

AGUAS RESIDUALES DE LA FINCA CAFETERA: Redúzcalas y trátelas para mayor economía y sostenibilidad.



Nelson Rodríguez Valencia
Disciplina Poscosecha



Aguas residuales generadas en las fincas cafeteras.

1. Aguas residuales domésticas



2. Aguas residuales del beneficio del café



3. Aguas residuales de producción animal

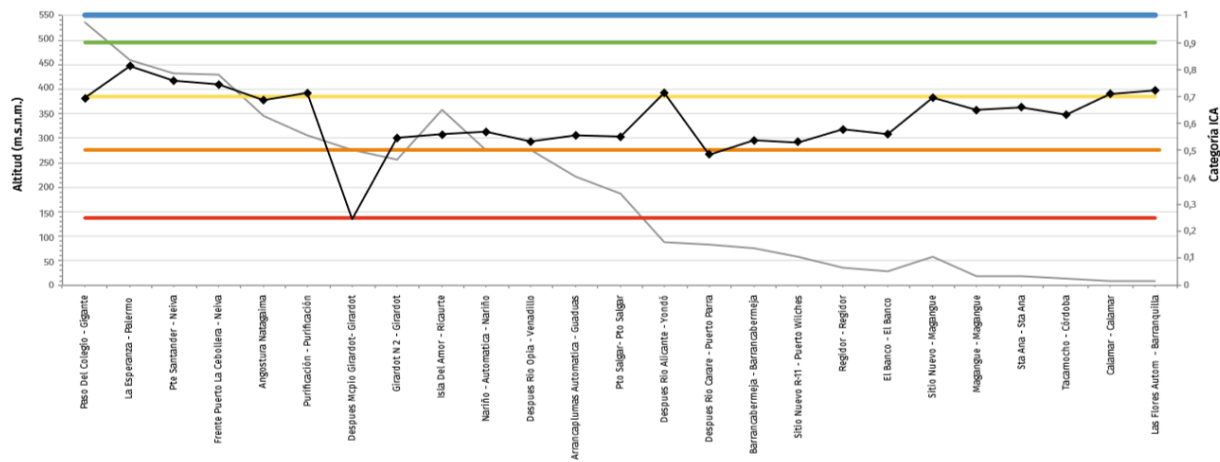


4. Aguas residuales de agroquímicos



¿Qué pasa si no se tratan las aguas residuales de las fincas?

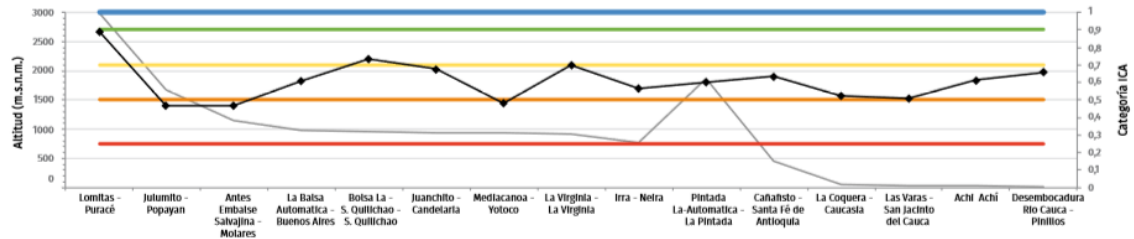
Comportamiento del ICA en el Río Magdalena en 2016



Estaciones o Puntos de Monitoreo - Municipio

- Perfil altitudinal
- Bueno
- Aceptable
- Regular
- Malo
- Muy Malo
- ◆ ICA en la corriente del río Magdalena

Comportamiento del ICA en el Río Cauca en 2016



Estaciones o Puntos de Monitoreo - Municipio

- Perfil altitudinal
- Bueno
- Aceptable
- Regular
- Malo
- Muy Malo
- ◆ ICA en la corriente del río Cauca

Política Nacional — para la Gestión Integral del — Recurso Hídrico



Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Viceministerio de Ambiente
Dirección de Ecosistemas - Grupo de Recurso Hídrico
República de Colombia

2010

1. Bien de uso público

(su conservación es responsabilidad de todos).

2. Uso prioritario.

(el consumo humano tendrá prioridad sobre otros usos).

3. Factor de desarrollo.

(recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico).

4. Integralidad y diversidad.

(GIRH armoniza procesos locales, regionales, nacionales).

5. Unidad de gestión

(la cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y GIRH).

6. Ahorro y uso eficiente.

(el agua dulce se considera un recurso escaso y su uso debe ser racional)

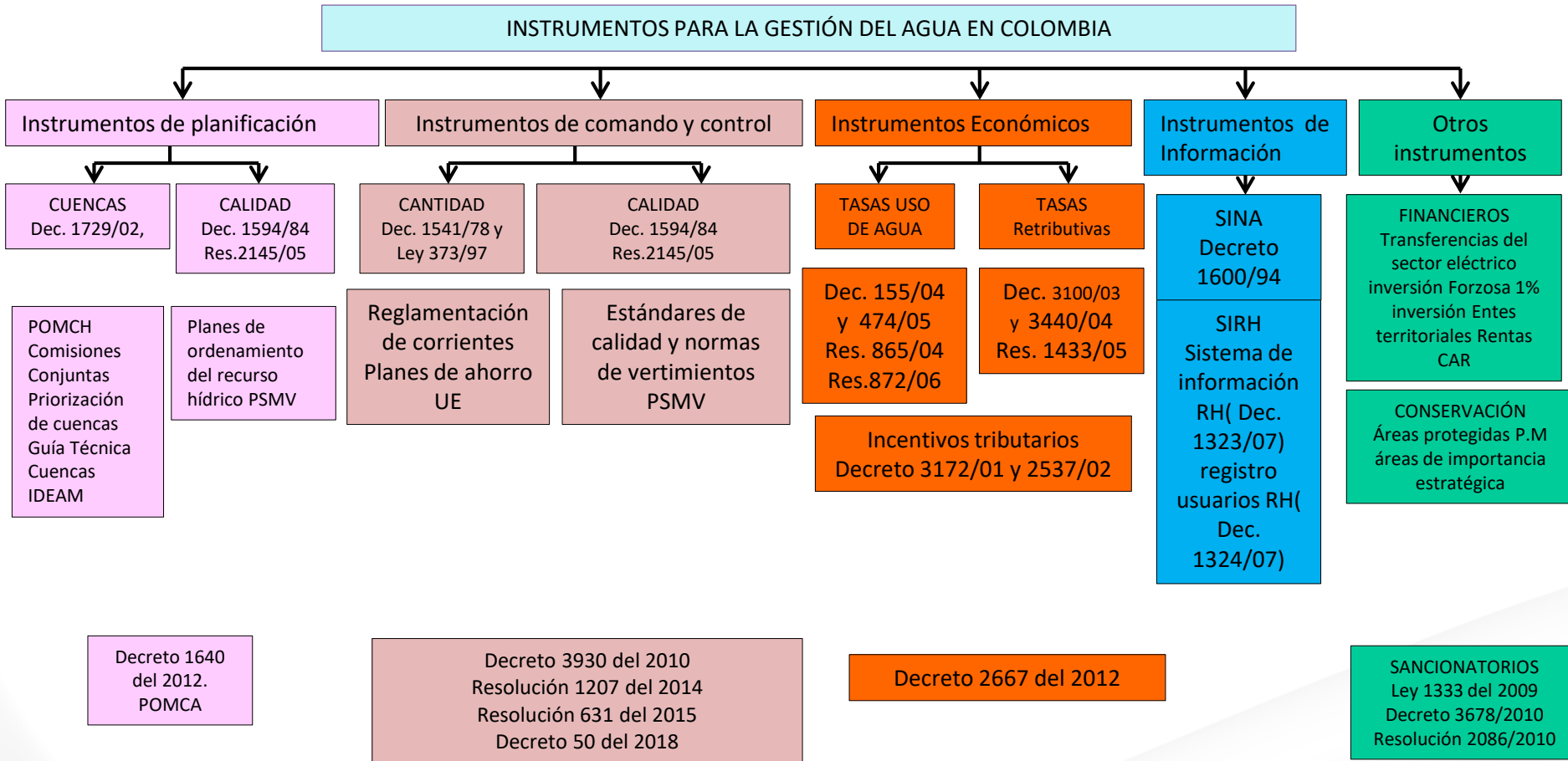
7. Participación y equidad .

(la gestión tendrá enfoque participativo y multisectorial con equidad social).

8. Información e investigación.

(el acceso a la i e i son fundamentales para la GIRH).

Instrumentos para la GIRH.



¿Cómo hacer que el manejo y tratamiento de las aguas residuales de la finca sea económico y sostenible?

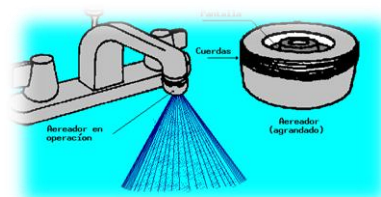
Estrategia 1. PUEAA. Adoptar Programas de Uso Eficiente y Ahorro de Agua en la finca.

Si se consume menos agua, se generan menos volúmenes de agua residual y por lo tanto el tamaño de las plantas de tratamiento es menor.

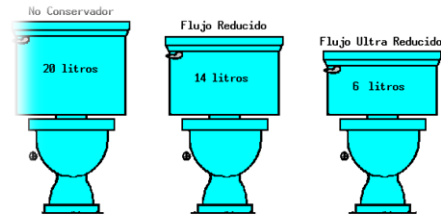
A. En la vivienda

TABLA DE GASTO DE AGUA EN ALGUNAS ACCIONES DE CASA

 Lavadora: de 120 a 220 litros	 Lavavajillas: 250 litros
 Lavar platos a mano: 75 litros	 Cocinar: de 2 a 5 litros
 15 litros	 Aseo matinal: 8 litros
 Ducha: de 60 a 70 litros	 Bañarse: 200 litros
 Tirar de la cisterna: de 10 a 15 litros	 De 40 a 70 litros
 Lavarse los dientes: 30 litros	



Con restrictores de flujo (aireadores y/o regulador de caudal) Reducen hasta un 50-70% el consumo.



Utilizar unidades sanitarias de bajo consumo.



Cerrar la llave durante el cepillado.



Cerrar la llave durante el afeitado.



Cerrar la llave durante el enjabonamiento.



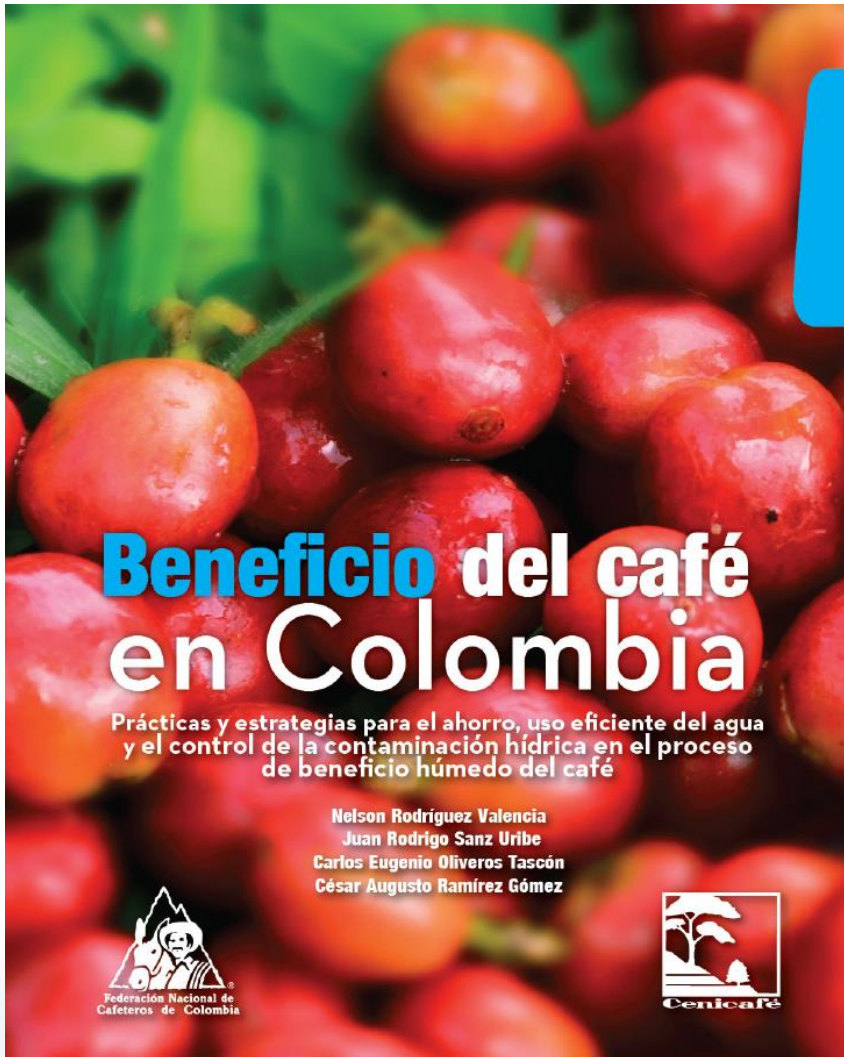
Utilizar hidrolavadora para el carro e infraestructuras, en lugar de la manguera.

¿Cómo hacer que el manejo y tratamiento de las aguas residuales de la finca sea económico y sostenible?

