

**ESTABLECIMIENTO DE DOS SISTEMAS FILTRO COMO TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES DEL CAFE EN EL MUNICIPIO DE PLANADAS TOLIMA**

**Autor**

**JEISON GERMAN GUILOMBO SILVA**

**Proyecto aplicado como requisito parcial para optar al título profesional de Agrónomo**

**Asesor**

**FRANCISCO JOSE MONTEALEGRE TORRES**

**Ingeniero agrónomo**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
CEAD-IBAGUE  
OCTUBRE DE 2017**

## DEDICATORIA

Inicialmente quiero dedicar mi proyecto de grado a mi familia, no sin antes de dar gracias a Dios, quien cada día fue mi fuente de apoyo emocional para no solo realizar este proyecto sino en mi formación académica durante los años de estudio. Mi familia por la paciencia, esfuerzo y enseñarme cada día el amor a la vida, el trabajo y principalmente la dedicación al estudio,

A los caficultores del Municipio de Planadas y el Departamento del Tolima que cada día al amanecer trabajan en contra de todas las adversidades como el clima, los altibajos de precios de comercialización, el desplazamiento de sus hijos a la ciudad, y la falta de oportunidad de producir sosteniblemente, no por culpa de ellos, sino la ausencia de la articulación del conocimiento a campo y la falta de presencia del estado con una política clara de inversión facilitando las prácticas de producción sostenible a lo largo de su vida como empresarios responsables del agro.

Quiero agradecer a las dos fincas pilotos de la vereda el Ruby y la vereda Montalvo, sus propietarios Davier Avilés y Jair López quien dispusieron no solo de sus parcelas e infraestructura, sino que amablemente me brindaron el cariño de la familia cafetera para llevar a cabo la implementación de mi proyecto de grado “Establecimiento de dos sistemas filtro como tratamiento de aguas residuales en el beneficio del café en el municipio de Planadas Tolima”

A mis compañeras de estudio y tutor de grado por la generación de ideas y debates educativos focalizados al crecimiento y experiencia personal -profesional que sin duda enriquecieron mi capacidad intelectual permitiendo cumplir u orientar los presaberes de cada unidad.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Ibagué, Tolima, octubre de 2017**

## RESUMEN

El proceso de beneficio húmedo del café PBHC es una técnica realizada por pequeños caficultores, quienes utilizan tecnología simple para la clasificación del grano, tales como una caseta y tolva de madera para recibido, una maquina despulpadora sin agua y un tanque tina donde se realiza el proceso fermentativo y de remoción de residuos orgánicos presentes en el mucilago (ácido láctico, acético, dióxido de carbono, lípidos entre otros) estos componentes solo se liberan una vez inicia la fermentación en el mucilago, se dice que el PBHC genera un consumo de agua entre 40 a 50 lt/kg c.p.s. Esta actividad ha ocasionado grandes riesgos para la sostenibilidad de la caficultura, no solo por el impacto económico que genera en la calidad física y de taza, sino por el impacto que ocasiona al medio ambiente, específicamente familias y ecosistemas naturales aledaños a las zonas productivas; contrastando esta información CENICAFE desde hace más de 25 años viene realizando estudios entorno a este cuestionamiento, pues por tradición Colombia es un país productor de cafés suaves y por ende su interés en preservar este distintivo, de modo que formular tecnologías de beneficio ecológico como los sistemas BELCOSUB y ECOMILL fue un logro científico para reducir el consumo de agua durante el lavado; por otro lado los sistemas modulares de tratamiento de aguas mieles son actualmente una tecnología que coopera a reducir la carga contaminante ocasionada por el vertimiento puntual a cuerpos de aguas superficiales, esto resulta una propuesta significativa para el desarrollo y sostenibilidad del café; la instalación de dos sistemas filtros solo es sostenible siempre y cuando se tenga claro la importancia de implementar un beneficiadero ecológico, pues al tener la concepción de suelo y agua, los desperdicios son menores y la materia prima resultante es de más fácil manejo.

**Palabras claves:** Filtro, Tipos de Beneficio, Buenas Prácticas de Beneficio, Microorganismos Eficientes, Contaminación hídrica

## **ABSTRACT**

The wet-making process of PBHC coffee is a technique performed by small farmers, who use simple grain sorting technology, such as a wooden hopper and pulper machine without water and a tank where the fermentation process and removal of organic waste present in the mucilage (lactic acid, acetic acid, carbon dioxide, lipids, among others), these components are only released once the fermentation begins in the mucilage, it is said that PBHC generates a consumption of water between 40 and 50 lt / kg cps This activity has caused great risks for the sustainability of coffee production, not only because of the economic impact it generates on the physical and cup quality, also, because of the impact it causes to the environment, specifically families and natural ecosystems bordering the productive zones; contrasting this information CENICAFE for more than 25 years has been leading researches around this question, because traditionally Colombia is a country producing soft coffees and therefore its interest in preserving this distinctive, so that formulate technologies of ecological benefit such as systems BELCOSUB and ECOMILL was a scientific achievement to reduce water consumption during washing; On the other hand, modular water treatment systems are currently a technology that cooperates to reduce the pollutant load caused by the spill-over to bodies of surface water, this is a significant proposal for the development and sustainability of coffee; the installation of two filter systems is only sustainable as long as it is clear the importance of implementing an ecological beneficiary, because having the conception of soil and water, the waste is less and the resulting raw material is easier to handle.

Keywords: Filter, Benefit Types, Good Benefit Practices, Efficient Microorganisms, Water Pollution.

<b>Tema</b>	<b>Establecimiento de dos sistemas filtro como tratamiento de aguas residuales del café en el municipio de planadas tolima</b>
<b>Autor</b>	Jeison German Guilombo Silva
<b>Año</b>	2017
<b>Resumen</b>	<p>El proceso de beneficio húmedo del café PBHC es una técnica realizada por pequeños caficultores, quienes utilizan tecnología simple para la clasificación del grano, tales como una caseta y tolva de madera para recibido, una maquina despulpadora sin agua y un tanque tina donde se realiza el proceso fermentativo y de remoción de residuos orgánicos presentes en el mucilago (ácido láctico, acético, dióxido de carbono, lípidos entre otros) estos componentes solo se liberan una vez inicia la fermentación en el mucilago, se dice que el PBHC genera un consumo de agua entre 40 a 50 lt/kg c.p.s. Esta actividad ha ocasionado grandes riesgos para la sostenibilidad de la caficultura, no solo por el impacto económico que genera en la calidad física y de taza, sino por el impacto que ocasiona al medio ambiente, específicamente familias y ecosistemas naturales aledaños a las zonas productivas; contrastando esta información CENICAFE desde hace más de 25 años viene realizando estudios entorno a este cuestionamiento, pues por tradición Colombia es un país productor de cafés suaves y por ende su interés en preservar este distintivo, de modo que formular tecnologías de beneficio ecológico como los sistemas BELCOSUB y ECOMILL fue un logro científico para reducir el consumo de agua durante el lavado; por otro lado los sistemas modulares de tratamiento de aguas mieles son actualmente una tecnología que coopera a reducir la carga contaminante ocasionada por el vertimiento puntual a cuerpos de aguas superficiales, esto resulta una propuesta significativa para el desarrollo y sostenibilidad del café; la instalación de dos sistemas filtros solo es sostenible siempre y cuando se tenga claro la importancia de implementar un beneficiadero ecológico, pues al tener la concepción de suelo y agua, los desperdicios son menores y la materia prima resultante es de más fácil manejo.</p>
<b>Palabras clave</b>	Filtro, Tipos de Beneficio, Buenas Practicas de Beneficio, Microorganismos Eficientes, Contaminación hídrica
<b>Tipo documento</b>	Proyecto Aplicado
<b>Problema de la investigación</b>	<p>El estudio de Zambrano F. D.A.; Rodríguez V., N. (2001) citado por Ramírez, C; Oliveros, C &amp; Sanz, J. (2015) asegura que el 72% de la carga contaminante generada por el proceso de beneficio húmedo del café (PBHC), correspondientes a un valor de DQO de 82.080 mg.kg<sup>-1</sup> de café cereza, se ocasiona al despulpar y transportar la pulpa con agua y el 28% restante de la contaminación corresponde a un valor de DQO 31.920 mg.kg<sup>-1</sup>, y es ocasionada por las mieles del</p>

