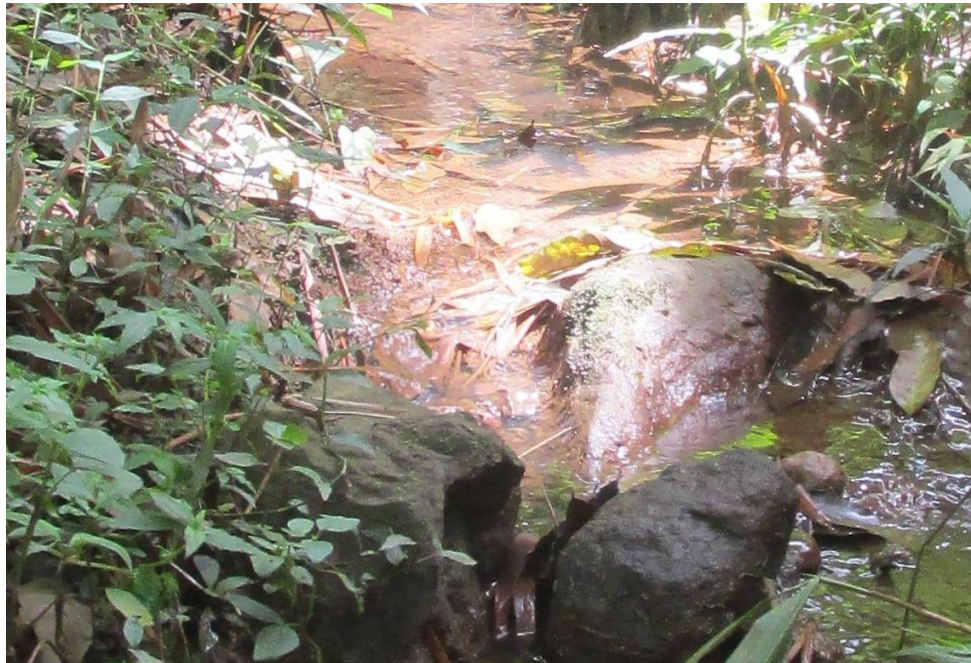


Sin desconocer que la situación que se analiza en este documento sobre la implementación de las alternativas de manejo ecológico del beneficio del café, se presenta en toda la región, tanto en los Municipios de Ocamonte, Pinchote,

Paramo, Socorro entre otros, en la cual se puede a simple observación y percepción de olores, encontrar que en las épocas de mayor cosecha (Septiembre, Octubre y Noviembre) en los pasos sobres las fuentes de agua que circundan las medianas y pequeñas fincas cafeteras, se capta un olor desagradable que impregna todo el ambiente; el olor se describe como a zapato podrido o bota de operario, el cual se despiden de las fuentes de agua por la descomposición del mucilago al fermentarse.

Fotografía 10

Contaminación del lecho de las fuentes hídricas



Adicionalmente se observa la aparición de algas (laminaria) de color naranja en el lecho de las corrientes de agua que invade todo por donde pasa, esta condición ha logrado acabar con las especies que se encuentra en estos cuerpos de agua como los cangrejos, ranas y pequeños peses, sin contar los insectos de agua dulce y demás organismos allí presentes, que para el caso de la zona analizada la cuenca de una pequeña quebrada denominada (el callejón) ubicada en la vereda san Isidro que recorre las diez (10) fincas, que suerte de agua a cinco familias, es tributaria de la quebrada el corcovado que a su vez desemboca en la

quebrada sobacuna la principal afluente del Municipio y descarga sobre el río fonce, se aprecia total deterioro de la flora y fauna acuática con presencia de olores desagradables y la total afectación de la calidad del agua para el consumo humano.

Revisando la implementación de los sistemas de beneficio ecológico BECOLSUB, en las fincas que circundan esta fuente, se observó que en solo dos de las 10 fincas que atraviesa la quebrada cuenta con el sistema de beneficio ecológico con desmucilagador (lavadora). Las dos fincas que cuentan con este equipo son fincas de producción de más de 100 cargas de café pergamino seco, las demás son fincas que producen por debajo de las 60 cargas.