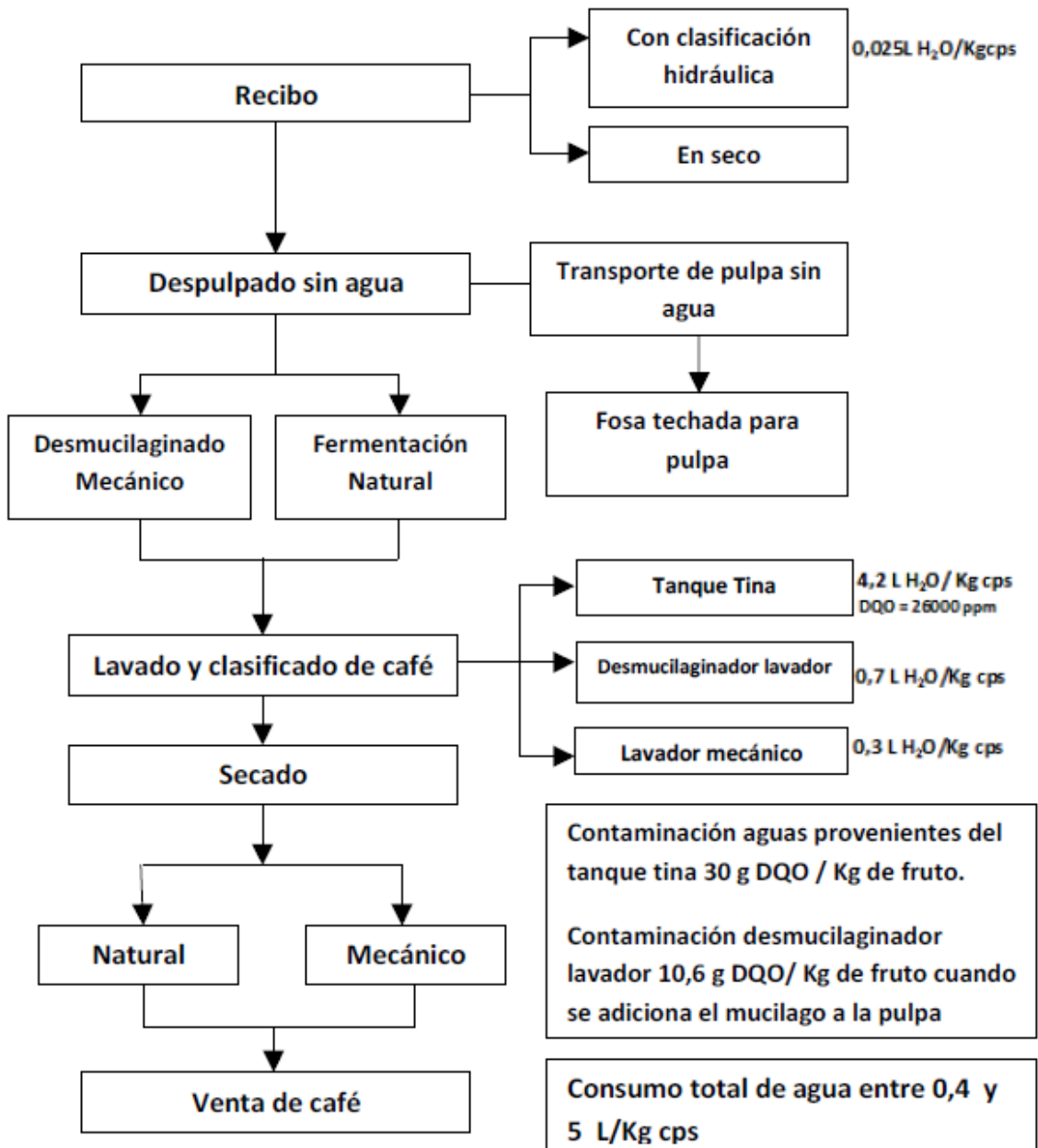
B. En el beneficio del café

Adoptar el beneficio ecológico:

- Utilizar < 10 L de agua/kg de cps.
- Realizar un manejo apropiado a los subproductos del beneficio del café (pulpa y mucílago).



BENEFICIO ECOLÓGICO



Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín



Tanque tina



Becolsub



Ecomill®

AVANCES TÉCNICOS 360

Cenicafé



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Junio de 2007

SEPARADOR HIDRÁULICO DE TOLVA Y TORNILLO SINFIN

Carlos E. Olivero-Tascón*, Juan R. Sanz-Ulibe, César A. Ramírez-Gómez, Claudia A. Mejía-González.

La calidad del café pergamino seco obtenida durante el proceso de beneficio está relacionada estrechamente con la materia prima utilizada, la tecnología empleada en cada etapa del beneficio, la

operación (calibración) y el mantenimiento de los equipos, y la destreza del operario.

En la materia prima, es decir, la masa de café cereza cosechada, se encuentran además de frutos en diversos estados de maduración, frutos afectados por enfermedades y frutos vanos, secos y 'brocados', entre otros, los cuales deben ser retirados previamente al proceso de despulpado, para mejorar las condiciones del producto y el desempeño de la máquina despulpadora. La separación de este material contribuye al cumplimiento de las recomendaciones de las Buenas Prácticas Agrícolas para el café (7) y con los criterios unificados entre los miembros del Servicio de Extensión y los Investigadores de Cenicafé (1).




Cenicafé

Subgerencia General Técnica
División de Investigación y Experimentación
Centro Nacional de Investigaciones de Café

AVANCES TÉCNICOS

Número 164
Junio 1991

DESPULPADO DE CAFE SIN AGUA

José Alvarez-Gallo*



En la etapa de despulpado al café cereza se le retira el epicarpio (pulpa), labor que se realiza sometiendo la cereza a la acción de fuerzas de fricción y de cizallamiento, causadas por dos superficies, una fija y otra móvil.

En el mercado se encuentran distintos tipos de despulpadoras de cilindro horizontal, de cilindro vertical y de discos. Tradicionalmente su utilización ha sido acompañada del uso de agua, que afecta los recursos naturales, bien por la contaminación que causa o bien porque induce a un empobrecimiento del subproducto del café (pulpa) producido en esta etapa de beneficio.

En ensayos realizados comparando los distintos



AVANCES TÉCNICOS 197

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Diciembre de 1993

FERMENTE Y LAVE SU CAFÉ EN EL TANQUE TINA

Diego A. Zambrano-Franco*



Es difícil establecer un consumo específico de agua durante la operación de lavado, en el proceso de beneficio húmedo del café (PBHC). Lo común es que en cada beneficiadero se lava con la cantidad de agua disponible, lo cual dificulta la estimación del consumo y el manejo del recurso para el control de la contaminación, después de esta etapa del proceso.

El TANQUE TINA, una adaptación de los tanques convencionales, que consiste en redondear sus ángulos y las esquinas, propuesta por CENICAFÉ (8) y denominado así por los usuarios de esta infraestructura, permite conseguir no sólo economía de agua para lavar el café sino también un control de la contaminación generada durante esta etapa del PBHC, al conseguir reunir en un bajo volumen casi la totalidad del mucilago fermentado. Como requisito para su normal funcionamiento, es necesario que el despulpado y el transporte del café en baba al tanque se haya realizado sin agua (1, 10).

Al lavar en el TANQUE TINA el café procedente de la cosecha comercial, es decir, el recolectado en distin-

ficiadero ecológico

trial, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.



AVANCES TÉCNICOS 238

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Abril de 1997

Desarrollo de la tecnología BECOLSUB para el beneficio ecológico del café

Conrado Raa-Arango*, Carlos Eugenio Olivero-Tascón**, Juan Rodrigo Sanz-Ulibe***, José Alvarez-Gallo****, Cesar Augusto Ramirez-Gomez****, Jairo Ratael Alvarez-Hernandez****



Figura 1. Modelo BECOLSUB 1600 con capacidad para procesar 1000 kg de café cereza por hora, construido en Cenicafé.

Premio Nacional de Ecología PLANTETA AZUL 1996 - 1997

El beneficio húmedo del café es reconocido como uno de los factores que da origen a los cafés de alta calidad física y de la bebida. El proceso tradicionalmente realizado en las fincas genera dos subproductos: pulpa y mucilago. Éstos, al ser puestos en contacto con el agua, causan una contaminación de 114,0 g de DQO/kg de cereza, si se utilizan consumos específicos de agua de 30 L/kg de cereza (14). Cuando se despulpa sin agua y se transporta la pulpa por medios no hidráulicos se logra reducir la contaminación potencial en 74% (1, 14). El 26% de la contaminación restante (29,6 g de DQO/kg de cereza) es causada por el mucilago.

La tecnología BECOLSUB (Beneficio ECOLógico del café y de los SUBproductos) (Figura 1), se desarrolló en Cenicafé, para obtener cafés de alta calidad física y de la bebida (8) y además, controlar la contaminación potencial de las fuentes de agua ocasionada por la pulpa y el mucilago, manteniendo o aumentando los ingresos del culticloro (2, 9).

* Investigador Principal I, Ingeniería Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.
** Investigador Científico III, Ingeniería Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.
*** Asistente de Investigación, Ingeniería Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.
**** Asistente de Investigación, Ingeniería Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Avances Técnicos Cenicafé

432

Junio de 2013
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café

ECOMILL® Tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café

La alta calidad del café colombiano es atribuible principalmente a las variedades cultivadas, al clima y los suelos de las zonas productoras, al manejo agronómico, la cosecha selectiva (principalmente frutos maduros) y al beneficio (húmedo) y secado, con aplicación de buenas prácticas.

El beneficio húmedo del café es un proceso en el cual se retiran dos estructuras que cubren las semillas, la pulpa y el mucilago, las cuales en la variedad Colombia representan el 43,58% y 14,85% del peso fresco del fruto, respectivamente (1). El mucilago se remueve utilizando procesos de degradación por fermentación natural, dejando el café despulpado en el tanque durante 14 a 20 h, o aplicando enzimas pectinolíticas (6), y lavándolo con agua limpia. Con fermentación natural, el volumen específico de agua empleado (VEA) varía de 4,17 a 20 L.kg⁻¹ de café pergamino seco (9, 12). Las aguas residuales de lavado (ARL), presentan alta carga orgánica, por lo cual se requiere tratarlas para disminuir el impacto ambiental.



Valorización de los subproductos generados en la caficultura.

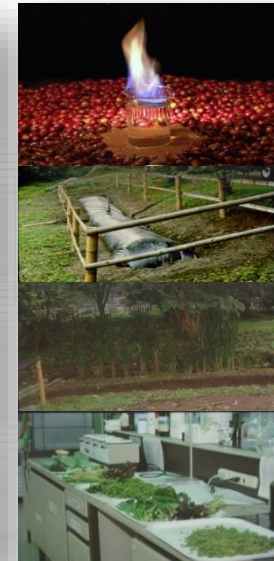
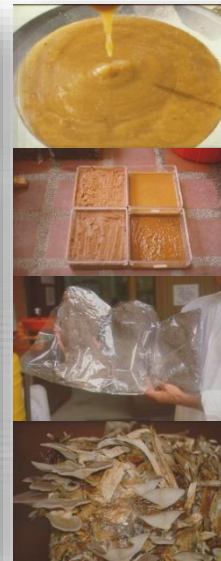


Pulpa de café.
Origina el 73,7% de la contaminación del PBHC



Mucílago de café.
Origina el 26,3% de la contaminación del PBHC

Alternativas de manejo



Utilización de los residuos sólidos generados en la caficultura para la producción de abono orgánico mediante lombricultura.



La lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja en residuos orgánicos.



Tiene como ventaja que acelera el proceso de descomposición de los residuos y se obtiene lombricomposteo y lombrices.



Cerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Marzo de 1996

En este Avance Técnico se resumen los resultados más importantes de la investigación relacionada con la lombricultura, que CENICAFÉ ha realizado en conjunto con distintos caficultores que están cultivando de la lombriz roja*

La lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja *Eisenia foetida*, en residuos orgánicos (8).

Es una actividad sencilla que puede emprender cualquier caficultor, con las ventajas de acelerar el proceso de descomposición de la pulpa de café y obtener lombricomposteo y lombrices para utilización en la misma finca (2).

Con este sistema se pueden manejar adecuadamente los subproductos del beneficio del café (pulpa y mucilago).

LOMBRICULTURA EN PULPA DE CAFÉ

María Teresa Dávila-A.**; César Augusto Ramírez-G.***

Lombricomposteo obtenido de la transformación de la pulpa de café mediante la acción de la lombriz roja.



* Investigación en desarrollo en la Central de Beneficio Ecológico de Café en Anserma (Caldas), con la colaboración de Bioagro de Colombia y el lombricultivo Mi Jardín.
 ** Asistente de Investigación, Química Industrial, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.
 *** Asistente de Investigación, Ingeniería Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Larvicultura en pulpa de café.

La larvicultura consiste en el cultivo intensivo de las larvas de la mosca soldado negra *Hermetia Illucens* en la pulpa de café.