	lavado. El menor consumo de agua es fermentación natural, de 4,17 L.kg <sup>-1</sup> de café pergamino seco, se obtiene lavando el café en el tanque con cuatro enjuagues, generando efluentes con un promedio de contaminación cercana a 26.500 ppm de DQO por kilogramo de cps. (p.47)
<b>Principales conceptos</b>	Tipos de beneficio, aguas residuales, filtrado, carga contaminante.
<b>Metodología</b>	Se procedió a realizar en primera instancia una caracterización socioeconómica, basado a los datos del comité de cafeteros del municipio donde se determinó que la implementación alternativa de un filtros primarios en sus fincas, es una alternativa más económica y de fácil alcance para la remoción y disminución de la carga contaminada de lixiviados del lavado del café en cada uno de los beneficiaderos convencionales a trabajar:
<b>Objetivo</b>	Establecer dos sistemas filtro para tratamiento de aguas residuales del beneficio del café en el municipio de Planadas Tolima, promoviendo la producción sostenible, económica, social y ambiental.
<b>Conclusiones</b>	El uso indiscriminado del agua mayor a 5 litros / kilogramo de café pergamino seco durante el proceso de beneficio, como son beneficiadero convencional, Be 1, Be2 y Be 3, es un aspecto crítico y altamente contaminante, que permitió implementar los sistemas filtros en la finca el Jardín y la finca el Mirador del municipio de Planadas como alternativa de tecnología de manejo de aguas residuales contaminadas derivadas de subproductos del Café.
<b>Fuentes</b>	<p>Cárdenas, R., &amp; Ortiz, J. (2014). Manejo integrado del recurso agua, en el proceso de beneficio húmedo del café, para la asociación de productores de café especial “Acafeto”. Tesis. Universidad de Manizales. Colombia, Manizales.  <a href="http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1265/Cardenas_Garzon_Rodrigo_Cristobal_2014.pdf?sequence=1">http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1265/Cardenas_Garzon_Rodrigo_Cristobal_2014.pdf?sequence=1</a></p> <p>Puerta, Gloria. (2000). Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. Avance técnico 276, Cenicafé. Colombia, Caldas, Chinchiná: 1-8. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <a href="http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0276.pdf">http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0276.pdf</a></p> <p>Ramírez, C., Oliveros, C. &amp; Sanz, J. (2015). Manejo de lixiviados y aguas de lavado en el proceso de beneficio húmedo del café. Cenicafé, 66 (1): 46-60. 2015. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <a href="http://www.cenicafe.org/es/publications/5.Manejo.pdf">http://www.cenicafe.org/es/publications/5.Manejo.pdf</a></p>

<b>Autor del RAE-Fecha</b>	Jeison German Guilombo Silva- 27 de Octubre de 2017.
----------------------------	--

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b> .....	9
<b>OBJETIVOS</b> .....	11
<b>Objetivo general</b> .....	11
<b>Objetivos específicos</b> .....	11
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	12
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	14
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	18
<b>Generalidades de la caficultura en Colombia</b> .....	18
<b>Tipos de beneficio en la agroindustria del café</b> .....	18
Calidad de la bebida.....	21
Principales defectos en la calidad del grano .....	21
<b>Fermentación y lavado del café por vía humedad</b> .....	24
<b>Sistema modular de tratamiento anaerobio (SMTA)</b> .....	25
<b>Sellos de calidad y certificaciones para acceso a mercados especiales</b> .....	26
<b>METODOLOGIA</b> .....	28
<b>Ubicación geográfica</b> .....	29
<b>Caracterización socioeconómica de la zona de estudio</b> .....	29
<b>Materiales y Procedimiento</b> .....	30
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	38
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	42
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	43
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b> .....	44
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	46



## INTRODUCCION

La contaminación hídrica es una de las problemáticas con mayor frecuencia en el proceso de beneficio húmedo del café PBHC, este cuestionamiento se logró evidenciar en el municipio de Planadas a través de la aplicación de informes de la oficina de beneficio de la seccional municipal, con la información recolectada se identificó el impacto negativo que genera a un sinnúmero de ecosistemas naturales y a una población determinada, para corroborar esta información según la corporación autónoma del Tolima CORTOLIMA y las investigaciones realizadas por el Centro Nacional de investigación Cafetera CENICAFE y en caso particular por el servicio de Extensión, la utilización de agua en la actividad de postcosecha en beneficiaderos tradicionales del municipio de Planadas puede llegar a los 40 o 60 lt de agua por kilogramo de café pergamino seco (c.p.s),

Asimismo, la producción reportada para el año 2017 en el pronóstico de cosecha realizada por los extensionistas del comité de cafeteros reportados en el Sistema de Información Cafetera SICA, y la oficina de beneficio seccional, oscila en un total aproximado de 15 millones de kilos de café pergamino seco, equivalentes a la utilización de 15 litros de agua por kilogramo de c.p.s. Para el desarrollo de este trabajo se utilizara 2 fincas del municipio de Planadas, la primera, finca el Mirador de la vereda el Ruby con un área de 2.5 hectáreas y la producción igual a (42 cargas) 5.200 kilos de café pergamino seco, la segunda, finca el Jardín con un área de producción de 2 hectáreas igual a (38 cargas) 4.750 k.c.p.s. según la tipificación de Beneficiadero del departamento de beneficio, la utilización de agua utilizada para la finca el mirador oscila en 15 L / k.c.p.s para un total de 78.000 litros de agua utilizada, la segunda finca es de 5L/ kg c.p.s un consumo de 23750 litros de agua .

La actividad cafetera en su escala comercial permite observar el impacto económico para los productores de café, sin embargo, la alta productividad y los múltiples desperdicios de agua

residuales y la pulpa del café son impactos altamente negativos para la sostenibilidad de los recursos no renovables, tales como el agua y suelo. La instalación de dos sistemas filtro uno en cada finca, permitió la reducción de contaminación después de cosecha, especialmente las aguas lavadas y contaminadas del proceso de beneficio, de igual forma la réplica en las fincas aledañas como alternativa de mitigación, donde primero se promovió efectuar las buenas prácticas de beneficio y el acceso a certificaciones comerciales como son RAINFOREST ALLIANCE, UTZ, Verificación de C.A.F.E Practices y FAIRTRADE.

En el siguiente trabajo se fundamenta actividades de planeación y ejecución del sistema filtro, su ubicación, diseño y materiales necesarios para el establecimiento. La propuesta es tomada de avances técnicos de CENICAFE para la mitigación de la contaminación hídrica obtenida del proceso de beneficio húmedo; antes de cualquier decisión se tomó conciencia de la responsabilidad asumida con la población beneficiada; por ello es indispensable reconocer la producción, pico de cosecha anual, infraestructura actual del beneficiadero, así como el interés del beneficiado por innovar las inadecuadas práctica de beneficio, entre las cuales se encuentra: despulpar con agua, fermentar con agua y transporte de pulpa con agua, la ejecución de cada una ayuda a que cada vez el impacto negativo sobre afluentes sea notorio y trascendental para la salud del medio ambiente.

Finalmente se realizó la instalación y puesta en funcionamiento de los dos sistemas filtro, los cuales permite obtener efluentes que cumplan con lo dispuesto en la normativa ambiental vigente, los métodos que se emplearon para lograr el cumplimiento fueron la sensibilización, capacitación, difusión y acompañamiento constante a los productores.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Establecer dos sistemas filtro para tratamiento de aguas residuales del beneficio del café en el municipio de Planadas Tolima, promoviendo la producción sostenible, económica, social y ambiental.