Dentro de las situaciones que manifiestan los propietarios de las fincas que no poseen esta tecnología, es porque la inversión no la pueden hacer por cuanto el equipo vale \$ 15.000.000 de pesos en promedio, y las ganancias de estas fincas no supera los \$ 16.000.000 millones de pesos al año, siendo esta prácticamente la única fuente de entrada de estas fincas, por otro lado manifestaban los cafeteros, que a parte que las inversiones se presentaban muy elevadas para la capacidad de estas fincas, estas máquinas solo se utilizan durante 3 meses y luego se dejan sin usar.

Se indagó sobre el financiamiento de las entidades y el acompañamiento del comité de cafeteros, lo cual manifestaron que en primer lugar el comité de cafeteros no tiene una línea de créditos, por cuanto el tema de crédito se maneja solo con el banco agrario, ya que no tiene una línea especializada para el apoyo al sector en esta línea de mejoramiento de los beneficiarios.

Según los cafeteros indagados, aquellos que toman la iniciativa de la compra de estos sistemas de beneficio ecológico lo hacen a iniciativa propia y sin contar con un programa claro del comité de cafeteros.

Conocido este panorama, se analizó la efectividad de los sistemas de beneficio ecológico, encontrando en estas dos fincas, lo cual es totalmente contra productivo, en primer lugar en las dos fincas en las que existe el sistema en funcionamiento no recibió acompañamiento en capacitación en el manejo de las efluentes del sistema, simplemente el fabricante envió un experto y adaptó el equipo para su buen funcionamiento, esto tiene como consecuencia que en estas fincas, no hay un plan de manejo de las aguas miel originadas del desmucilaginado, dichas aguas son vertidas directamente a canales que van a parar a zanjones y posteriormente a la quebrada que ya se mencionó.

Analizado esta situación encontrada, se hizo una averiguación en las demás fincas de la vereda San Isidro que cuentan con el sistema de beneficio ecológico (desmucilagador), que son en total 13, de las cuales ninguna tiene un sistema completo de tratamiento de aguas residuales, en dos de las 13 fincas existe una pequeña laguna de oxidación, con su conducción de sobrantes sobre lechos de las quebradas allí existentes.

Lo más curioso encontrado fue, que la mayor contaminación visible observada ocurre en el vertimiento de las fincas que poseen el sistema de beneficio ecológico, sobre el particular se pudo establecer que las aguas mieles que producen los beneficiaderos ecológicos son muy concentradas, por tanto la dilución al llegar a la fuente es muy baja, favoreciendo así una alta fermentación y demanda exagerada de oxígeno, lo que produce olores insoportables y por ende el deterioro total de la flora y fauna acuática de estas fuentes hídricas.

Tabla 9 Situación encontrada en implementación de alternativas ecológicas

IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS VEREDA SAN ISIDRO				
Número de fincas encontradas	Fincas con beneficio ecológico	Fincas con beneficio tradicional	Sistemas de tratamiento parcial	Número de plantas de tratamiento
94	13	81	4	0
porcentajes	14%	86%	4,20%	0

Así las cosas, se encuentran tres problemas estructurales en la implementación de los sistemas de beneficio ecológico del café y la contaminación de las fuentes por las aguas miel fermentadas.

1. No existe un programa claro de parte del comité de cafeteros para financiar y apoyar los cafeteros en la implementación de los sistemas de beneficio ecológico.
2. Para el 86% de los cafeteros encontrados el costo del sistema de beneficio ecológico es muy elevado para su capacidad de pago.
3. La federación no brinda capacitación ni acompañamiento a los cafeteros para el tratamiento de las aguas residuales derivadas de los demucilaginadores que contiene alta concentración y deben ser tratadas antes de vertir.