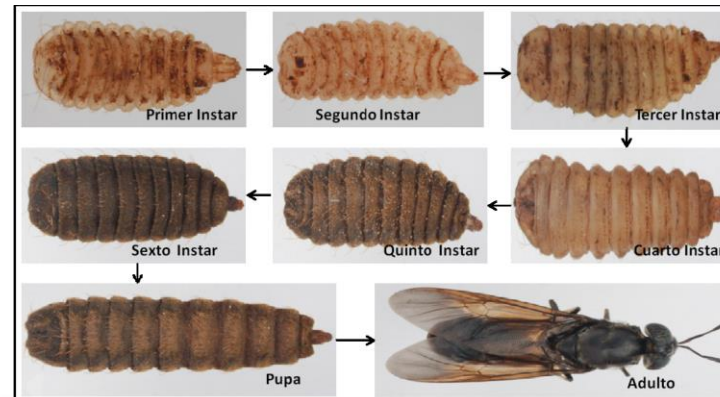
USO POTENCIAL DE *Hermetia illucens* (LINNAEUS) (DIPTERA: STRATIOMIDAE) PARA TRANSFORMACIÓN DE PULPA DE CAFÉ: ASPECTOS BIOLÓGICOS

Marisol Giraldo Jaramillo*, Nelson Rodríguez Valencia**, Pablo Benavides Machado*

GIRALDO J., M.; RODRÍGUEZ V., N; BENAVIDES M., P. Uso potencial de *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomidae) para transformación de pulpa de café: Aspectos biológicos. Revista Cenicafé 70(2):81-90. 2019

La conversión de materia orgánica con el uso de organismos ha tenido un amplio desarrollo en las últimas décadas. La mosca soldado negra *Hermetia illucens*, por contener proteínas y grasas, se ha considerado como alimento para animales. El objetivo de la presente investigación fue determinar el desarrollo de *H. illucens* en pulpa de café bajo condiciones controladas y realizar la descripción morfológica de sus estados biológicos. El trabajo se desarrolló a una temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de $80\%\pm 10\%$ y fotoperíodo 12:12. Se realizó seguimiento diario para obtener las variables: longevidad y sobrevivencia (%) de cada uno de los estados biológicos, incluyendo los adultos machos y hembras y razón sexual. Se obtuvo el ciclo completo de *H. illucens* en pulpa de café. Los análisis descriptivos de las variables mostraron una duración en días del periodo de incubación de $3,06\pm 0,09$, la fase larval de $22,83\pm 0,17$ y la pupa de $19,92\pm 0,17$, con una viabilidad total (huevo-adulto) de 80% y una longevidad de los adultos hembras y machos de $10,43\pm 0,48$. Se describieron los estados biológicos de huevo, larva, pupa y adultos. Los resultados de esta investigación soportan apuestas futuras de proyectos de desarrollo tecnológico que permitan la cría de la mosca *H. illucens* para alimentación animal y el uso de los subproductos en fertilización de cultivos orgánicos.

Palabras clave: Mosca soldado negra, conversión materia orgánica, proteína animal, residuos orgánicos.



Utilización de los residuos sólidos generados en el cultivo del café para la producción de hongos comestibles y medicinales.



Pleurotus



Shiitake



Ganoderma



Alimentación animal - miel café.



Concentración jugos pulpa y mucílago

Composición de la miel de café	
Componente	Valor
Grados Brix	76,6
pH	4,9
Azúcares reductores	38,22%
Azúcares totales	54,27%
Acidez	1,05%
Cenizas	3,64%
Extracto etéreo	0,25%
Cafeína	0,32%
Nitrógeno total	0,68%
Humedad	21,06%
Sólidos Totales	78,94%
Taninos	0,0%

Fuente: Calle, 1977.

Rendimientos: 4 kg de miel por cada 100 kg de café cereza.

Fuente: Calle, 1977.

Alcohol carburante – pulpa y mucílago.

Alcohol obtenido de los subproductos del proceso de beneficio del café						
Subproducto	Promedio Alcohol (ml/L ó kg)	% Etanol	Número de Datos	CV (%)	Volumen vinazas (%)	DQO vinazas (ppm)
Mucílago	41,47	97,74	192	28,98	44,42	119689
Jugos pulpa (Frescos)	47,95	98,43	23	15,66	0,62	162905
Jugos pulpa (24 horas)	22,62	96,60	6	9,17		
Pulpa fresca	25,75		17	47,31	0,50	129615
Pulpa (1er prensado)	13,24		16	52,78	0,49	137804



1,97 litros etanol/100 kg de café cereza

102 litros etanol/ha-año

Fuente: Rodríguez, 2007

Variación oferta hídrica en Colombia.

Agua Superficial

REPORTE DE AVANCE DEL ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA 2018

Sin embargo, esta riqueza del país no se reparte equitativamente en el espacio y en el tiempo.

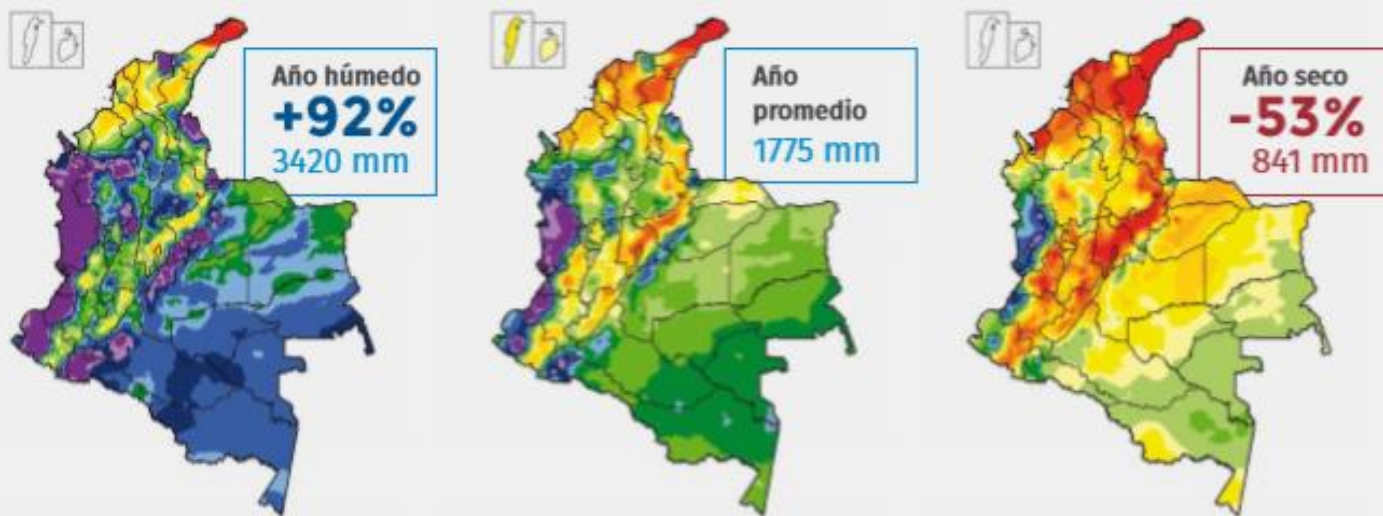


Figura 3. Variación de la cantidad de agua para un año seco, año promedio, y año húmedo

2018: El 62% de lo estimado en el 2014

¿Cómo hacer que el manejo y tratamiento de las aguas residuales de la finca sea económico y sostenible?

Estrategia 2. Seleccione el sistema de manejo y tratamiento de las aguas residuales más apropiado para su finca, de acuerdo, entre otros, con los siguientes factores:

- 1. La oferta ambiental:** La Temperatura ambiente condiciona el rendimiento alcanzado con sistemas biológicos anaeróbicos, como los SMTA. La eficiencia de remoción alcanzada a 30C es, entre 8 y 10 veces, mayor que la alcanzada a 20C (Por eso las unidades que conforman el sistema de tratamiento de los SMTA son de color negro para aumentar la T del agua residual en su interior).
- 2. La oferta hídrica:** En zonas cafeteras con baja disponibilidad hídrica es necesario procurar realizar el tratamiento al agua residual con el objetivo de hacerla apta para su reúso, conforme a lo que establece la Resolución 1207 del 2014. En zonas cafeteras con alta disponibilidad hídrica la estrategia de cero vertimientos mediante la recirculación completa del agua tratada (en procesadores de pulpa o filtros verdes) es una buena opción.
- 3. La disponibilidad de recursos (económicos y de infraestructura):** Si se dispone de terreno en la finca, alternativas de tratamiento como los filtros verdes son una buena opción, si se dispone de recursos económicos, los tratamientos químicos, por su rapidez, pueden ser una opción atractiva.
- 4. La normatividad aplicable (tanto nacional como local):** Los valores de los parámetros de calidad exigidos por la normatividad ambiental en el agua tratada. Puede suceder que sea más económico llegar a estos valores mediante tratamientos químicos que mediante tratamientos biológicos.

Principales vertimientos en las fincas cafeteras.

1. Aguas residuales domésticas



“Un vertimiento es cualquier descarga final de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido que se haga a un cuerpo de agua, al alcantarillado público o al suelo”.

Decreto 3930 del 2010

2. Aguas residuales del beneficio del café



3. Aguas residuales de producción animal



4. Aguas residuales de agroquímicos



Manejo y tratamiento de aguas residuales en las empresas cafeteras

Módulo 1
Manejo y tratamiento de las aguas residuales del beneficio en las empresas cafeteras

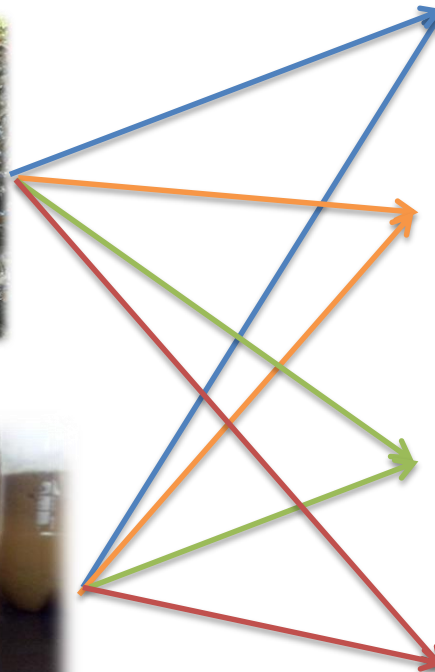
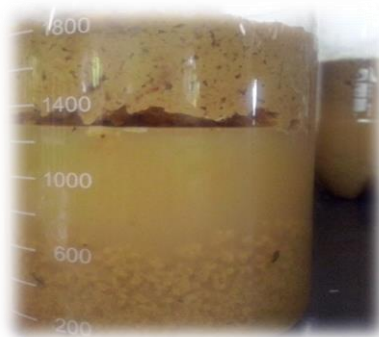


Posibilidades de disposición de las aguas residuales.

Aguas residuales domésticas



Aguas residuales del beneficio del café



Alcantarillado público

No requiere permiso de vertimientos.

Cumplimiento de las disposiciones del prestador del servicio de alcantarillado.

Pago al prestador del servicio (\$ 1600/m³-mes; \$ 2500/casa-mes; con PTAR propia \$ 2000/m³-mes, 5P, 200L/p-d, 30 años).

Al suelo

A cuerpos de agua

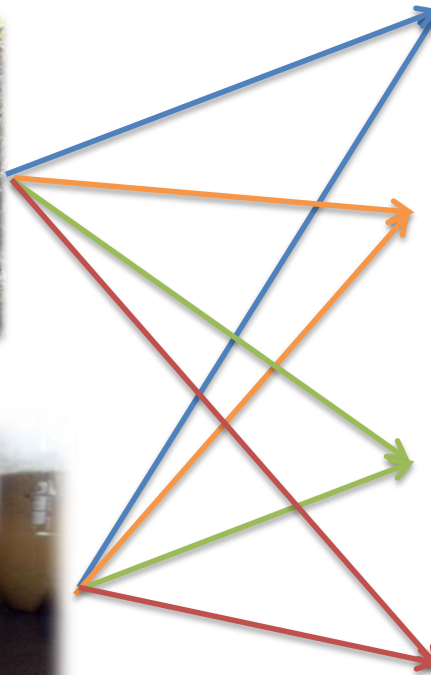
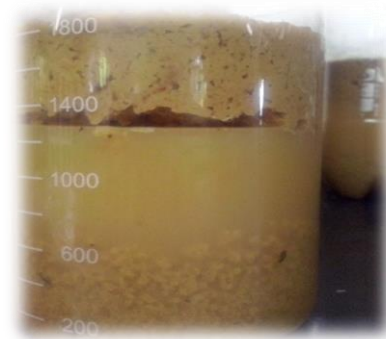
Reúso total

Posibilidades de disposición de las aguas residuales.

Aguas residuales domésticas



Aguas residuales del beneficio del café



Alcantarillado público

Al suelo

Sí requiere permiso de vertimientos.

Cumplimiento de normas nacionales y locales (Decreto 1076 de 2015). Caracterización del agua. \$ 500000/punto.

Caracterización del suelo (Decreto 50 del 2018)

No pago de tasa retributiva

Permiso vertimientos: \$ 20,000
Visita funcionario CAR: \$ 250,000
Caracterización efluentes: \$ 500,000
(por punto y por planta)

Total: \$ 770,000

Vertimientos al suelo.