### **Objetivos específicos**

- Reducir los niveles de contaminación de los efluentes producidos en el beneficio del café, mediante la retención de residuos orgánicos presentes en el lecho filtrante.
- Fortalecer el uso adecuado de la infraestructura productiva por medio de la instalación de un filtro de aguas mieles, con el fin de garantizar una disminución en la contaminación del agua.
- A través de charlas con el caficultor Promover la implementación de Buenas Prácticas de Beneficio (BPB),/ kilogramo de café pergamino seco (k.c.p.s)

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El beneficio convencional del café en Colombia es el proceso que tradicionalmente se ha utilizado para transformar la cereza en café pergamino seco, en esta cadena productiva se utiliza agua en las etapas de despulpado, fermentación y lavado, con un consumo global cercano a los 40 L de agua/kg de cps obtenido. (Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. 2013. p.115)

Asimismo, en estudios de (Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. 2013) citado por (Zambrano y Rodríguez, 2008) se encontró que la pulpa de café representa el 73,7% de la contaminación potencial de los subproductos del beneficio, paralelo a lo mencionado el mucilago fermentado del café participa con un 26,3% de contaminación, cuya fracción soluble representa el 80%. Estas aguas, aunque son biodegradables, poseen una alta acidez, concentraciones de materia orgánica alta, sólidos suspendidos conformados particularmente por pectina y protopectinas, demandas biológicas y químicas de oxígeno muy altas, del orden de 15.000 a 30000 ppm en las aguas mieles, y entre 60000 y 120000 ppm en los lixiviados generados en la mezcla pulpa-mucilago, lo que corresponde a poderes contaminantes entre 60 y 240 veces superiores a las aguas residuales domésticas. (p.115)

Por otro lado, el estudio de Zambrano F. D.A.; Rodríguez V., N. (2001). Citado por Ramírez, C; Oliveros, C & Sanz, J. (2015) asegura que el 72% de la carga contaminante generada por el proceso de beneficio húmedo del café (PBHC), correspondientes a un valor de DQO de 82.080  $\text{mg.kg}^{-1}$  de café cereza, se ocasiona al despulpar y transportar la pulpa con agua y el 28% restante de la contaminación corresponde a un valor de DQO 31.920  $\text{mg.kg}^{-1}$ , y es ocasionada por las mieles del lavado. El menor consumo de agua es fermentación natural, de 4,17  $\text{L.kg}^{-1}$  de

café pergamino seco, se obtiene lavando el café en el tanque con cuatro enjuagues, generando efluentes con un promedio de contaminación cercana a 26.500 ppm de DQO por kilogramo de cps. (p.47)

Lo anterior llevo al investigador a formular una propuesta que tuviera un impacto positivo en la remoción de la carga contaminante del agua residual del lavado del café a partir del proceso de beneficio convencional del café. La investigación realizada por Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. 2013. Expresa claramente el concepto de remoción de mucilago, considerándolo como una película gelatinosa constitutiva del café que queda expuesta cuando el fruto es despulpado, la cual está fuertemente adherida al endocarpio o pergamino, y se caracteriza por tener una fuerte capacidad de retención de agua. El mismo autor, reporto que los principales compuestos constituyentes del mucilago presentan valores promedio de 10,79% base seca, de sustancias pécticas (que le dan consistencia gelatinosa), azúcares totales de 79,74%, celulosa y cenizas que al estar en contacto con el agua ocurre la fermentación natural esta es la manera más sencilla y tradicional para degradar el mucilago, este al ser rico en azúcares y agua, es un medio propicio para que microorganismos, como levaduras, mohos y bacterias, realicen las transformaciones de estos compuestos, generando sustancias como alcoholes y ácidos orgánicos que son solubles en el agua.

## JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la normativa vigente para el tratamiento de aguas mieles obtenidas luego del lavado del café, exige a toda persona natural o jurídica el cumplimiento de una tasa retributiva por el uso del agua como receptor de los vertimientos puntuales a corrientes de agua sin un previo análisis fisicoquímico y tratamiento remediador al efluente afectado.

La primera norma que respalda el uso y la calidad del agua es el Decreto 1594 de 1984 en su Artículo 73 afirma:

Todo vertimiento a un alcantarillado publico deberá cumplir, por lo menos, con los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, solidos suspendidos entre otros, esta noma fue propuesta por la entidad encargada del manejo y administración del recurso EMAR que haga sus veces en cada región. (p.20)

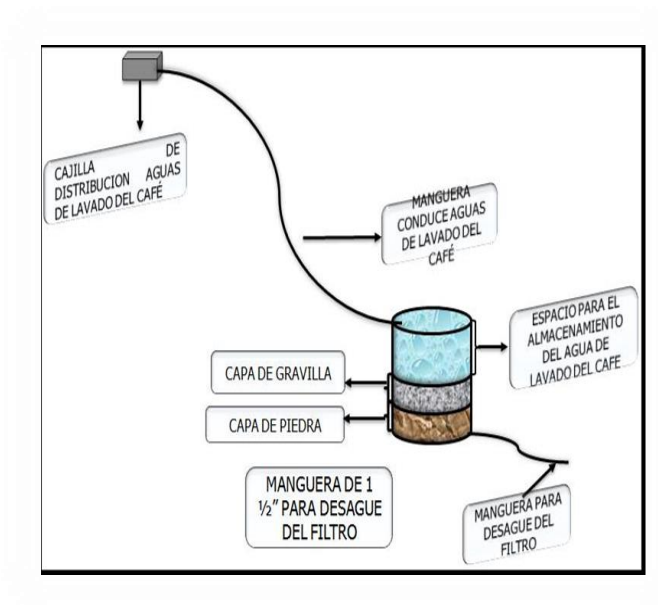
Asimismo la resolución 0631 de 2015 propuesta por el ministerio del medio ambiente entorno a los parámetros y límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales; el cumplimiento de esta legislación exige dar seguimiento a los parámetros fisicoquímicos del agua posterior a la ejecución de una actividad económica entre estas la agroindustria del café con subproductos tales como el mucilago y la pulpa que son una limitante y a su vez una amenaza para diversos organismos vivos, debido al inicio de la descomposición, la materia orgánica requiere grandes cantidades de oxígeno para generar energía en el entorno, el proceso biológico ocurre por reacciones bioquímicas presentes en el cuerpo hídrico; el principal, la oxidación genera alcoholes y lípidos que inactivan parte del metabolismo microbiano, momento en el cual el proceso respiratorio se reduce para algunos microorganismos pero se activa para otros patógenos, lo cual no es provechoso en el lecho, ya que cada vez el oxígeno disuelto requerido para sobrevivir la carga orgánica es limitado, de esta manera el hábitat se vuelve toxico y restrictivo para algunos tipos de microorganismos.

Para corroborar lo anterior una investigación realizada por Rodríguez, N & et al (2015) comprobó que las aguas residuales que se producen durante el proceso de beneficio húmedo del fruto del café son biodegradables, pero poseen características fisicoquímicas particularmente agresivas con el medio ambiente: pH bajo, acidez alta y concentraciones de materia orgánica altas, que corresponden a poderes contaminantes entre 60 y 240 veces superiores a las aguas residuales domésticas. (30)

Como resolución a esta problemática, renombrando que para la transformación de 1 k.c.p.s puede utilizar de 5 a 60 litros de agua, Cenicafé desde hace dos décadas dio a conocer a la población cafetera los primeros diseños de sistemas modulares para tratamiento anaeróbico (SMTA), los cuales según permiten el tratamiento del mucilago fermentado, que corresponde al 26% de la contaminación total que generan los subproductos, y que está presente en las aguas residuales del lavado, con un aporte de 24g de DQO/kg de café cereza, y una concentración entre 25000 y 30000mg/l, cuando se utilizan en el lavado cantidades de agua entre 4 y 5 l/kg de cps. (p.31)

Teniendo en cuenta estos estudios es preponderante que la implementación de tecnologías ecológicas como el despulpe sin agua, la fermentación natural a través de un tanque tina, y el lavado del café mediante cuatro enjuagues, así como el establecimiento de un filtro primario o recámara de filtrado, corresponden a un sistema integral y lo más importante es que presta el beneficio a nivel social, ambiental y económico, así que lo recomendado es implementarse en otras zonas productivas donde ni los recursos económicos, sociales y ambientales se conviertan en un límite, sino una alternativa sostenible para la caficultura colombiana, pues no solo las producciones se intensifican, sino que no hay un control sobre las recolecciones y el manejo del

grano en el beneficiadero, pues al no haber una clasificación preventiva del grano, un despulpe con agua, una fermentación no óptima entre 12 y 16 horas aproximadas para remoción de un 97% de mucilago y un punto de lavado inadecuado, así como de la descarga de puntual o a campo abierto es necesario la instalación de un filtro primario para remoción de carga contaminante >80% de DQO y DBO.