6. PROPUESTAS DE SOLUCION

6.1 DISEÑO DE MODELOS SOSTENIBLES COMO ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Las propuestas de solución están encaminadas en dos aspectos:

- La primera relacionada con el diseño de métodos de beneficio ecológico, más favorables económicamente para los cafeteros de menores ingresos, que le sean pertinente a su sistema de producción que no coloque en peligro su rentabilidad.
- La segunda en el diseño de un programa de capacitación a todos los cafeteros para el conocimiento del problema ambiental que se está causando, y la búsqueda de un apoyo de las entidades del sector, los Municipios, Departamento y Ministerio de Medio ambiente para la implementación de soluciones al tratamiento de las aguas residuales del café

Diseño de alternativa de beneficio ecológico:

Teniendo en cuenta que el obstáculo principal en la adopción las tecnologías existentes es el costo representativo en inversión para varios cafeteros, y su bajo porcentaje de recuperación (TIR), es necesario que se diseñe un sistema que tenga cuatro características claves:

- De fácil adquisición para los pequeños y medianos caficultores, esto en términos económicos es, que sea eficiente, económico y de fácil operación.
- Que se pueda adaptar a las actuales maquinas despulpadoras con las que cuentan las fincas.
- Que puedan utilizar la misma energía con la que se acciona las despulpadoras actuales de las fincas.

- Que ahorren energía eléctrica y bajen el consumo de agua

Desde este punto de vista se requiere diseñar de acuerdo a las capacidades de producción de cada finca cafetera.

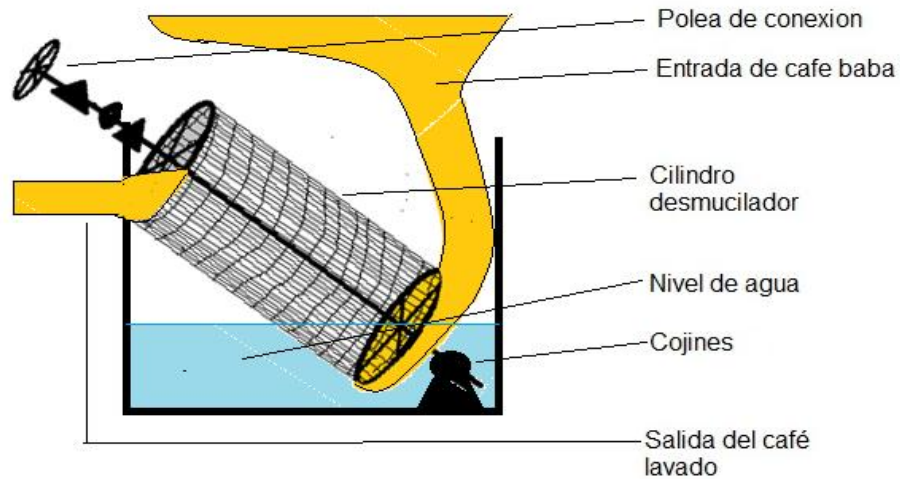
El desprendimiento del mucilago del pergamino de la semilla se da por dos fenómenos, el primero es la fermentación por el proceso de descomposición de los azúcares las cuales, una vez fermentadas se disuelven con el agua en el proceso de lavado.

El otro principio es el rozamiento entre los mismos granos por el movimiento mecánico que se ejerce sobre ellos, para lograr el resultado se requiere que la coalición de los granos entre ellos y con las paredes del recipiente ocurran a una velocidad y con determinada fuerza para lograr las coaliciones periódicas suficientes para que se desprenda el mucilago sin lesionar los granos.

6.1.1 Alternativa de beneficio ecológico para medianos productores

Se propone entonces el diseño de un cilindro en forma de zaranda circular provisto de aspas internas y una cinta sin fin, que se pueda ubicar dentro de las pilas tradicionales que poseen los caficultores, el cilindro debe tener una inclinación de unos 30° para que la cinta sin fin ubicada en el interior de la zaranda pueda ir evacuando los granos del lavado.

Figura 8 Esquema alternativa 1 para medianos productores



Se debe proveer de 3 cojinetes (Rodillos) laterales para el soporte y la conexión mediante una polea y una cruceta diferencial para conectarse a la maquina despulpadora.

Los materiales utilizados son varillas de acero inoxidable de diferentes calibres, eje centrar en acero, tres cojinetes, una palea, una cruceta para el cabio de dirección del eje central y banda de conexión.