Decreto 50 del 2018

Para Aguas Residuales no Domésticas tratadas:

1. **Línea base del suelo**, caracterización fisicoquímica y biológica del suelo, relacionada con el área de disposición del vertimiento. La autoridad ambiental competente dependiendo del origen del vertimiento, definirá características adicionales a las siguientes:
 - a. Físicas: Estructura, Color, humedad, Permeabilidad, Consistencia, Plasticidad, Macro y Micro Porosidad, Compactación, Conductividad hidráulica, Densidad real, Textura, Retención de humedad, profundidad efectiva, Infiltración, temperatura y Densidad aparente.
 - b. Químicas: Nitrógeno, fósforo y potasio disponible, pH, contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, Potencial de óxido reducción, Sodio intercambiable y Aluminio intercambiable, Saturación de Aluminio, Saturación de bases, Carbono orgánico, grasas y aceites, Hierro, Arsénico, Selenio, Bario Cadmio, Mercurio, Plomo, Cromo y conforme al tipo de suelo se determina por parte del laboratorio de análisis, la pertinencia de realización de la Razón de Absorción del Sodio – RAS.
 - c. Biológicas: Cuantificación de microorganismos fijadores de Nitrógeno, solubilizadores de fosfato, bacterias y actinomicetos, hongos y celulolíticos aerobios; Cuantificación de microorganismos del ciclo del Nitrógeno: nitrificantes, amonificantes (oxidantes de amonio y oxidantes de nitrito), fijadores de Nitrógeno y denitrificantes, Evaluación de poblaciones de biota del suelo, incluye: determinación taxonómica a orden, índices de diversidad; detección y cuantificación de coliformes totales, fecales, salmonella; respiración basal, nitrógeno potencialmente mineralizable, fracción ligera de la materia orgánica.

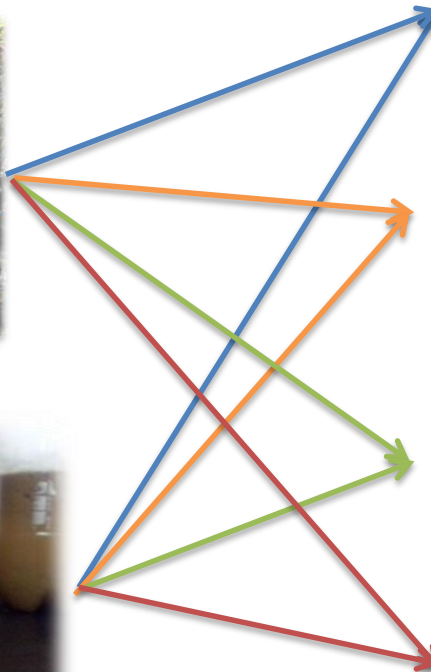
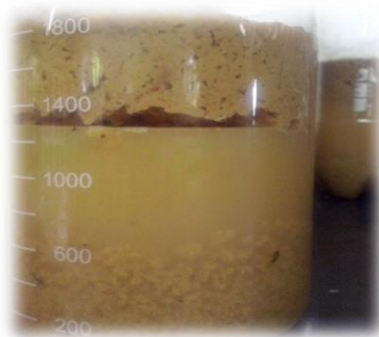
La caracterización de los suelos, debe realizarse por laboratorios acreditados por el IDEAM para su muestreo. Se aceptarán los resultados de análisis que provengan de laboratorios extranjeros acreditados por otro organismo de

Posibilidades de disposición de las aguas residuales.

Aguas residuales domésticas



Aguas residuales del beneficio del café



Alcantarillado público

Al suelo

A cuerpos de agua

Requiere permiso de vertimientos.

Cumplimiento de norma nacional (Resolución 631 del 2015). Caracterización \$ 500000/punto.

En casos, cumplimiento de la normativa local

Pago tasa retributiva (Decreto 2667 del 2012)

\$ 50/@ cps – \$ 150/@ cps

Permiso vertimientos: \$ 20,000
Visita funcionario CAR: \$ 250,000
Caracterización efluentes: \$ 500,000
(por punto y por planta)
Pago Tasa retributiva: \$ 5,000

Total: \$ 775,000

Vertimientos al agua superficial.

Resolución 631 del 2015

PARÁMETRO	UNIDADES	PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS, FRUTAS, LEGUMBRES, RAÍCES Y TUBÉRCULOS	BENEFICIO DE CAFÉ (CLASIFICACIÓN DE LA FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS – FNC/ CENICAFÉ).	
			PROCESO O ECOLÓGICO	PROCESO TRADICIONAL
Generales				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	5,00 a 9,00	5,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	150,00	3.000,00	650,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	50,00		400,00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	100,00	800,00	400,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	10,00	10,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00	30,00	10,00
Compuestos de Fósforo				
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno				
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Otros Parámetros para Análisis y Reporte				
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm).	m ⁻¹	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

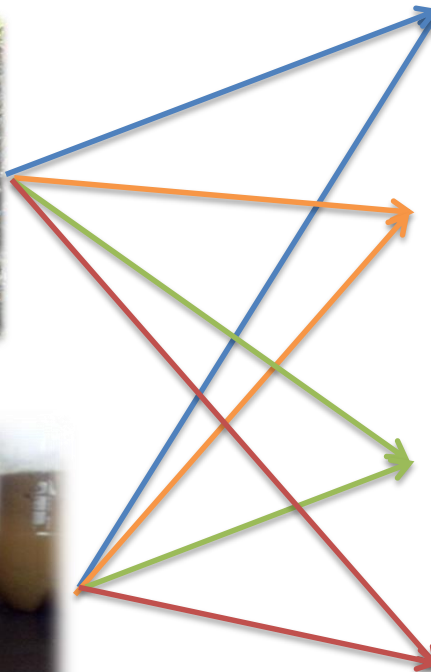
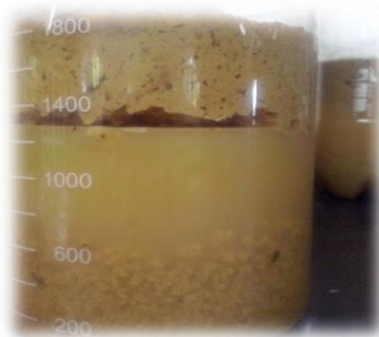
PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD DE LAS SOLUCIONES INDIVIDUALES DE SANEAMIENTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES O BIFAMILIARES
Generales		
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	200,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	100,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00

Posibilidades de disposición de las aguas residuales.

Aguas residuales domésticas



Aguas residuales del beneficio del café



Alcantarillado público

Al suelo

A cuerpos de agua

Reúso total

No requiere permiso de vertimientos.
Cumplimiento de norma (Resolución 1207 del 2014). **Caracterización del agua. \$ 2000000.**
No pago de tasa retributiva

Resolución 1207 del 2014.

Artículo 7. Criterios de Calidad. Uso Agrícola (34 P) y Áreas Verdes (35 P).

Variable	Unidad de Medida	Valor Limite Máximo Permissible
FÍSICOS		
pH	Unidades de pH	6,0 – 9,0
Conductividad	μS/cm	1.500,0
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,0*E(+5)
Enterococos Fecales	NMP/100 mL	1,0*E(2)
Helmintos Parásitos Humanos	Huevos y Larvas/L	1,0
Protozoos Parásitos Humanos	Quistes/L	1,0
<i>Salmonella sp</i>	NMP/100 mL	1,0
QUÍMICOS		
Fenoles Totales	mg/L	1,5
Hidrocarburos Totales	mg/L	1,0
Iones		
Cianuro Libre	mg CN/L	0,2
Cloruros	mg Cl/L	300,0
Fluoruros	mg F/L	1,0
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	500,0
Metales		
Aluminio	mg Al/L	5,0
Berilio	mg Be/L	0,1
Cadmio	mg Cd/L	0,01
Cinc	mg Zn/L	3,0
Cobalto	mg Co/L	0,05
Cobre	mg Cu/L	1,0
Cromo	mg Cr/L	0,1
Hierro	mg Fe/L	5,0
Mercurio	mg Hg/L	0,002
Litio	mg Li/L	2,5
Manganeso	mg Mn/L	0,2
Molibdeno	mg Mo/L	0,07
Níquel	mg Ni/L	0,2
Plomo	mg Pb/L	5,0
Sodio	mg Na/L	200,0
Vanadio	mg V/L	0,1
Metaloides		
Arsénico	mg As/L	0,1
Boro	mg B/L	0,4
No metales		
Selenio	mg Se/L	0,02
Otros parámetros		
Cloro Total Residual (con mínimo 30 minutos de contacto)	mg Cl ₂ /L	Menor a 1,0
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	5,0

Variable	Unidad de Medida	Valor Limite Máximo Permissible
FÍSICOS		
pH	Unidades de pH	6,0 - 9,0
Conductividad	μS/cm	1.500,0
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,0*E(+4)
Enterococos Fecales	NMP/100 mL	1,0
Helmintos Parásitos Humanos	Huevos y Larvas/L	1,0
Protozoos Parásitos Humanos	Quistes/L	1,0
<i>Salmonella sp</i>	NMP/100 mL	1,0
QUÍMICOS		
Fenoles Totales	mg/L	0,002
Hidrocarburos Totales	mg/L	1,0
Biocidas		
2,4 D ácido	mg/L	0,0001
Diurón	mg/L	0,0001
Glifosato	mg/L	0,0001
Mancozeb	mg/L	0,0001
Propineb	mg/L	0,0001
Iones		
Cianuro Libre	mg CN/L	0,2
Fluoruros	mg F/L	1,0
Metales		
Aluminio	mg Al/L	5,0
Berilio	mg Be/L	0,1
Cadmio	mg Cd/L	0,01
Cinc	mg Zn/L	3,0
Cobalto	mg Co/L	0,05
Cobre	mg Cu/L	1,0
Cromo	mg Cr/L	0,1
Hierro	mg Fe/L	5,0
Litio	mg Li/L	2,5
Manganeso	mg Mn/L	0,2
Mercurio	mg Hg/L	0,002
Molibdeno	mg Mo/L	0,07
Níquel	mg Ni/L	0,2
Vanadio	mg V/L	0,1
Metaloides		
Antimonio	mg Sb/L	0,05
Arsénico	mg As/L	0,1
No Metales		
Selenio	mg Se/L	0,02
Otros		
Cloro Total Residual (con mínimo 30 minutos de contacto)	mg Cl ₂ /L	Menor a 1,0
Nitratos	mg NO ₂ -N/L	5,0

A. Soluciones de tratamiento para las aguas residuales de la vivienda de la finca.

Sistemas sépticos, con diseño según el RAS, para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Cuando no exista alcantarillado. Requiere 5 unidades: 1. Trampa de grasa, 2. Tanque séptico, 3. FAFA, 4. Lecho de secado de lodos y 5. Campo de infiltración.

Resolución 1096 del 2000, adopta el RAS. Es derogada por la Resolución 330 del 2017, que mantiene la adopción del RAS.



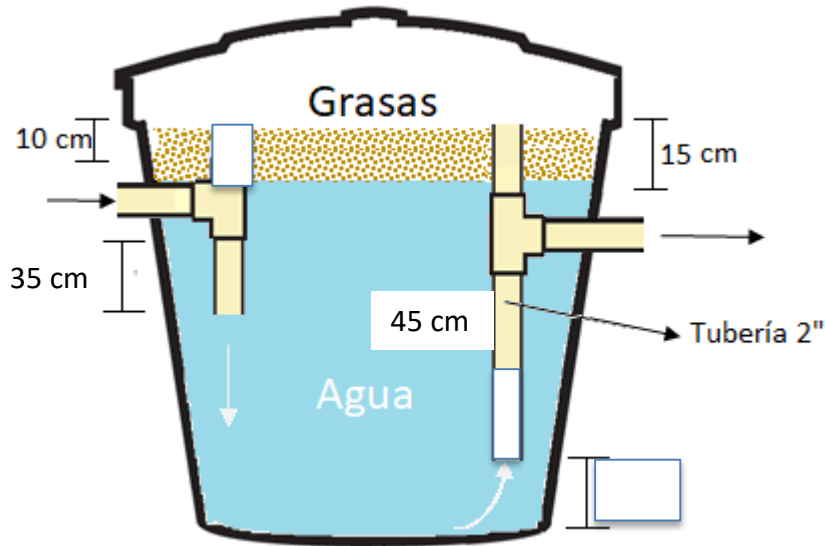
Estación Central Naranjal, Caldas



Estación Experimental San Antonio, Santander

En una finca cafetera promedio la contaminación generada por las aguas residuales domésticas equivale al 64% de la contaminación generada por las aguas residuales del beneficio del café.

1. Primera unidad. Trampa de grasa.



Construya y opere su sistema séptico para el tratamiento de las aguas residuales de la vivienda de su finca cafetera.

Nelson Rodríguez Valencia
 Laura Vanessa Quintero Yepes
 Samuel Antonio Castañeda
 Disciplina Poscosecha
 Cenicafé

A través del presente Boletín Técnico se detallan las diferentes unidades que componen un sistema para el tratamiento de las aguas residuales de las viviendas rurales, conocido como sistema séptico, se presentan los tamaños y configuraciones más comunes, de forma que puedan ser implementados por nuestros caficultores y se presentan herramientas para el diseño de los sistemas sépticos para productores que en época de cosecha requieran alojar a los recolectores en la finca.

De acuerdo con la normativa ambiental vigente, las aguas residuales provenientes de las viviendas deben ser tratadas antes de realizar su descarga final al suelo o a cuerpos de agua superficial y obtener, por parte de la autoridad ambiental, un permiso de vertimientos.