**Fig.1.** Diseño del sistema filtro  
Fuente: Fedecafé-Tolima

Con la puesta en marcha de estas tecnologías en el manejo de aguas residuales el sistema



productivo del café se puede tener un mejor acceso a mercados especializados, tales como obtener un sello de calidad como Rainforest Alliance; un estudio realizado por Cenicafé, encontró que caficultores con este sello tenían un mejor conocimiento sobre la biodiversidad y la conservación y una mayor disponibilidad para actuar en su finca, siempre y cuando las certificaciones sean monitoreadas, evaluadas y que realmente generen garantías sobre las inversiones. Por lo que se pretende es aunar esfuerzos y abrir mercados tales como certificaciones verdes donde se crea una conexión entre aquellos consumidores dispuestos a pagar más por un café amigable con la biodiversidad y los caficultores que promueven la sostenibilidad ambiental en su finca y su región. (Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. 2013, p. 149).

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### **Generalidades de la caficultura en Colombia**

La caficultura es un componente fundamental en la estructura económica y social del país. Esta genera más de un millón de empleos directos e indirectos, involucrando 563.000 familias de productores y es determinante en la vida rural y en el desarrollo económico de 590 municipios. Siendo una actividad de pequeños productores, donde el 73,7% de las fincas tiene un tamaño que varía entre 0,1 y 5,0 ha, representa el 36% del empleo agrícola, genera el 1,6% del PIB nacional, y el 12,5% del PIB agrícola nacional con una alta dependencia regional. En siete departamentos el café representa más del 35% del PIB agrícola (Conpes, 2006). Estas cifras hacen que el café sea uno de los productos principales de la economía agrícola colombiana, a pesar de las bajas producciones registradas en los últimos años. (Cárdenas, R., & Ortiz, J. (2014). p.11)

### **Tipos de beneficio en la agroindustria del café**

Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. (2013). Afirma que el proceso de beneficio de café consiste en un conjunto de operaciones para transformar los frutos de café, en café pergamino de alta calidad física y en taza, el cual, por su estabilidad en un amplio rango de condiciones ambientales, es el estado en el cual se comercializa internamente este producto en Colombia. Este proceso lo realizan los caficultores, en su gran mayoría, en las instalaciones que tienen en sus fincas, a las que denominan beneficiaderos, y donde realizan básicamente el recibido, despulpado, remoción de mucilago, lavado, diversas clasificaciones y secado. (p.9)

Por otra parte, Puerta, (2000). Sugiere que en el mundo existen principalmente dos métodos de beneficio: el primero por vía húmeda y el segundo por vía seca. En Colombia, Costa Rica,

Guatemala, México, el salvador y algunos países del centro del África como Kenia, se beneficia el café tradicionalmente por vía humedad. El beneficio seco (secado de café cereza) se realiza en Brasil y en la mayoría de los países del África. Colombia ha llevado al país a expandir en zonas productivas , cafés con características más suaves en la bebida, al comparar los obtenidos por vía seca estos presentan cuerpo y amargo más espesos y más fuertes. El café colombiano se cataloga como suave lavado, debido a las variedades de café arábica cultivadas y el proceso de beneficio por vía húmeda. El proceso por vía húmeda comprende las siguientes etapas: recolección de café cereza, despulpado, remoción de mucilago, lavado y secado, hasta obtener el café pergamino seco que luego se trilla para producir café almendra para exportación. (p.3).

**Tabla 1.** Tipos de beneficiadero

TIPO DE BENEFICIADERO	TIPO	Contaminación	
		Kg/@	%
CONVENCIONAL  Tolva húmeda. Pulpa, agua de despulpado, lavado en la fuente. 40 l de agua / Kg. cps	DBO5	3.6	100
	SST	3.5	100
BE1  Tolva Húmeda. Despulpado y lavado con agua. Pulpa en fosa. Aguas y lavado a la fuente. 40 l de agua / Kg. Cps	DBO5	2.5	71.0
	SST	1.2	35.2
BE2	DBO5	1.1	31.2

Tolva seca. Despulpado y pulpa en fosa sin agua. Mucílago y agua de fuente. 15 l de agua / Kg. Cps	SST	0.3	10.0
BE3 Tolva seca. Despulpado sin agua. Lavado en tanque. Pulpa en fosa. Mucílago y agua de lavado a la Fuente. 5 l de agua / Kg. CPS	DBO5	0.9	26.3
	SST	0.2	6.0
BE4	DBO5	0.5	15.0
Tolva seca. Despulpado sin agua. Lavado en tanque. Pulpa en fosa. Primer enjuague para regar la pulpa. 5l de agua / Kg. cps	SST	0.0	3.4
BE5 BECOLSUB. Tolva seca. Despulpado sin agua. Desmucilagador – Lavador. Mezcla de mucílago y pulpa con tornillo y transporte a Fosa. Lixiviados a la fuente. 1 l de agua / Kg cps	DBO5	0.3	8.0
	SST	0.0	1.1
BE6 BECOLSUB. Tolva seca. Despulpado sin agua. Desmucilagador – Lavador. Mezcla de Mucílago y pulpa con tornillo y transporte a fosa. Lixiviados a lombricultivo. 1 l de agua / Kg cps	DBO5	0.0	0.0
	SST	0.0	0.0



**Fig. 1.** *Beneficiadero tradicional*  
Fuente: El Autor



**Fig. 2** *Beneficiadero ecológico*  
Fuente: El Autor

## Calidad de la bebida

Puerta. (2000). Expresa en su investigación lo siguiente respecto al beneficio del café:

Para alcanzar acreditación en la calidad del grano, es indispensable conocer las características organolépticas o sensoriales del café, estas son la acidez, el amargo, el cuerpo, el aroma y el sabor del café, percibidos por el consumidor al probar la bebida de café. La calidad sensorial del café indica no solo la calidad comercial final del grano, sino que también permite establecer las condiciones de proceso en el beneficio y los cuidados brindados al café, desde el cultivo hasta la obtención de la bebida. (p.1)

## Principales defectos en la calidad del grano

Puerta. (2000). También menciona los defectos más importantes del café ocurren durante el fermento en cualquiera de sus grados: agrio, fruta, cebolla, rancio, stinker (nauseabundo), se

origina por las malas prácticas durante las etapas del beneficio, como:

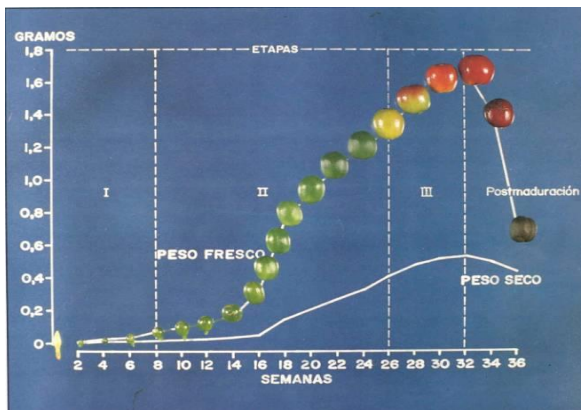
- La sobrefermentación, al dejar el café despulpado más de 18 horas en el tanque o debido las mezclas de café de diferentes días de cosecha en el tanque
- Separación incompleta del mucilago en la fermentación o en el desmucilaginado mecánico.
- El uso de agua recirculada para el lavado

Finalmente, los consumidores de café buscan un producto de buena calidad, seguro para la salud y que, además, en su proceso de producción no se cause impacto negativo al medio ambiente.