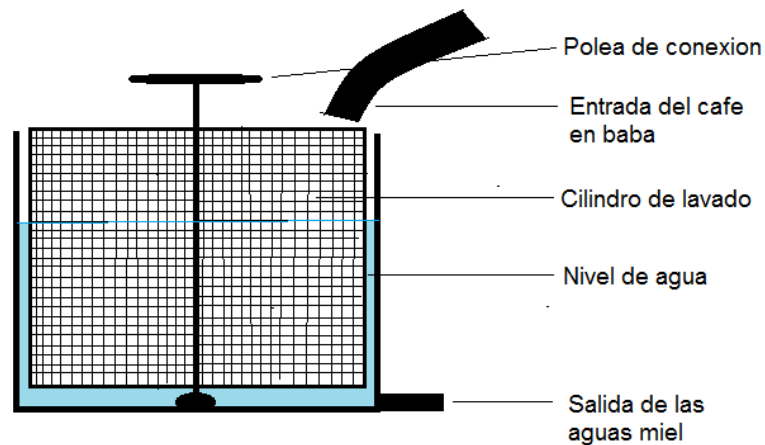
Con este diseño se puede hallar eficiencia en pequeñas y medianas fincas con el fin de reducir los costos de inversión además de utilizar las instalaciones ya existentes y las despulpadoras con que se cuenta en las fincas, otra ventaja lograda tiene que ver son el ahorro de energía por cuanto se conecta al mismo eje de la maquina despulpadora.

Este esquema es una idea que se presenta como alternativa para logra mejorar las condiciones de lavado sin fermentación en fincas pequeñas y medianas.

6.1.2 Alternativa para fincas pequeñas

Teniendo en cuenta que el lavado en pilas o tinas se logra ahorrar a la cantidad de agua utilizada, es una alternativa que se puede volver a retomar con la adaptación de pilas medianas para la fermentación pero con la adición de un dispositivo que permita agitar el café a manera de colador.

Figura 9 Esquema de alternativa para pequeños productores



Para el fin se tendría que modificar las pilas en tanques redondos que podrían ser en plástico o construidas en concreto, a estas pilas o tinas se le adiciona un cilindro construido en varilla sentado en el fondo de la pila con un dispositivo que permita el giro de todo el cilindro.

El principio de funcionamiento de este dispositivo sería utilizar la fermentación normal del café y trascurridas las 8 horas realizar un lavado tipo lavadora vertical pero accionado manualmente, esto permitiría el ahorro de una gran cantidad de agua con la facilidad del escurrido fácil y el movimiento circular del cilindro ayudaría al desprendimiento del mucilago.

6.1.3 Programa de implementación de soluciones comunes.

Como se logró establecer durante el documento, una de las causas de la baja implementación de las tecnologías en la agro industria del café y en especial en el beneficio, es el la poca capacidad de pago que tiene los medianos y pequeños cafeteros, además el desconocimiento de los altos impactos ambientales generados por esta actividad, esto ha hecho que a pesar que existen tecnologías desarrolladas que tiene buenos resultados en el logro de los objetivos ambientales, sea muy baja la implementación de estos sistemas, incluso aquellas fincas que los han implementado no logran completar todo el proceso de tratamiento de las aguas antes de ser vertidas.

Ante este panorama, se requiere del diseño de un programa por parte del estado y las entidades encargadas del sector cafetero, como la federación nacional, los comités departamentales y las entidades territoriales que este dirigido hacia dos frentes;

- 1- Diseño de un programa para la implementación de beneficiaderos comunitarios o comunales que logren tener en un solo sitio todos los procesos de beneficio y tratamientos de las aguas miel antes de ser vertidas, esto brindaría una oportunidad de tener todas instalaciones para el beneficio de mayor cantidad de café por unidad de beneficio, con lo cual se rebajarían los costos y principalmente se facilitaría la instalación y operación de los sistemas de tratamiento de las aguas servidas.
- 2- Plan de capacitación ya acompañamiento al cafetero que tendría como fin la búsqueda de financiamiento y capacitación para los cafeteros el conocimiento de los problemas ambientales a los que se aboca y las soluciones que se pueden implementar.