La Ley 1955 del 2019 por la cual se expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, establece en su artículo 279 "Dotación de soluciones adecuadas de agua para consumo humano y doméstico, manejo de aguas residuales y residuos sólidos en áreas urbanas de difícil gestión y en zonas rurales", que las soluciones individuales de saneamiento básico para el tratamiento de las aguas residuales domésticas provenientes de viviendas rurales dispersas que sean diseñadas bajo los parámetros definidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), no requerirán permiso de vertimientos al suelo; no obstante deberán ser registro de vertimientos al suelo que para tales efectos reglamente el Gobierno Nacional. Esta excepción no aplica para hacer vertimientos directos de aguas residuales a cuerpos de aguas superficiales, subterráneas o marinas.



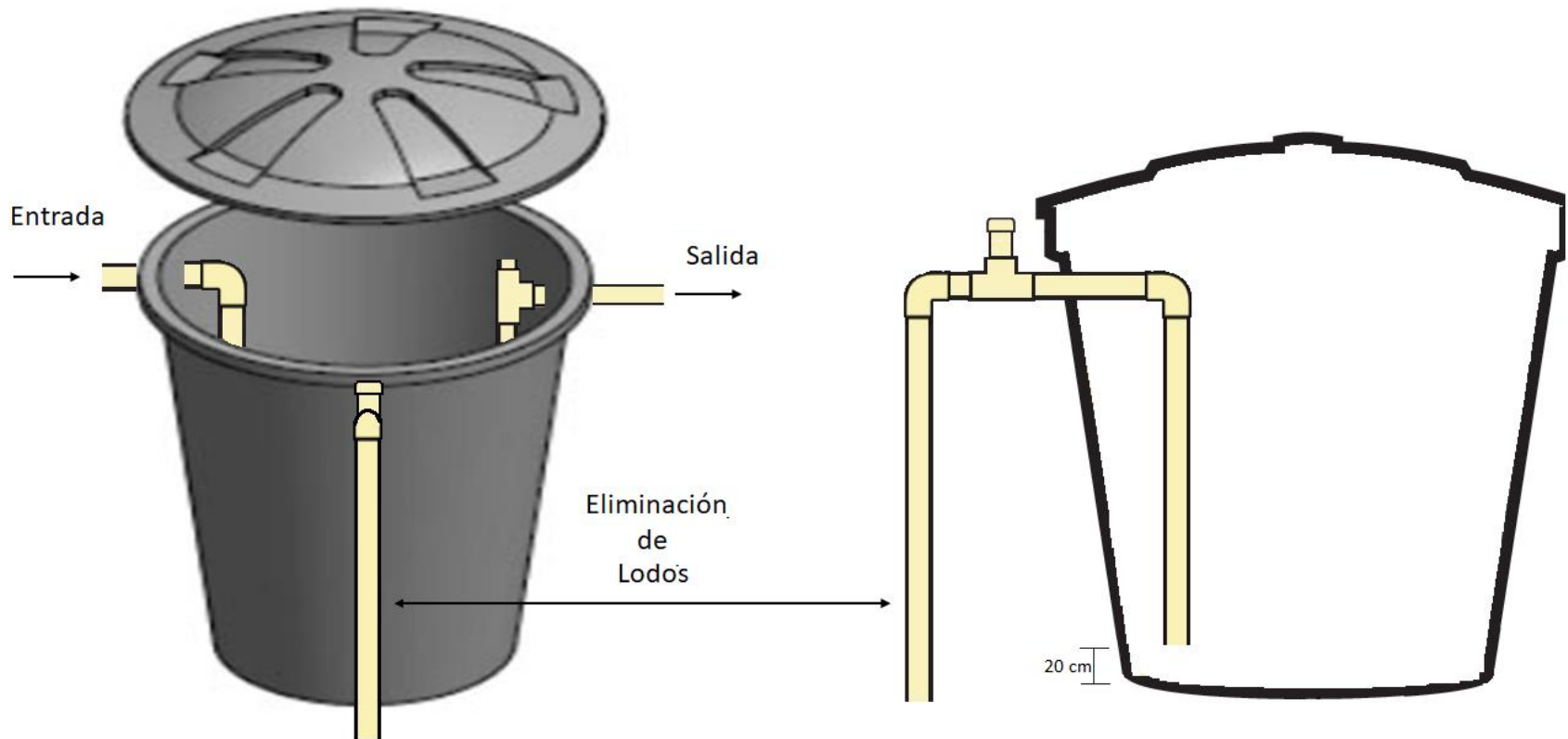
Figura 1. Sistema séptico instalado en una finca cafetera.

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
Volumen de agua mayor de 115 L	56	14	115
Volumen de agua mayor de 190 L	92	23	240
Volumen entre 190 y 378 L	144	36	378

2. Segunda unidad. Tanque séptico.

Para el cálculo del volumen útil del tanque séptico se utiliza la **Ecuación 3** :

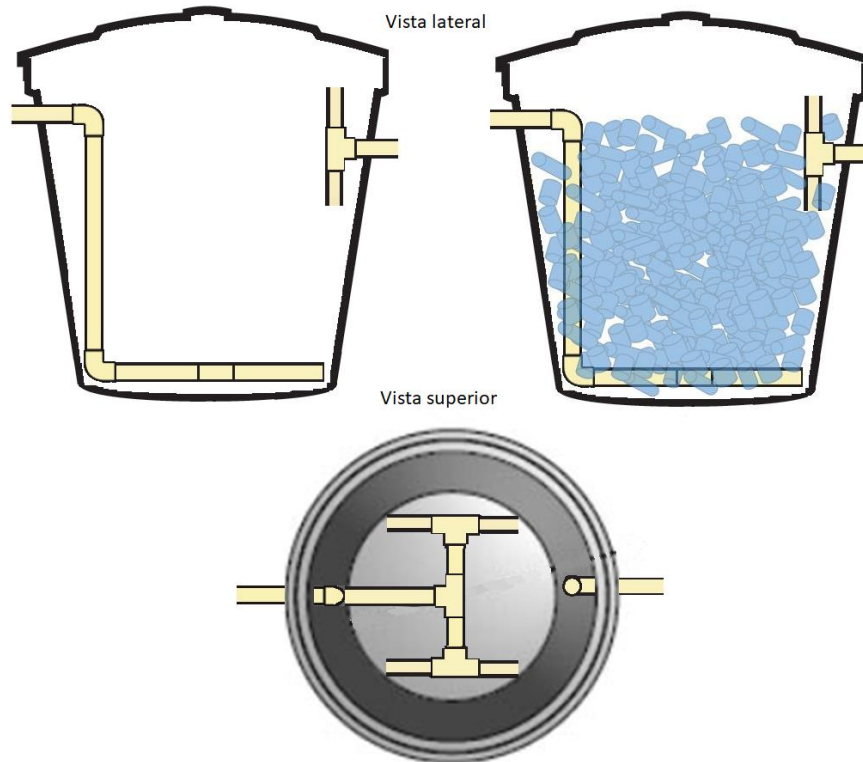
$$V_U = 1000 + N_c (CT + KL_f) \quad \text{3}$$



3. Tercera unidad. FAFA.

El volumen útil del filtro anaeróbico se calcula de acuerdo a la Ecuación 4, recomendada en el RAS- 2000, Título E.

$$V_f = 1,60 * N * C * T \quad 4$$



Sistemas sépticos, con diseño según el

RAS

4. Cuarta unidad. Lechos de secado de lodos



Excavaciones y ubicación de tubería de aireación



Impermeabilización de los lechos de secado



Adición capa de grava



Adición de la capa de arena



Empaque con ladrillo



Construcción del techo para los lechos de secado



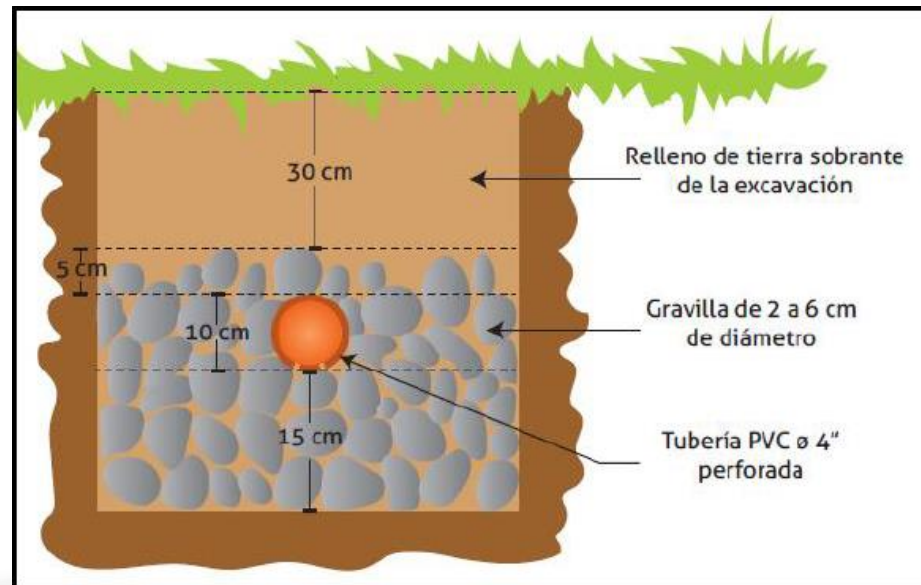
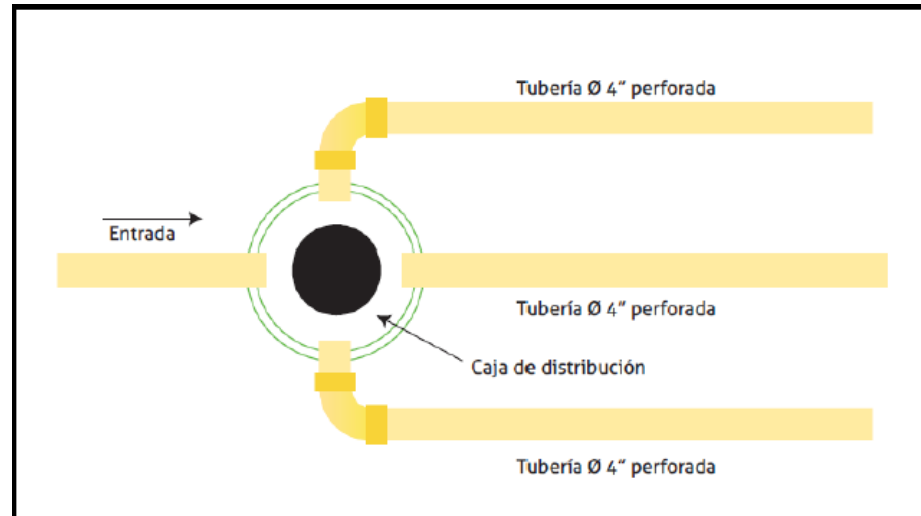
Aspecto final de los lechos de secado



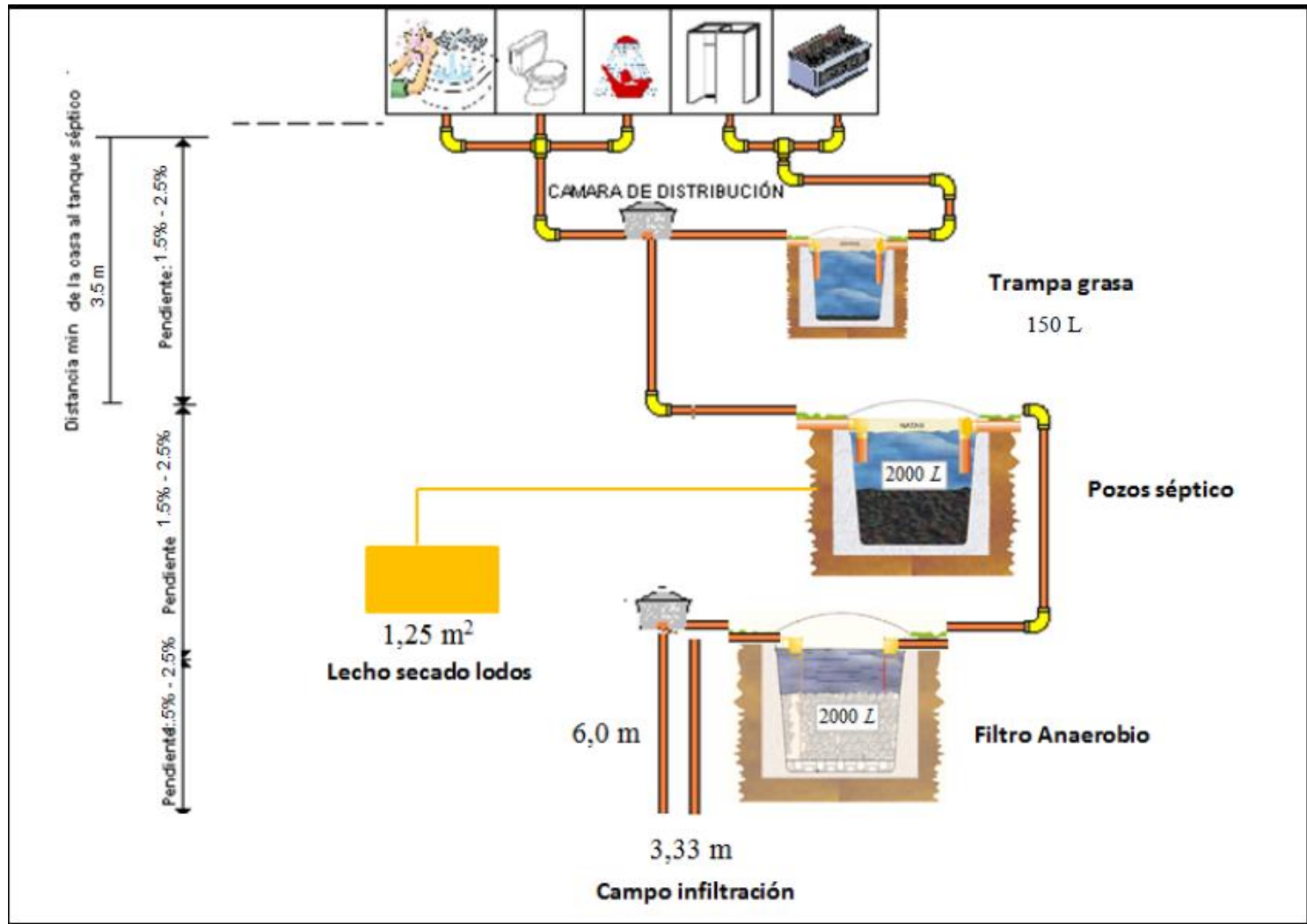
Canales de descarga

Sistemas sépticos, con diseño según el RAS.