A continuación, se da a conocer cada una de las etapas de beneficio tradicional en las dos fincas cafeteras del municipio de Planadas, Tolima.



**Fig.3.** Maduración del grano  
Autor: CENICAFE



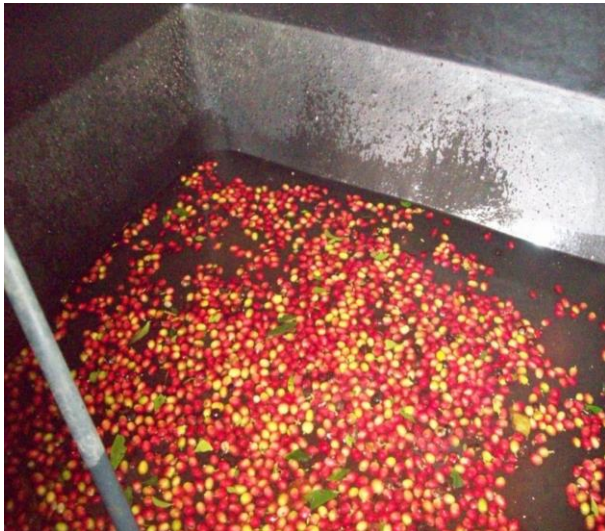
- Punto óptimo de recolección Fruto Maduro (217 D.D.F) óptima calidad.
- verdes (203 D.D.F)
- Píntones (210 D.D.F)
- Sobremaduro (224 D.D.F)
- Secos (231 D.D.F) presentan problemas en

- Como valor máximo permisible 2.5% de frutos inmaduros.
- Mantener un porcentaje de frutos sobremaduros por debajo al 8% y de frutos secos cercanos al 0%.
- Establecer estrategias de capacitación y competencia sobre el tema a productores,

**Fig. 4.** Curva de recolección  
Autor: Cenicafé



**Fig.5.** Recibo de café cereza  
Autor: Cenicafé



**Fig.6.** Clasificación de café cereza  
Autor: Cenicafé



**Fig.7.** Clasificación de café cereza  
Autor: Cenicafé

- Revise la calidad del café cereza recibido
- Lleve registros (frutos perforados por broca, verdes, secos, aspecto del café recibido, procedencia, lote, finca, transporte, hora de recibido).
- Verifique la limpieza de la tolva de recibo.
- Clasifique el café cereza separe y elimine pie





**Fig. 8.** Despulpadora de cilindro horizontal- Jotagallo  
 Autor: Cenicafé

- En esta operación el requisito indispensable es que el fruto tenga mucílago (fruto maduro)
- Despulpar el mismo día y sin agua.
- Transportar la pulpa a los procesadores (fosa) sin agua.
- Despulpar café por clasificación.
- Mantener las despulpadoras en buen estado de mantenimiento calibración y limpieza.

Hasta hace unas décadas, se pensaba que las despulpadoras trabajaban mejor con agua, con el objetivo de reducir el consumo y contaminación de agua en la industria cafetera, Álvarez (1991) inicio la investigación, conduciéndola a los valores mínimos requeridos en el despulpado con máquinas de cilindro horizontal, “encontrando que el proceso sin agua no alteraban las características físicas del fruto, ni presentaban mayor diferencia a despulpar con agua, de igual forma la potencia de la maquina era igual.

Este resultado permitió concluir que el fruto de café maduro tiene el agua suficiente para llevar a cabo el despulpado en máquinas de cilindro horizontal sin requerir agua adicional (despulpado en seco). Con estos datos, Zambrano et al. (1999) Citado por Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. (2013) determinaron que el uso de agua para el despulpado de café, el transporte de la pulpa hasta las fosas y el transporte del café despulpado contribuye con 82,9 g de DQO/kg de café cereza, el cual es equivalente al 72% de la contaminación potencial del agua por beneficio húmedo. (p.21)

### **Fermentación y lavado del café por vía humedad**

La fermentación Natural es la más utilizada por los caficultores para degradar el mucilago del



café, el mucilago rico en azúcares y agua, es un medio propicio para que microorganismos como levaduras, mohos y bacterias realicen la transformación de estos compuestos en alcoholes y ácidos orgánicos que son solubles y pueden ser removidas con el agua, facilitando el lavado.

(Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. 2013., p.24)



**Fig.9.** Tanque tina y paleta para el lavado  
Autor: Cenicafé



**Fig.10.** Canal de correteo y agitación manual  
Autor: Cenicafé

### **Sistema modular de tratamiento anaerobio (SMTA)**

Según Zambrano y Zuluaga, 1993 citado por Rodríguez, N. (s.f). Afirma lo siguiente:

Es el prototipo propuesto por Cenicafé como tratamiento de aguas residuales del lavado del café, cuyo aporte contaminante corresponde al 28% de la contaminación que genera la pulpa y el mucilago en el proceso de beneficio húmedo. Asimismo, asegura que estos dispositivos funcionan contiguos a los beneficiaderos cuyo consumo de agua es menor a 5L/kg cps, en los cuales se han adoptado el despulpado y transporte de pulpa en seco (Álvarez, 1991) y el lavado del café en los tanques de fermentación tradicional adaptados a tanques tina (Zambrano e Isaza, 1994), utilizando para ello cuatro enjuagues de la masa, lo que permite tener dicho consumo y alcanzar concentraciones de DQO en los residuos cercanas a 27400 ppm. En los SMTA se

necesita neutralizar las aguas residuales y balancear químicamente el lodo que contiene microorganismos solo durante el arranque, después de esto todo el proceso de descontaminación lo efectúan estos microorganismos. (p.4)

Los SMATA han presentado una remoción media de la contaminación, expresada como DQO, del 90%, la cual es superior a la exigida por la legislación colombiana en el decreto 1594 de 1984 sobre vertimiento de residuos líquidos y similar en términos de  $DBO_5$ .

Por otro lado el manejo de la pulpa también ha sido comprobado a través de trabajos aplicados donde las investigaciones más recientes realizadas por Cenicafé y diversos autores han permitido la utilización de la lombriz roja *Eisenia foetida Savigny* para facilitar el manejo de la pulpa de café en su transformación en abono orgánico, con muy buenos resultados en cuanto a la reducción en el tiempo de proceso (comparado con las prácticas tradicionales de compostaje), el incremento en la biomasa de la lombriz y la calidad del lombricompuesto (Dávila y Ramírez, 1996), el cual por sus características fisicoquímicas es un excelente acondicionador de suelos y debido a su gran riqueza microbiológica un buen abono orgánico.

### **Sellos de calidad y certificaciones para acceso a mercados especiales**

La producción de café ha limitado la seguridad de su población, la costumbre de producir sin tener en cuenta la sostenibilidad ambiental, social, y productiva, la conservación de los recursos no renovables como el agua, suelo, y las cadenas de especies en las fincas productoras del grano. La exportación del café producido en Colombia oscila en un 90% aproximadamente, la exportación debe de contener características físico químicas adecuadas para ser comercializado en los países consumidores, humedad, factor de rendimiento, fragancia, taza entre otros atributos definidos por expo café, o clientes consumidores finales.