7. CONCLUSIONES

- El café en Colombia es un producto de alto valor económico para más de 500.000 mil familias campesinas, ya que es un producto de tipo exportación, y por consiguiente una fuente de empleo y sustento para miles de colombianos, sin embargo, los costos de producción son muy altos, el cual que se debiera tener más apoyo económico y de financiación por parte del estado.
- Después de haber hecho una revisión bibliográfica sobre el beneficio y producción cafetera, que evidenció que existe tecnología en cuanto al beneficio ecológico del café y el sistemas de producción, hace falta es buscar estrategia para la implementación de la tecnología mediante la asociación, beneficiaderos comunales o impulsar iniciativas privadas para la búsqueda de soluciones más viables para los medianos productores.
- El beneficio tradicional y el mal manejo de las aguas miel producidas en el beneficio ecológico tiene dos grandes problemáticas ambientales, por un lado el exagerado consumo de agua y la contaminación ambiental de las fuentes hídricas, que afecta de gran manera la fauna, flora acuática y el recurso suelo.
- Son muy pocas las fincas donde se ha implementado el sistema beneficio ecológico subproductos del café BECOLSUB, principalmente por el elevado costo de esta tecnología y los bajos rendimiento de las fincas, e igualmente por la falta de capacitación y acompañamiento por parte de las entidades gubernamentales y del sector.
- Es preciso diseñar nuevas alternativas de beneficio ecológico del café que sean viables económicamente para las condiciones de cada grupo de productores con el fin que puedan adoptarlas sin afectar su capacidad financiera.

- Las entidades en cargadas del sector cafetero, las entidades territoriales y las autoridades ambientales que ejercen jurisdicción en las zonas cafeteras, no tienen definida una política clara para atender la problemática ambiental del sector cafetero, más aun cuando el gobierno reglamento los parámetros para las aguas vertidas por la actividad de beneficio del café.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda instaurar por parte de la federación nacional de cafeteros una política ambiental para la atención de los impactos ambientales generados por la actividad de beneficio y producción del cultivo del café.
- CENICAFE debe dirigir esfuerzos en el diseño de sistemas de beneficio más acordes con los sistemas de producción, que le brinden facilidad de adquisición y adopción a los pequeños y medianos productores.
- La federación nacional de cafeteros, los comités departamentales, las entidades territoriales y la autoridad ambiental deben aunar esfuerzos para la implementación de los sistemas de beneficio ecológico del café y los sistemas de tratamiento de las aguas miel derivadas del beneficio, buscando alternativas de Asociatividad y emprendimiento comunitario.
- Es necesario la creación de un programa integral de capacitación y acompañamiento al sector cafetero en el reconocimiento y atención de la problemática ambiental que se genera.

BIBLIOGRAFIA

CENTRO DE PREPARACIÓN DE CAFÉ. Café Generalidades de su Proceso. Bogotá D.C. Noviembre de 1998.

COHEN, Ernesto; FRANCO, Rolando. Evaluación de Proyectos Sociales. Siglo XXI Editores, México. 1992.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Manual de Operación y Metodología. Agosto de 1991.

DOCUMENTO REPÚBLICA DE COLOMBIA – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. El que contamina paga, aguas limpias para Colombia al menor costo.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS; CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, (2004). PROCESAMIENTO; BENEFICIO; DESPULPADO; LAVADO; MUCÍLAGO, Cartilla cafetera Cap. 20. Beneficio del café. 1. Despulpado, remoción del mucílago y lavado, volumen, N°20.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS; CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, (2006) Cartilla cafetera Cap. 22. Manejo y aprovechamiento de productos derivados del beneficio del café.

MARIA DEL PILAR GIRALDO RENDÓN, ANA CAROLINA OLARTE GRAJALES, Diseño Y Estructuración De Una Central De Beneficio Ecológico De Café En El Municipio De Palestina, Manizales Julio de 2001

LUIGI MASOTTI, (1993). *Título de la publicación*, DEPURAZIONE DELLE ACQUE, Tecniche e Impianti Per il Trattamento Delle Acque Di Ri-Fiuto Calderine, Primera edición, 1144 páginas.