5. Quinta unidad. Campo de Infiltración.



Sistema séptico típico para una finca cafetera, con diseño según el RAS.



Sistema Séptico para 5 personas permanentes y 3 temporales

Sistemas sépticos típicos para una fincas cafeteras, con diseño según el RAS.

Unidad del sistema	Configuración 1	Configuración 2	Configuración 3
Trampa de grasa (L)**	150-250	150-250	150-250
Tanque Séptico (m ³)	2,0	3,0	5,0
FAFA (m ³)	2,0	3,0	5,0
Lecho de secado de lodos (m ²)	Hasta 2,0	Hasta 5,0	Hasta 7,0
Campos de Infiltración (m ²)***	Hasta 22	43 a 47	79
Habitantes de la vivienda	3 permanentes y 8 temporales. 4 permanentes y 5 temporales 5 permanentes y 3 temporales. 6 permanentes y 1 temporales.	3 permanentes y 25 temporales. 4 permanentes y 20 temporales 5 permanentes y 18 temporales. 6 permanentes y 16 temporales.	10 permanentes y 32 temporales. 12 permanentes y 28 temporales 14 permanentes y 24 temporales. 16 permanentes y 20 temporales.

Si el sistema séptico se diseña conforme al RAS y se realiza mantenimiento periódico del tanque séptico. No se requiere permiso de vertimientos, siempre y cuando el vertimiento se realice al suelo (Ley 1955 del 2019 por la cual se expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Artículo 279.

B. Soluciones de tratamiento para las aguas residuales del beneficio del café.



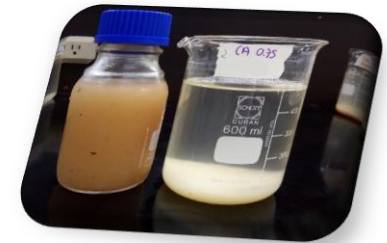
1. SMTA



2. Biodigestores



3. Procesadores de pulpa con recirculación completa de efluentes



4. Tratamientos químicos



5. Tratamientos con extractos biológicos



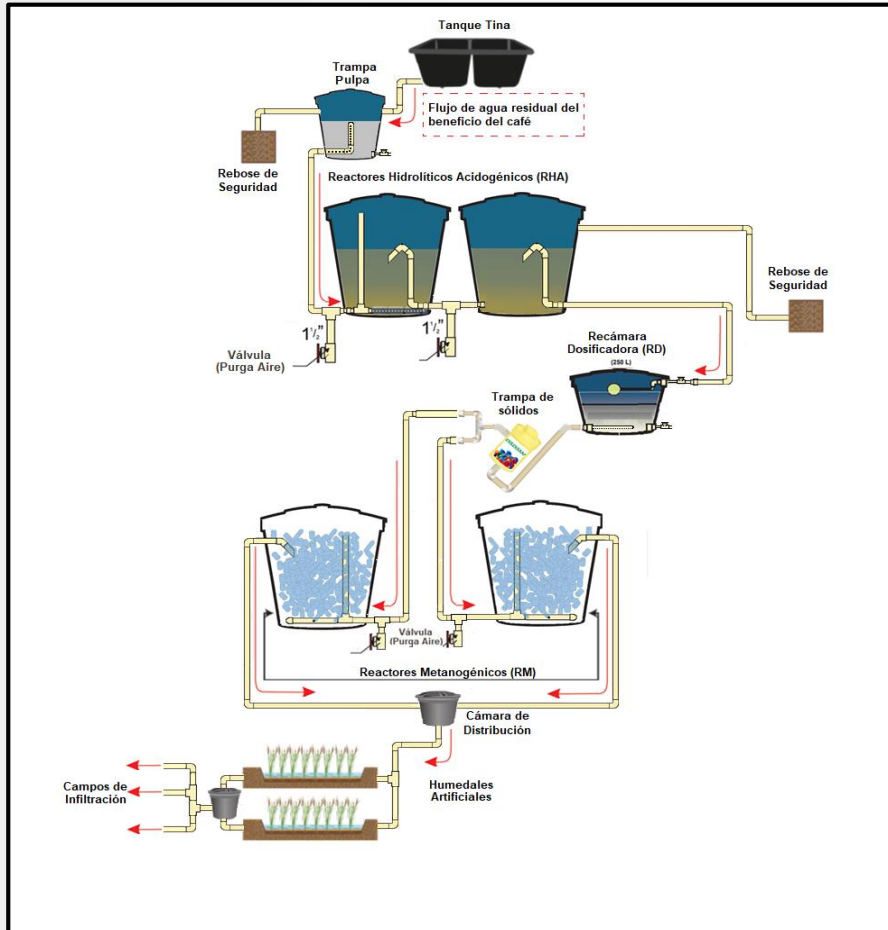
6. Filtros verdes con recirculación completa de efluentes



7. Deshidratación

B1. Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio.

SMTA



Son los sistemas de tratamiento de aguas residuales del café, diseñados por Cenicafé y que permiten cumplir con los valores de los parámetros de calidad exigidos por la autoridad ambiental para vertimientos a cuerpos de agua y al suelo.

Constan de 4 unidades básicas a saber

1. Trampa de pulpa
2. Reactor hidrolítico-Acidogénico
3. Recámara dosificadora
4. Reactor metanogénico

Costos aproximados: \$ 550/@ cps

Vida útil promedio de la infraestructura de 20 años.

B1. Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio.

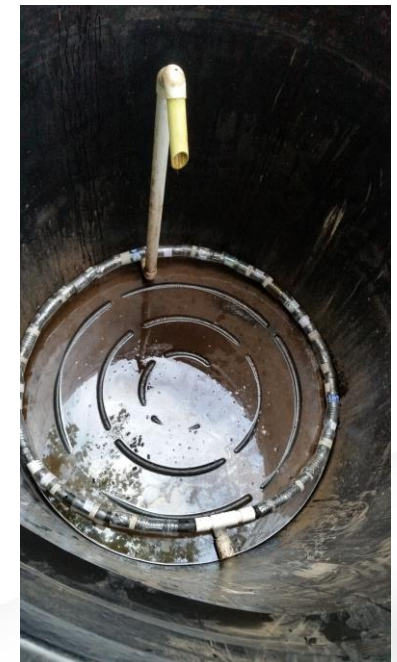
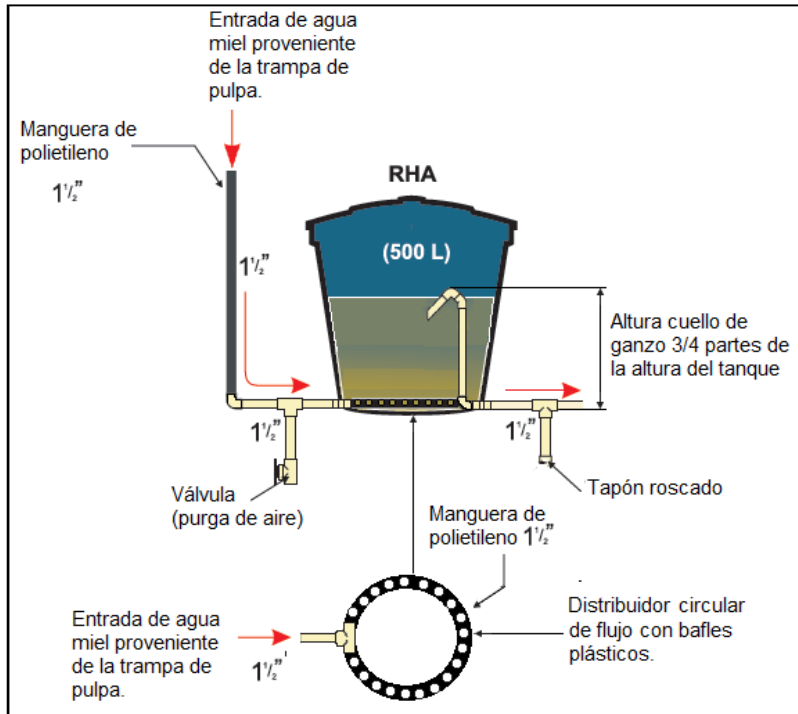
Construya y opere su sistema modular de tratamiento anaerobio para las aguas mieles



Diego A. Zambrano Franco
Nelson Rodríguez Valencia
Uriel López Posada
Andrés J. Zambrano Giraldo

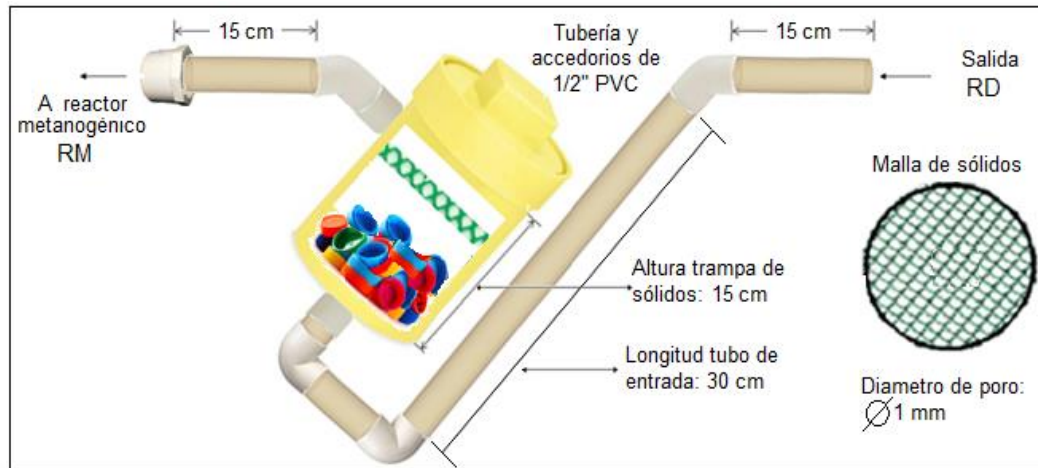
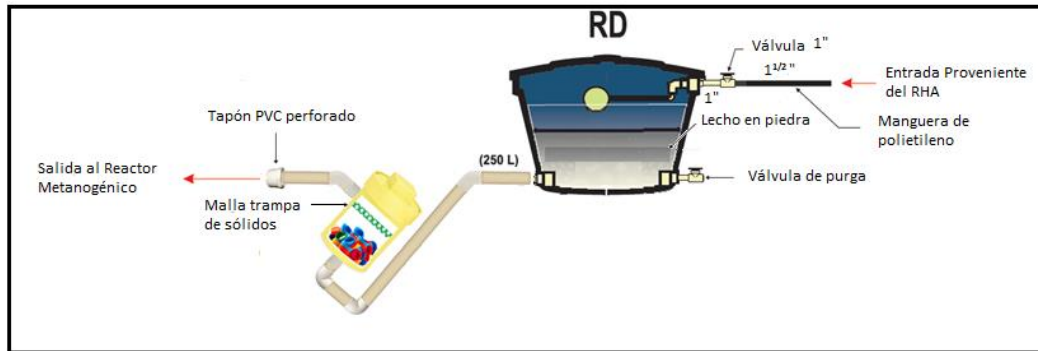
¿Qué es lo nuevo en los SMTA?

Modificaciones en el reactor hidrolítico



¿Qué es lo nuevo en los SMTA?

Modificaciones en la recámara dosificadora



¿Qué es lo nuevo en los SMTA?

Dispositivo flotante de cabeza de presión constante



Dispositivos para el óptimo funcionamiento hidráulico de los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio (SMTA)



Nelson Rodríguez Valencia
Samuel Antonio Castañeda
Andrés Felipe Osorio Ocampo
Laura Vanessa Quintero Yepes

En caso de requerir un postratamiento para los efluentes del SMTA



Construya y opere un humedal artificial para el postratamiento de las aguas residuales de su finca cafetera.

Construya y opere un humedal artificial para el postratamiento de las aguas residuales de su finca cafetera.