Sin embargo, junto a cualidades y características físicas y químicas, las producciones en las

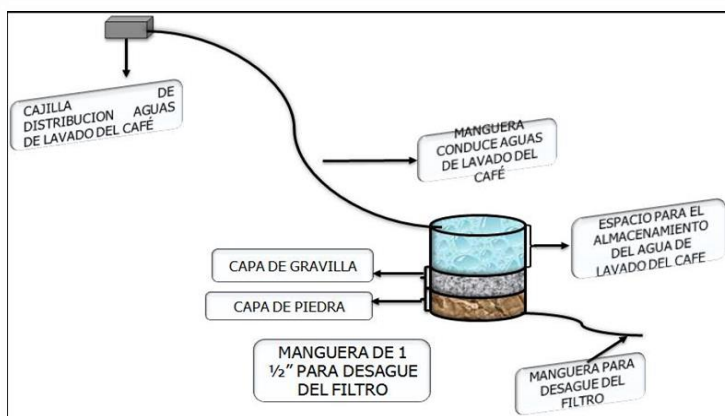
fincas deben estar bajo parámetros de certificación, bien puede ser ambiental, social, orgánica o todas las anteriores,

En general las certificaciones se pueden dividir en 5 grupos de verificación de estricto cumplimiento,

1. sistema de gestión social: equivalente a carpetas y registros de trazabilidad de la finca, registros de producción y planes de acción de mejoras proyecciones.
2. Protección de la fauna, flora y vida silvestre: inventario de especies nativas de la finca, verificación de protección de áreas de conservación, zonas de amortiguamiento, aseguramiento y protección de la vida silvestre,
3. Protección de recursos hídricos; todas las aguas utilizadas en la transformación y producción de café o producción agrícola debe tener un sistema de tratamiento, se prohíbe las descargas puntuales o sobre cuerpos de agua y nacimientos
4. Salud y seguridad social: todas las fincas deben tener un plan social y de seguridad de sus empleados y familia, la protección laboral, horarios de trabajo legislación colombiana, uso de eficiente herramienta de protección, manejo de desechos basuras en las empresas cafeteras  
Manejo adecuado productivo: incorporar análisis de suelo en la actividad productiva y protección del suelo, manejo adecuado por recomendación técnica actividades de prevención y control de plagas y enfermedades, manejo adecuado del suelo como salud y sostenibilidad de producción.

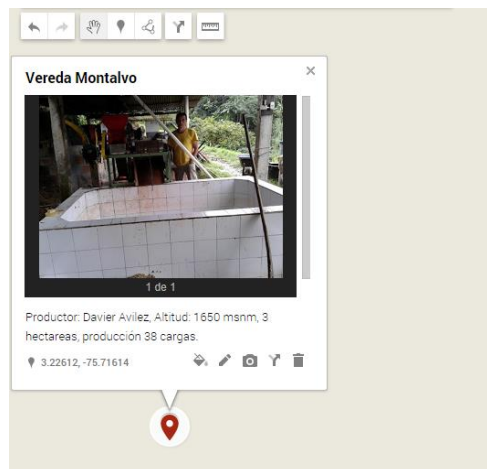
## METODOLOGIA

La siguiente propuesta se inició con base en estudios del Centro Nacional de investigación del café en Colombia, CENICAFE, donde pretende seguir una tecnología sostenible en el beneficio húmedo del café, aunque las primeras instalaciones de tratamientos de aguas residuales se hicieron dos décadas atrás, aún continúan promoviendo las instalaciones de los SMTA a caficultores con el interés de mitigar la contaminación en las zonas productivas de Colombia, la tecnología aporta un beneficio a la sociedad y mejora la calidad de vida de los productores así como del entorno de diversos agroecosistemas y recursos no renovables, como el agua y suelo. Como futuro profesional del campo colombiano y en especial por pertenecer a una familia caficultora del municipio de Planadas, se procedió a realizar en primera instancia una caracterización socioeconómica, basado a los datos del comité de cafeteros del Municipio donde se determinó que la implementación alternativa de un filtros primarios en sus fincas, es una alternativa mas económica y de fácil alcance para la remoción y disminución de la carga contaminada de lixiviados del lavado del café en cada uno de los beneficiaderos convencionales a trabajar:

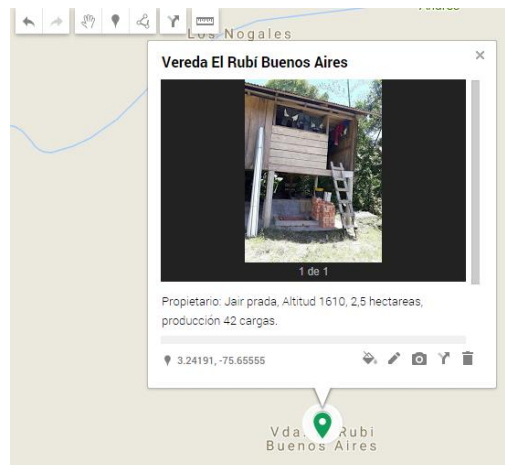


**Fig.11.** *Diseño del sistema filtro*  
Fuente: Fedecafé-Tolima

## Ubicación geográfica



**Fig. 12.** Ubicación de la Finca El Mirador  
Autor: Google maps



**Fig. 13.** Ubicación de la Finca El Jardín  
Autor: Google maps

## Caracterización socioeconómica de la zona de estudio

Las fincas pilotos donde se desarrolló el proyecto están localizadas en el municipio de Planadas, Tolima, en la vereda el rubí buenos aires está localizada la primera finca, está localizada a 18 kilómetros del casco urbano de Planadas, el caficultor beneficiario es el señor Jair Prada, la finca se denomina el Jardín, tiene una altitud de 1610 m.s.n.m, con un área productiva de 2.5 hectáreas y una densidad de siembra de 4500 plantas por hectárea, variedad principal Castillo regional, su producción según sus registros de recolección de cosecha y registro de venta de café a la exportadora ECOM fueron de 42 cargas de café equivalentes a 5200 kilos de café pergamino seco comercializados en la cosecha del primer semestre de 2017, tiene un Beneficiadero BE2 Tolve seca en madera. Despulpado y pulpa en fosa sin agua. Mucílago y agua de lavado a fuente o campo abierto. 15 litros de agua / Kg. cps, utiliza 3 lavadas para remover el mucilago de la almendra en una duración de 15 horas. Equivalentes a 78.000 L de agua utilizada en su producción.

La Segunda finca evaluada es propiedad del señor Davier Avilez, está ubicada en la vereda Montalvo municipio de Planadas, Tolima; el tipo de Beneficiadero es el BE3

Compuesto por Tolva seca. Despulpado sin agua. Lavado en tanque. Pulpa en fosa. Mucílago y agua de lavado a la Fuente. 5 litros de agua / Kg. Cps. La finca el Mirador tiene una altitud de 1650 m.s.n.m, un área de 3 hectáreas establecidas en café castillo regional, de las cuales 2 hectáreas son productivas y la remanente se encuentra en crecimiento, según el reporte de la compradora de café ECOM, el registro de cosecha y registro de ventas de café fue de 38 cargas equivalentes a 4750 kilos de café pergamino seco c.p.s, equivalentes a un consumo de agua de 23750 L agua

### **Materiales y Procedimiento**

<b>Materiales para un sistema filtro como tratamiento de aguas residuales</b>			
<b>Detalles</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio /u</b>	<b>precio total</b>
<b>Metros de tubería polietileno</b>	<b>20</b>	<b>3750</b>	<b>75000</b>
<b>Llave de paso de 2 pulgadas</b>	<b>2</b>	<b>19000</b>	<b>38000</b>
<b>Tanques de 500 lt</b>	<b>1</b>	<b>240000</b>	<b>240000</b>
<b>Te de 2 pulgadas</b>	<b>1</b>	<b>3000</b>	<b>3000</b>
<b>Adaptadores hembras de 2 pulgadas</b>	<b>2</b>	<b>5000</b>	<b>10000</b>
<b>Adaptadores machos de 2 pulgadas</b>	<b>2</b>	<b>5000</b>	<b>10000</b>
<b>Metro malla marquesina</b>	<b>3</b>	<b>5500</b>	<b>16500</b>
<b>Metros cúbicos de gravilla</b>	<b>0.2</b>	<b>20000</b>	<b>20000</b>
<b>Metros cúbicos de arena</b>	<b>0.2</b>	<b>20000</b>	<b>20000</b>
<b>Carbón en kg</b>	<b>5</b>	<b>10000</b>	<b>50000</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>2</b>	<b>250.000</b>	<b>500000</b>
<b>gastos imprevistos</b>	<b>1</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

<b>Total.</b>			<b>1082500</b>
---------------	--	--	----------------

## Instalación de sistema Filtro finca Jair Prada vereda el Rubí Municipio de Planadas

El primer paso requerido para la instalación del filtro es definir el sitio y sistema de beneficio actual del caficultor, se proyecta una caneca de 100 litros y 500 litros



Caneca de 1000 litros opcional, como sistema de tratamiento de agua residual para la primera lavada del café.