Nelson Rodríguez Valencia
 Laura Vanessa Quintero Yepes
 Samuel Antonio Castañeda
*Disciplina Poscosecha
 Cenicafé*

Un humedal artificial consiste en una laguna impermeabilizada, con una profundidad inferior a un metro, que puede estar empacada con grava, a la que se conducen las aguas residuales tratadas y en la cual se siembran diferentes tipos de plantas con capacidad para crecer en condiciones de alta humedad y de eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos, aún presentes en las aguas residuales tratadas, ya sea provenientes de la vivienda cafetera o del proceso de beneficio del café, permitiendo realizarles un tratamiento posterior, con el fin de mejorar su calidad, antes de ser descargadas al suelo o a cuerpos de agua superficiales.

Los humedales artificiales están aprobados por el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) para el postratamiento de las aguas residuales tratadas, como una solución apropiada desde el punto de vista técnico-económico, para las zonas rurales, con el fin de que se alcancen los parámetros de calidad exigidos por la normativa colombiana para vertimientos, sobre todo cuando las aguas tratadas son vertidas a cuerpos de agua superficiales que posteriormente se utilizan para el abastecimiento humano.

Otra de las aplicaciones de los humedales, para el postratamiento de las aguas residuales de las fincas cafeteras, está relacionada cuando sobre el vertimiento rige una normativa local, adicional a la establecida de forma general, por el Estado Colombiano, que es aún más restrictiva respecto al contenido de contaminantes presentes en las aguas residuales tratadas, sobre todo cuando se busca recuperar la calidad y la cantidad del agua superficial en cuencas prioritizadas, de acuerdo a los establecido en el decreto 1640 del 2012, relacionado con los Planes de ordenamiento en el manejo de cuencas (POMCA).

En este boletín se detallan los pasos para el diseño y dimensionamiento de los humedales artificiales para el postratamiento de las aguas residuales generadas en las fincas cafeteras, de forma que puedan cumplir con los requerimientos legales aplicables. De igual forma, se ilustra el paso a paso para la construcción de los humedales, la siembra del material vegetal, su operación y mantenimiento y el aprovechamiento de la biomasa generada.

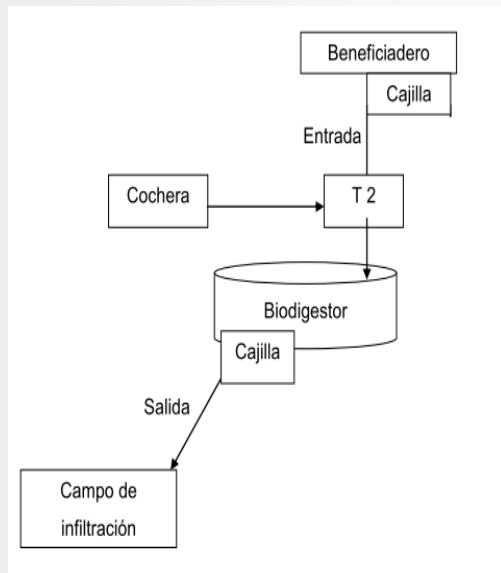


Figura 1. Humedal artificial en Cenicafé (La Granja).

Costos aproximados: \$ 800/@ cps
 Vida útil promedio de la infraestructura de 20 años.

B2. Tratamiento Anaerobio con Biodigestores.

En el biodigestor ocurre un tratamiento biológico anaeróbico del agua residual con producción de biogás. Aconsejable para producir biogás en mezcla con porquinaza.



PARÁMETRO	UNIDADES	GANADERÍA DE BOVINO, BUFALINO, EQUINO, OVINO Y/O CAPRINO	GANADERÍA DE BOVINO, BUFALINO, EQUINO, OVINO Y/O CAPRINO	GANADERÍA DE PORCINOS	GANADERÍA DE PORCINOS
		CRÍA	BENEFICIO	CRÍA	BENEFICIO
Generales					
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	500,00	900,00	900,00	800,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	250,00	450,00	450,00	450,00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	150,00	200,00	400,00	200,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00	5,00	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00	50,00	20,00	30,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

B3. Procesadores de pulpa, tipo invernadero, para el manejo de aguas residuales del beneficio.

Tratamiento Físico + Biológico

Se basan en la adición y recirculación permanente de las aguas residuales del café sobre la pulpa de café en la fosa (a través de un buen sistema de riego que permita una distribución homogénea y mediante un diseño de fosa que favorezca el efecto invernadero en su interior) y favorecida por la adsorción de las mieles y lixiviados utilizando materiales secos presentes en la finca (cascarilla de café, viruta de madera, residuos de las limpieas, etc) y el compostaje de estos materiales.



Costos aproximados: \$ 1000/@ cps
Vida útil promedio de la infraestructura de 10 años.

Ejemplos prácticos.

Estación Experimental La Catalina Pereira (Risaralda)



Producción 6200 @/año
Ecomill (1 L/kg cps)
Área de la fosa: 116 m²

Requerimientos Área = 0,02 m²/@ cps



Ejemplos prácticos.



Estación Experimental Paraguaicito Buenavista (Quindío)

Producción 2000 @/año
Becolsub (2 L/kg cps)
Área de la fosa: 55 m²

Requerimientos Área = 0,03 m²/@ cps

Diseño. Procesador de pulpa.

$$A \text{ (m}^2\text{)} = 0,004 * P \text{ (Producción anual, @ cps)} * \% SP \text{ (Producción en la semana pico, \%)}$$

Los compartimientos deben tener 1 m de altura efectiva (paredes en guadua) para el almacenamiento y fácil manejo de la pulpa. La altura a la cual se debe construir el techo de la fosa debe estar entre 2,00 y 2,50 m.

A lado del primer compartimiento del procesador de pulpa se ubica un tanque de polietileno para almacenar las aguas de lavado y junto al último compartimiento se dispone un tanque del mismo material para recoger y almacenar los lixiviados generados.

Para calcular el tamaño del tanque, en litros, en donde se almacenan las aguas de lavado, se usa la siguiente expresión:

$$Volumen TAL = \frac{2 * P * \%SP * 60}{500}$$

Para calcular el tamaño del tanque en donde se recogen los lixiviados, se usa la siguiente ecuación:

$$Volumen TL = \frac{P * \%SP * 60}{500}$$

B4. Tratamiento Químico con Calces y Sales.

Resultados Tratamiento Primario con Calces

Concentración de hidróxido de calcio (ppm)	DQO inicial (ppm)	DQO final (ppm)	Remoción DQO (%)
2800	12500	6304	49,6
3000	12500	6230	50,2
3200	12500	6337	49,3

Las dosis óptimas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ están entre 2,6 g/L (AR a 12500 ppm como DQO) y 4,6 g/L (AR a 25000 ppm como DQO).

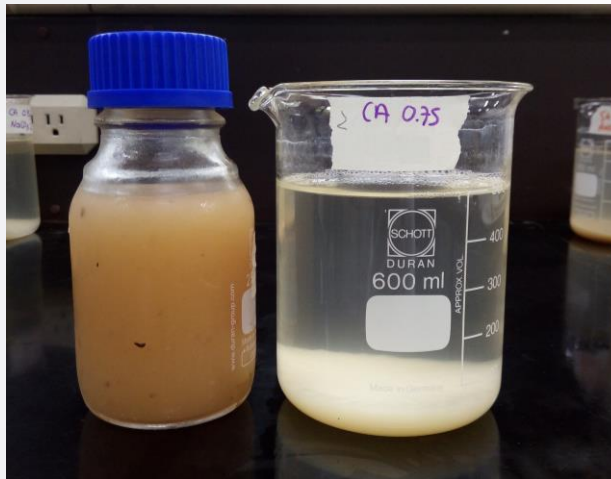


Costos aproximados: \$ 650/@ cps
Vida útil promedio de la infraestructura de 20 años.

B4. Tratamiento Químico con Cales – Sales.

Resultados Tratamiento secundario. CA: 1,5 g/L y SA: 3 g/L

Tipo de sal	DQO inicial (ppm)	DQO final (ppm)	Remoción DQO (%)
Cloruro de aluminio	6250	2160	65,4
Sulfato de aluminio	6250	2500	60,0



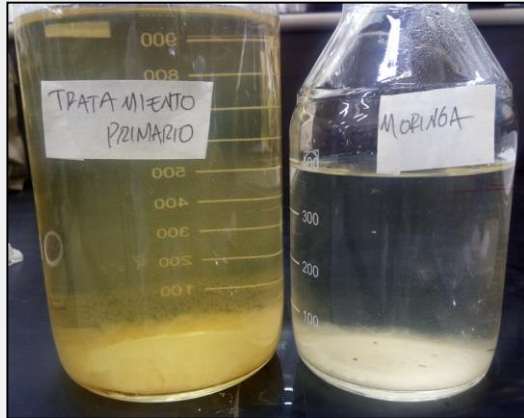
Resultados Tratamiento Primario + secundario

Tipo de sales	DQO inicial (ppm)	DQO final (ppm)	Remoción DQO (%)
Cal agrícola + Cloruro de aluminio	12500	2160	82,7
Cal agrícola + Sulfato de aluminio	12500	2500	80,0

Costos aproximados: \$ 850/@ cps
Vida útil promedio de la infraestructura de 20 años.

B5. Tratamiento natural con extractos vegetales.

Pruebas de Coagulación con *Moringa oleifera*

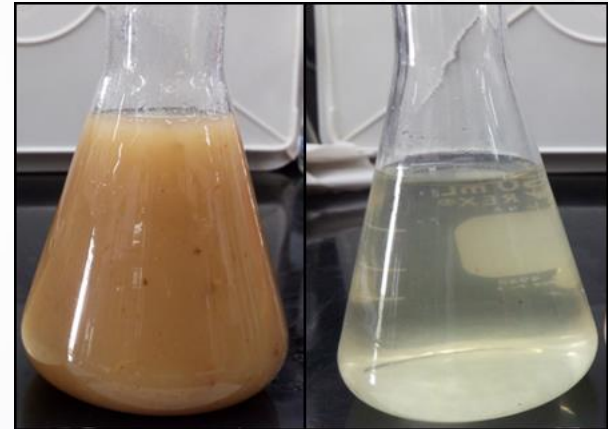


Agua miel con DQO de 12500 ppm

Dosis Moringa (ppm)	Promedio	C V (%)	Remoción (%)
6000	1731	5,43	71,15
6400	1784	3,26	70,27
6800	2035	3,24	66,07
7200	2082	2,73	65,29

Las dosis óptimas de *Moringa oleifera* están entre 5000 y 6000 ppm (5,0 g/L para agua con DQO de 25000 ppm y 6,0 g/L para agua con DQO de 12500 ppm).

Reducción de DQO entre un 65 y un 72% a partir del efluente del tratamiento primario.



Agua miel con DQO de 25000 ppm

B5. Tratamiento natural con extractos vegetales.

Comparación de los resultados con *M. oleífera* y la normativa

Parámetro	Resolución 631 de 2015	Tratamiento primario*	Coagulación con moringa*
DQO (ppm)	3000	6300	1910
SST (ppm)	800	135	88
pH (und)	5 a 9	10,0	7,10

* Valores promedio de los ensayos realizados



Aspecto de agua antes y después del tratamiento

B5. Tratamiento natural con extractos vegetales.



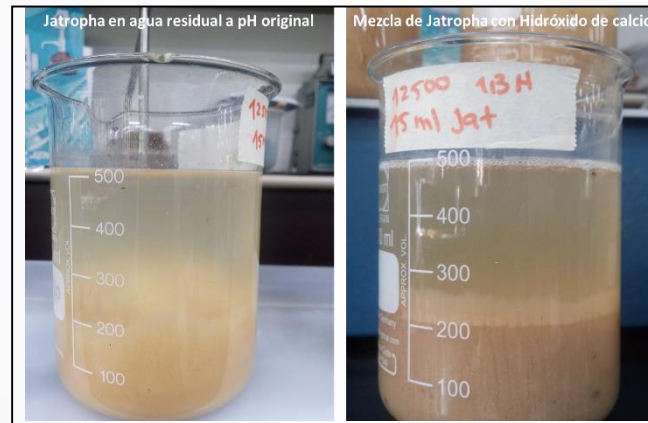
Jatropha

Pruebas de Coagulación con Jatropha curcas



Jatropha

El extracto de *Jatropha* se puede aplicar, al agua residual del beneficio del café con pH ácido, logrando remociones medias en la carga orgánica del 70%.



Cuando se aplica la *Jatropha* mezclada con el Hidróxido de calcio el material suspendido de la cal, aún sin disolver, favorece el proceso de floculación, logrando mayores eficiencias en el tratamiento de las aguas residuales. La dosis óptimas de *Jatropha* se encuentran entre 1500 y 2500 ppm (1,5 g/L para agua con DQO de 12500 ppm y 2,5 g/L para agua con DQO de 25000 ppm).

B6. Filtros verdes para el tratamiento de las aguas residuales del café.



Son los más recientes sistemas de tratamiento de aguas residuales del café, investigados por Cenicafé y que permiten cumplir con los valores de los parámetros de calidad exigidos por la autoridad ambiental para vertimientos a cuerpos de agua y al suelo.