**Fig.14.** Caneca polietileno  
Fuente: El autor

Segundo paso: perforación de caneca y acople filtro primario



Perforación de entrada de tubería 2 pulgadas

**Fig.15.** Perforación entrada y salida tubería  
Fuente: El autor





**Fig.16.17.** Apertura diámetro caneca en PVC  
Fuente: El Autor

Cuarto paso: Conducción de aguas residuales de la cajilla o tanques fermentadores por gravedad al sistema filtro o zona barbecho; llave de paso para la segunda y tercera lavada del café; conducción a caneca filtro primer lavada del café



Conducción de aguas residuales de la cajilla o tanques fermentadores por gravedad al sistema filtro o zona barbecho

Llave de paso para la segunda y tercera lavada del café

**Fig. 18.** conducción de tanques a filtro  
Fuente: El Autor



Tuvo de 2" de pvc proveniente de los tanques de fermentación o cajilla de recibo.

Llave y tuvo conducción de la segunda y tercera lavada del café a zona de barbecho.

Descargue de la primera lavada del café a sistema filtro

**Fig. 19. tubería instalada por gravedad a filtro**  
Fuente: El Autor



Caneca filtro instalada en el sitio de montaje.

**Fig. 20. tubería instalada por gravedad a filtro**  
Fuente: El Autor



Caficultores de la vereda el Rubí Municipio de Planadas, propietario Jair Prada

Caficultor vecino, acompañado la instalación del sistema filtro

*Fig. 20. tubería instalada por Propietario, a la izquierda  
Fuente: El Autor*

Quinto paso: colocar rejilla para evitar taponamiento del agua residual, e inicio de llenado de material filtrante y retenedor de Materia orgánica, 20 cm por capa filtrante.



Primera capa de piedra de 150 - 200 gramos.

Rejilla de salida agua residual filtrada

*Fig. 21. caneca vacía en proceso de llenado de Material filtrante piedra, gravilla y carbón activado  
Fuente: El Autor*





25 cm de primera capa de piedra. Sobre la base salida rejilla, Fig.21.

*Fig. 22. llenado de la primera capa de Piedra  
Fuente. El Autor*



Segunda capa de gravilla, 20 cm , malla de marquesina fina separación de la primera capa de piedra, Fig 22.

*Fig. 23. llenado de gravilla segunda  
Fuente: el Autor*

**Establecimiento de sistema filtro finca de Davier Avilés, Municipio de Planadas, vereda Montalvo**



Panorama Sistema filtro completo finca de Davier Avilés,

Caneca de 500 litros, llave de paso para el primer lavado sistema filtro

Caneca azul de 20 litros como Trapa pulpa y aspersión de la primera lavada al sistema

*Fig., 24. Vereda Montalvo. Productor; Davier Avilés  
Fuente: El Autor*



*Fig. 25.26. Entrega del dispositivo instalado al productor  
Fuente: El Autor*

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD Establecimiento de dos sistemas filtro para tratamiento de aguas mieles como subproducto del beneficio del café en el municipio de Planadas, Tolima. Decreto 1594 de 1984 y 0631 de 2015 (uso y calidad del agua)							
FASE	OBJETIVO ESTRATEGICO	OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	RESPONSABLE	PRODUCTO	FECHA	
						Inicio	Fin.
<b>PLANEACIÓN</b>	Identificar las condiciones agroecológicas óptimas para establecimiento del sistema filtro	Realizar una caracterización a la zona de estudio	Visitar las dos fincas seleccionadas y diligenciar la ficha de caracterización socioeconómica de la zona de estudio	Yeison German Guilombo	Conocer el manejo del agua en el proceso de beneficio aplicado en la finca, así como diligenciamiento de la ficha de caracterización	13 de Marzo 2017	30 de marzo de 2017
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Instalar y capacitar a la población beneficiada en la capacitación de buenas prácticas de beneficio, así como de la instalación del sistema filtro	A través de convocatorias personalizadas citar a las fincas beneficiadas para socializar el proyecto	Socializar el proyecto, a través de charlas pedagógicas para crear una conversación asertiva	Yeison German Guilombo	Comunidad capacitada, acta de registro fotográfico, listado de asistencia, difusión de la información técnica teórica.	03 de Abril de 2017	27 de Abril de 2017
			Capacitar a la comunidad en buenas prácticas de beneficio para cooperar al consumo de agua utilizado para el beneficio del café.	Yeison German Guilombo	Población capacitada en buenas prácticas de beneficio	28 de Abril de 2017	12 de Mayo de 2017

<b>EJECUCIÓN</b>	<b>Evaluación y entrega final de la tecnología a la comunidad</b>	desarrollar el informe final del proyecto de acuerdo a los resultados que arroje el comportamiento del filtro	Difundir el sistema de tratamiento de aguas mieles en otras poblaciones de la región para reducir el impacto ambiental, económico y social.	Jeison German Guilombo	Entrega del informe final del proyecto aplicado	<b>13 de Mayo de 2017</b>	<b>20 de Mayo de 2017</b>
------------------	---	---	---	------------------------	---	---------------------------	---------------------------

## RESULTADOS Y DISCUSION

El filtro primario como tratamiento de aguas residuales pretende seguir el prototipo de operatividad de un SMTA, debido a que es más económico y de más fácil manejo. Con los anteriores modelos el costo de tratamiento era mayor pues había que instalar reactores acidogénicos, una recámara de dosificación y un reactor metanogénico, en los cuales se contempló el uso de cal y orina humana o animal, para neutralizar el pH y ajustar el nitrógeno en las aguas residuales de lavado, a falta de NaOH y urea utilizados convencionalmente, además de ajustarse a los requisitos en certificación orgánica del café producido.

Según fuente de la oficina de Beneficio del departamento del Tolima el sistema filtro primario es la alternativa para la gran mayoría de productores que generan la disposición de residuos sólidos y residuos líquido contaminantes como el lixiviado del café a campo abierto o afluentes hídricos, el filtro primario permite disminuir el impacto de contaminación al 80 %, como resultado de disposición final de la primer lavada al lecho filtrante y la segunda y tercera lavada conducirla directamente a zona en guadua, bore o rastrojo de forma consecutiva y no puntual.





*Fig 27. Enjuague o lavadas del café*  
*Fuente: Oficina de Beneficio Dprt Tolma*

En la finca el Jardín que utilizaba 15 litros de agua por kilogramo de café pergamino seco con, el acompañamiento técnico, las charlas en buenas prácticas de beneficio como recolectar y seleccionar el café a despulpar , despulpar sin agua, fermentar sin agua , utilizar la cantidad de 5 cm de agua por encima de la masa de café a lavar, y la instalación del filtro como tratamiento de aguas residuales se espera en la próxima cosecha del 2018 reducir su consumo de aguade 15 L / k.c.p,s a utilizar 5 litros de agua por K.C.P.S

EL cambio cultural y la apertura al conocimiento en buenas prácticas de beneficio en la finca el Mirador del municipio de Planadas es resultado del compromiso socio- económico y ambiental que se debe generar en el campo cafetero y agrícola de nuestros productores, la reducción de 5 litros de agua / k.c.p.s a el consumo de 1 litro y el manejo de la pulpa como lombricultivo no es lejos de llegar,

Por otra parte, la medición de la demanda biológica de oxígeno y los sólidos suspendidos totales para el sistema filtro se encuentran bajo estudio por parte de la oficina de Beneficio del Departamento del Tolima,

La instalación del sistema filtro es una tecnología práctica y eficiente lo cual motivo a la oficina de beneficio del comité de cafeteros a instalar 500 sistemas filtros en 500 familias cafeteras proyectadas a certificaciones comercio Justo y RFA (Rainfores Alliance ),

Proyecto encadenamiento de la productividad socio organizacional comité de cafeteros y ARD  
USAID 2016

## CONCLUSIONES

El uso indiscriminado del agua mayor a 5 litros / kilogramo de café pergamino seco durante el proceso de beneficio, como son Beneficiadero convencional, Be 1, Be2 y Be 3, es un aspecto crítico y altamente contaminante, que permitió implementar los sistemas filtros en la finca el Jardín y la finca el Mirador del municipio de Planadas como alternativa de tecnología de manejo de aguas residuales contaminadas derivadas de subproductos del Café.

Con el aporte de tecnologías de Beneficiadero ecológico (filtro primario) se reduce a un 80 % la disposición de residuos contaminantes como el lixiviado del café a campo libre o a fuentes hídricas

Con la implementación del tratamiento de aguas residuales del café, filtro primario avanza la finca en nuevos mercados de sostenibilidad cumpliendo con la norma o criterio crítico de estricto cumplimiento, manejo de aguas residuales del café, y prohibición de descargar puntuales o directas a campo libre y a fuentes hídricas se puede reducir el uso de 15-60 litros de agua a 5 litros de agua /k.c.p.s utilizada en la transformación del grano cereza a café seco mediante prácticas adecuadas en el beneficio y adopción de tecnología como la implementación de fosa con techo y sistema filtro primario.

El caficultor de la región mantuvo una comunicación asertiva respecto a la implementación de este sistema filtro en sus fincas, no solo por el valor de la enseñanza, sino por el beneficio económico ambiental que pueden generar para la sostenibilidad de su empresa cafetera.

## RECOMENDACIONES

- Para futuros trabajos enlazar con la oficina de beneficio del comité de cafeteros para patentar y proceder a una investigación más detallada y técnica de la implementación de sistemas filtro primario en la reducción (DBO,DQO-SST) con el fin de ser avalada por el Centro Nacional de Investigación, de igual forma se recomienda iniciar la investigación tres semestres antes para comparar estadísticamente el uso y efecto de la adopción de las buenas prácticas de beneficio y la implementación de sistemas filtros como tratamiento de aguas residuales del café .
- Utilizar 5cm cúbicos de agua sobre la masa del café a lavar en los tanques de fermentación, permitiendo el buen funcionamiento del sistema y evitando mayor contaminación por lavado del café
- La utilización de mayor cantidad de agua por cm cubico de la masa de café a lavar, rebosaría el sistema filtro instalado,
- Cerrar llave que va a la zona de barbecho permitiendo el desplazamiento del subproducto a la caneca filtro,
- Cerrar la llave que va al sistema filtro, abrir segunda llave para la segunda y tercera lavada las cuales después de haber pasado por el lecho, reduce el contenido de materia orgánica disuelta
- La disposición final del residuo contaminante dirigirlo a zona de barbecho (guadua, bore o rastrojo) como descarga consecutiva y no directa

## REGISTRO FOTOGRAFICO



**Fig.22.** Despulpadora de cilindro horizontal

Fuente: El Autor



**Fig.23.** Beneficiadero BE3

Fuente: El Autor



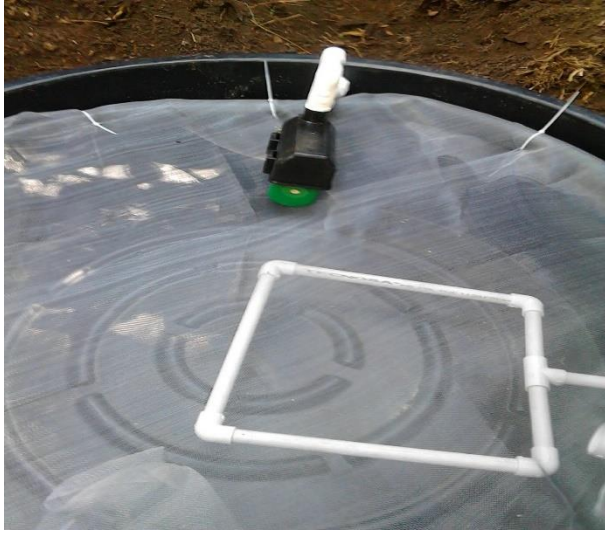
**Fig.24.** Fosa techa y manejo de pulpa

Fuente: El Autor



**Fig.25.** Zona de estudio Finca El Mirador

Fuente: El Autor.



**Fig. 28.** Flotador y aro con malla

Fuente: El Autor



**Fig. 29.** Filtro de salida de la recámara

Fuente: El Autor

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cárdenas, R., & Ortiz, J. (2014). Manejo integrado del recurso agua, en el proceso de beneficio húmedo del café, para la asociación de productores de café especial “Acafeto”. Tesis. Universidad de Manizales. Colombia, Manizales.  
[http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1265/Cardenas\\_Garzon\\_Rodrigo\\_Cristobal\\_2014.pdf?sequence=1](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1265/Cardenas_Garzon_Rodrigo_Cristobal_2014.pdf?sequence=1)
- IDEAM (1984). Decreto 1594 de 1984; Artículo 73. Usos del agua y residuos líquidos: 1-52. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de [http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec\\_1594\\_1984.pdf/aacbcd5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f](http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/Dec_1594_1984.pdf/aacbcd5d-fed8-4273-9db7-221d291b657f)
- Minambiente (2015). Resolución 0631 de 2015. Capítulo VI. Artículo 9. Parámetros fisicoquímicos y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631\\_marz\\_2015.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf)
- Puerta, Gloria. (2000). Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. Avance técnico 276, Cenicafé. Colombia, Caldas, Chinchiná: 1-8. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0276.pdf>
- Rodriguez, N., Sanz, J., Oliveros, C., & Ramírez, C. (2015). Beneficio del café en Colombia: 1-37. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <http://www.cenicafe.org/es/publications/Beneficio-del-cafe-en-Colombia.pdf>
- Rainforest Alliance. (2005). Norma para agricultura sostenible. Red de agricultura sostenible. Costa rica, San José. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de [https://www.rainforest-alliance.org/business/agriculture/documents/standards\\_2005\\_spanish.pdf](https://www.rainforest-alliance.org/business/agriculture/documents/standards_2005_spanish.pdf)
- Ramírez, C., Oliveros, C. & Sanz, J. (2015). Manejo de lixiviados y aguas de lavado en el proceso de beneficio húmedo del café. Cenicafé, 66 (1): 46-60. 2015. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <http://www.cenicafe.org/es/publications/5.Manejo.pdf>
- Rodriguez, N. (s.f). Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. Seminario internacional gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, siglo XXI: 1-10. Recuperado el 17 de octubre de 2017 de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>
- Sanz, J., Oliveros, C., Ramírez, C., Peñuela, A., & Ramos, P. (2013). (2013). Manual del cafetero colombiano tomo 3. Editorial Legis:1-327

Zambrano, D., & et al. (2006). *Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café*. Boletín técnico N°29. Colombia, Caldas-Chinchiná:1-29. Recuperado el 17 de octubre de <http://www.cenicafe.org/es/publications/bot029.pdf>