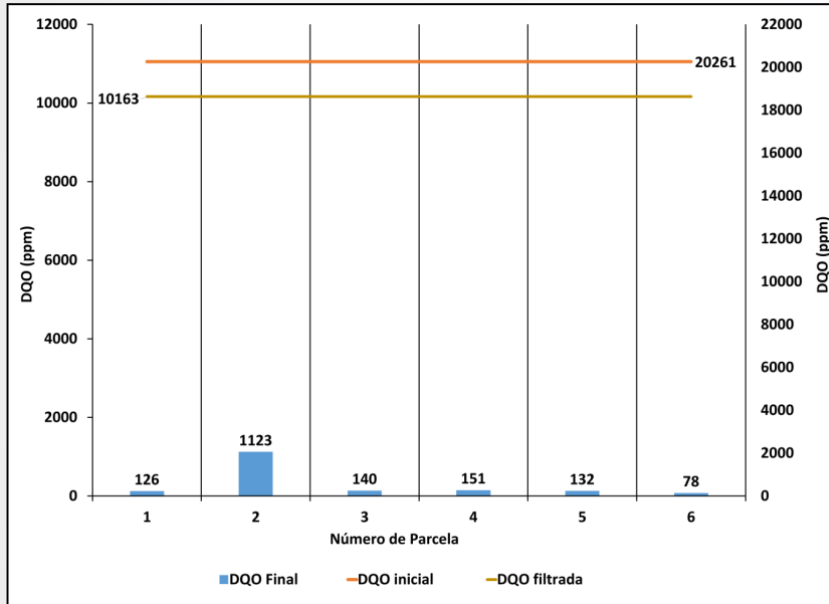
Constan de 4 unidades básicas a saber

1. Tanque de alimentación
2. Sistema de riego
3. Parcela sembrada con forraje (impermeabilizada en el suelo o levantada del mismo).
4. Tanque de drenados

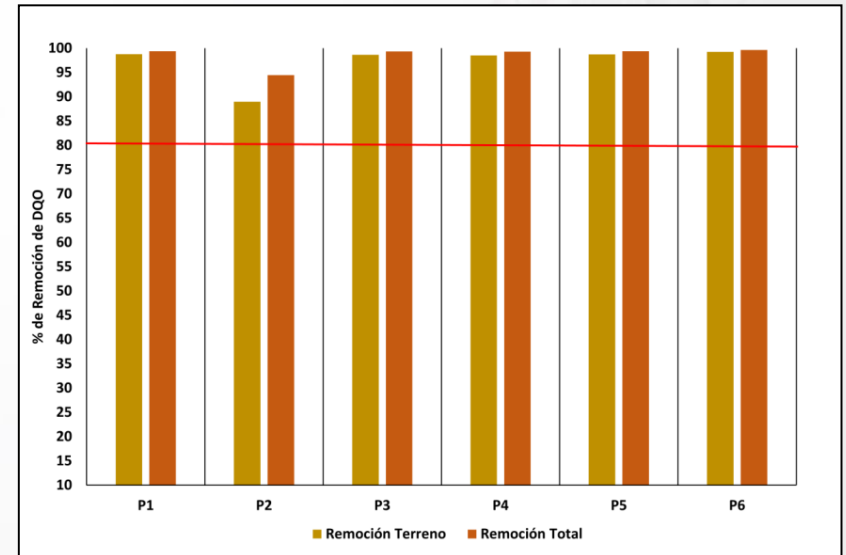


B6. Filtros verdes para el tratamiento de las aguas residuales del café.

DQO promedio de las muestras de agua antes y después del tratamiento



Remoción de la DQO



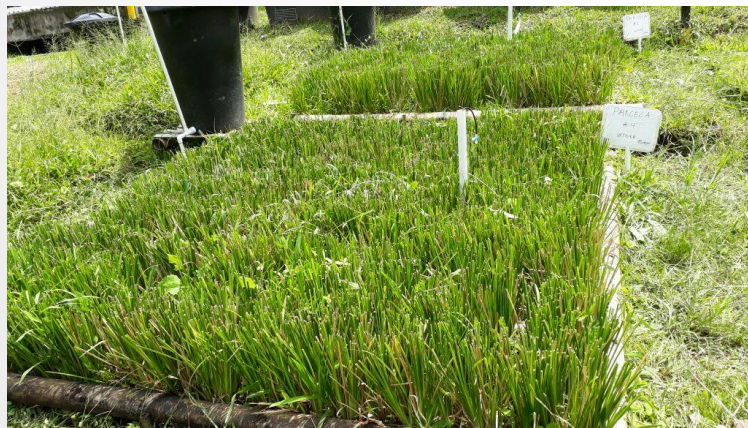
B6. Filtros verdes para el tratamiento de las aguas residuales del café.

Resultados de Carga orgánica aplicada: 4000 kg DQO /ha-d
Finca 1 ha = 12 m²

Parámetro	Tratamientos testigo						
	Inicial	T1_20 mm	Δ(%)	T3_10 mm	Δ(%)	T5_05 mm	Δ(%)
pH(unidades)	3,80	5,60	47,37	5,90	55,26	5,50	44,74
N (%)	0,18	0,12	-33,33	0,19	5,56	0,20	11,11
MO (%)	3,90	2,40	-38,46	4,10	5,13	4,20	7,69
K (cmol/kg)	0,25	0,58	132,00	1,11	344,00	0,47	88,00
Ca (cmol/kg)	1,38	2,71	96,38	3,69	167,39	2,29	65,94
Mg (cmol/kg)	0,51	1,01	98,04	1,32	158,82	0,81	58,82
Al (cmol/kg)	2,20	0,50	-77,27	0,20	-90,91	0,60	-72,73
CIC	12	11	-8,33	11	-8,33	10	-16,67
P (mg/kg)	710	456	-35,77	169	-76,20	371	-47,75
Fe (mg/kg)	528	542	2,65	637	20,64	504	-4,55
Mn (mg/kg)	25	84	236,00	70	180,00	55	120,00
Zn (mg/kg)	5,70	15,00	163,16	11,80	107,02	6,90	21,05
Cu (mg/kg)	14,70	13,70	-6,80	16,80	14,29	13,40	-8,84
B (mg/kg)	0,18	0,46	155,56	0,53	194,44	0,40	122,22
S (mg/kg)	6,80	1,40	-79,41	2,50	-63,24	1,20	-82,35



Pasto horqueta (*Paspalum notatum*) – Pasto arrocillo (*Echinochloa colona*)



Pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*)

Parámetro	Tratamientos con pasto vetiver						
	Inicial	T2_20 mm	Δ(%)	T4_10 mm	Δ(%)	T6_05 mm	Δ(%)
pH(unidades)	3,80	5,60	47,37	5,00	31,58	4,90	28,95
N (%)	0,18	0,26	44,44	0,26	44,44	0,23	27,78
MO (%)	3,90	5,80	48,72	5,80	48,72	5,10	30,77
K (cmol/kg)	0,25	0,82	228,00	0,52	108,00	0,30	20,00
Ca (cmol/kg)	1,38	3,16	128,99	2,03	47,10	1,30	-5,80
Mg (cmol/kg)	0,51	1,29	152,94	0,89	74,51	0,74	45,10
Al (cmol/kg)	2,20	0,40	-81,82	1,40	-36,36	1,80	-18,18
CIC	12	15	25,00	17	41,67	14	16,67
P (mg/kg)	710	512	-27,89	670	-5,63	960	35,21
Fe (mg/kg)	528	740	40,15	602	14,02	576	9,09
Mn (mg/kg)	25	81	224,00	58	132,00	59	136,00
Zn (mg/kg)	5,70	10,60	85,96	5,00	-12,28	6,60	15,79
Cu (mg/kg)	14,70	13,20	-10,20	10,70	-27,21	11,40	-22,45
B (mg/kg)	0,18	0,43	138,89	0,54	200,00	0,36	100,00
S (mg/kg)	6,80	2,20	-67,65	2,80	-58,82	2,90	-57,35

Caso Práctico. Implementación de la solución. ARBC Granja (10000 @/ cps –año. 1, 2 L/kg cps).



1. Excavaciones



2. Impermeabilización



3. Techado



4. Preparación del terreno para la siembra

Caso Práctico. Implementación de la solución.

ARBC Granja.



5. Siembra del material vegetal



6. Canalización del agua del SMTA al FV



7. Instalación del sistema de riego



8. Instalación del tanque de drenados

Caso Práctico. Implementación de la solución.

ARBC Granja.

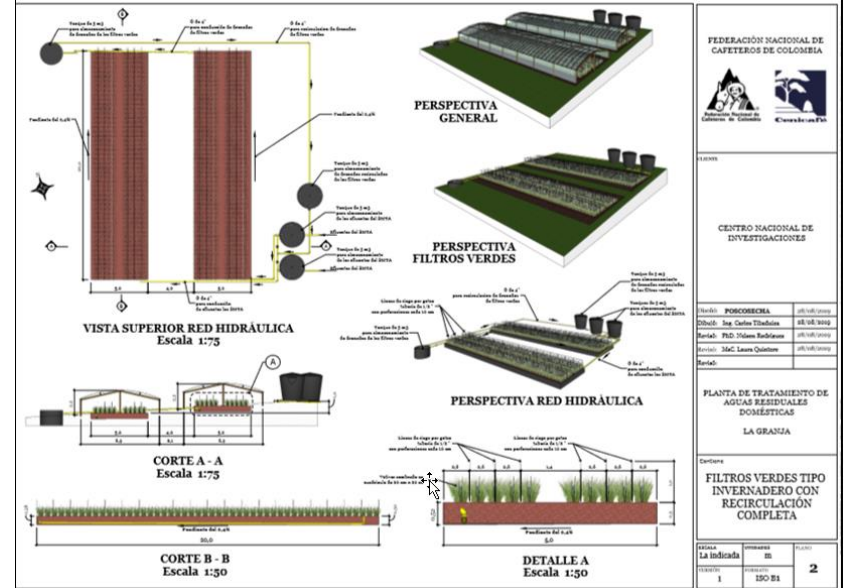



9. Vista panorámica del FV



10. Recirculación de los drenados

DQOi: 82190 ppm DQOf: 1491 ppm. Remoción 98,19%

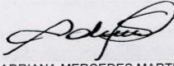



especificar esta salida como sería infiltrada en el suelo o si habría recirculación de dicho efluente. Lo anterior, teniendo en cuenta que el caudal a tratar (28.5m³/día), es mucho más alto que el de las ARD de la Granja, por lo que falta tener en cuenta consideraciones técnicas de evapotranspiración, como lo establece el artículo 180 de la Resolución No. 330 de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009".

3. Finalmente se informa que la propuesta de postratamiento con filtros verdes con recirculación total, para las aguas residuales no domésticas del beneficio de café, se considera acorde.

Cualquier inquietud con gusto será atendida.

Atentamente,



ADRIANA MERCEDES MARTINEZ GOMEZ
Subdirectora de Evaluación y Seguimiento Ambiental

Elaboró: María Carolina Rincón C. - SEySA

B7. Tratamientos físicos Deshidratación.

Cuando se realiza el beneficio ecológico con Becolsub o con Ecomill y se utiliza menos de 2 L de agua/kg de cps, es viable técnica y económicamente realizar una deshidratación de las aguas mieles, que presentan, bajo esas condiciones, contenidos iniciales de humedad cercanos al 90%, disminuyéndolos, mediante secado solar o mecánico, a valores por debajo del 60%, para después llevarlos al procesador de pulpa, sin generación de vertimientos.



Requerimientos: 12 L/m²
Sanz y Col., 2013

Tasa de evaporación en secado solar: 3,5 L/m²-d
Ramírez, 2012



Secado mecánico de los lixiviados utilizando gases de combustión de las estufas campesinas (Narváez *et al.*, 2000) ó silos de secado mecánico (Ramírez , 2011)

C. Biocama para el tratamiento de aguas contaminadas con agroquímicos.

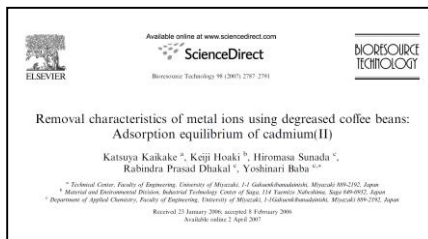
Biocama: Tiene como función retener y degradar derrames de agroquímicos en las fincas, a través de procesos de sorción y de actividad microbiana.

El suelo provee capacidad de retención y es fuente de microorganismos degradadores.

La turba contribuye con capacidad de retención y ayuda a mantener la humedad de la mezcla.

La paja estimula la actividad de hongos ligninolíticos y la formación de enzimas degradadoras de lignina.

La arcilla actúa como capa impermeable



C. Biocama para el tratamiento de aguas contaminadas con agroquímicos.

Para alcanzar el nivel de tratamiento requerido, la cama biológica debe tener por lo menos 1 m de profundidad, con un área superficial de al menos 1 m², para tratar 1000 litros de agua residual al año.

Los componentes de la biomezcla en proporciones 1:1:2, Compost:Suelo:Paja. En lugar de compost podría utilizarse residuos de las limpias de la finca y en lugar de paja se podría utilizar una mezcla de aserrín hidratado de tallos de café + pulpa de café fresca+ tusas de maíz molida e hidratada + borra de café. En lugar de césped se puede sembrar pasto vetiver y realizar cortes periódicos a 30 cm de altura.

El orden de las capas de abajo hacia arriba son: Compost (residuos de limpias), paja (aserrín + pulpa + tusas + borra) + Suelo + Césped (pasto vetiver).

Síguenos



www.cenicafe.org



agroclima.cenicafe.org



@cenicafe



cenicafé

