Sector Cafetero

CORANTIOQUIA ACTÚA

Centro Nacional de Producción Más Limpia

Manual de Gestión del Recurso Hídrico

Cuando proteges el agua, proteges la vida

Manual de Producción y Consumo Sostenible
Gestión del Recurso Hídrico
Sector Cafetero

Convenio 1506 – 93

Aunar esfuerzos para el monitoreo y seguimiento a usuarios objeto de tasa retributiva y la infraestructura de descontaminación, que se enmarcan las políticas de GIRH, producción y consumo sostenible

Alejandro González Valencia
Director General Corantioquia

Juan David Ramírez Soto
Subdirector Calidad Ambiental Corantioquia

Diana Jaramillo
Sebastián López Gómez
Carlos David Rodríguez
Edgar de Jesús Vélez
Gloria Cecilia Araque
Supervisores Convenio

Natalia Echavarría
Nicolás Atehortúa
Olga Tobón
Investigación CNPMLTA

Olga Tobón
Textos

Comunicaciones CNPMLTA
Diseño y Diagramación

Edgar Vélez
Revisión

2016

"Permitida la reproducción parcial o total de esta publicación con fines pedagógico citando las respectivas fuentes"

Tabla de contenido

1 1. Introducción

3 2. ¿Qué es producción sostenible de café?

- 2.1 Los estándares de calidad vs. protección del agua y el suelo en producción sostenible de café
- 2.2 ¿Qué es un café especial?
- 2.3 Cafés especiales colombianos
- 2.4 Clasificación de los cafés especiales en Colombia
- 2.5 Producción de cafés especiales en Antioquia

18 3. Marco jurídico

- 3.1 Normatividad vigente de usos y vertimientos de agua aplicada al sector

21 4. Diagnóstico del sector

- 4.1 Estructura del sector en el departamento de Antioquia
- 4.2 Situación actual del beneficio de café en Antioquia
  - 4.2.1 ¿Cuál es el origen de la contaminación en el proceso de beneficio de café?
  - 4.2.2 ¿Cuál es la solución para evitar la contaminación?

27 5. Descripción de los procesos de beneficio de café en Colombia e indicadores ambientales

- 5.1 Proceso convencional de beneficio del café
- 5.2 Beneficio ecológico de café vía húmeda
- 5.3 Beneficio ecológico de café – cero vertimientos

37 6. Medidas de producción más limpia

- 6.1 Regulación del caudal en el beneficio ecológico
  - 6.1.1 Optimizar los sistemas de tratamiento de aguas residuales
  - 6.1.2 Uso eficiente del agua en el proceso de beneficio en húmedo
- 6.2 Valorización de residuos del proceso de beneficio de café
  - 6.2.1 Residuos obtenidos del beneficio de café

51 8. Anexos

- 8.1 **Anexo 1.** Límites permisibles beneficio de café ecológico y tradicional
- 8.2 **Anexo 2.** Modelo de cálculo tasas retributivas
- 8.3 **Anexo 3.** Modulos de consumo y factor de vertimiento
- 8.4 Módulos de consumo de agua y factor de vertimiento
  - 8.4.1 Metodología cálculo de módulos de consumo

66 7. Bibliografía

Listado de Tablas y Figuras

TABLAS

16 **2.1** Programas de café especiales – 2012-2013-2014

22 **4.1** Consumo de agua en el beneficio tradicional

23 **4.2** Producción estimada de café en Antioquia 2012-2013 – 2014

23 **4.3** Indicadores consumo y contaminación del beneficio de café

24 **4.4** Consumo de agua y carga contaminante del beneficio de café anual en Antioquia

26 **4.5** Contaminación de las fuentes de agua

30 **5.1** Tipos de beneficiaderos convencionales

36 **5.2** Tipos de beneficiaderos ecológicos

37 **5.3** Tipos de beneficiaderos ecológicos sin vertimientos

38 **6.1** Caudal de agua recomendado para los diferentes módulos becolsub

41 **6.2** Especificaciones del sistema de control de placa de orificio

46 **6.3** Mecanismos de remoción de los contaminantes y eficiencia

49 **6.4** Residuos obtenidos en el proceso de beneficio e industrialización de 1.000g de café cereza.

50 **6.5** Bioetanol obtenido por cada millón de sacos de café verde producido.

FIGURAS

18 **3.1** Marco jurídico general

22 **4.1** Monsumos de agua y generación de vertimientos proceso tradicional

28 **5.1** Distribución de los componentes del fruto de café

28 **5.2** Relación café en cereza y cps

29 **5.3** Diagrama del proceso de convencional de beneficio de café

33 **5.4** Proceso de beneficio ecológico

39 **6.1** Esquema de un sistema para suministrar el caudal de agua a un desmucilaginador con bomba.

40 **6.2** Arreglo con flotador y motobomba sumergible para suministrar constantemente agua a desmucilaginadores de 300 kg/h de café cereza

41 **6.3** Suministro de agua por gravedad – placa de orificio – módulos de 300 kg/hora

42 **6.4** Rotámetro instalado en una tubería.

44 **6.5** Sistema modular de tratamiento anaérobico – smta

46 **6.6** Humedal tratamiento terciario de las aguas mieles del café

47 **6.7** Recirculación de agua en beneficio húmedo de café

57 **7.1** Diagrama de consumos de agua proceso húmedo del beneficio de café

1. Introducción

A partir de las visitas técnicas y el seguimiento realizadas a las Fincas productoras de café en los Municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, se elabora el presente manual con el objeto de impulsar el desarrollo de procesos de beneficio de café que impulsen a los productores a proteger, preservar y cuidar el medio ambiente para conseguir la sostenibilidad ambiental, social y económica de las zonas cafeteras del Departamento.

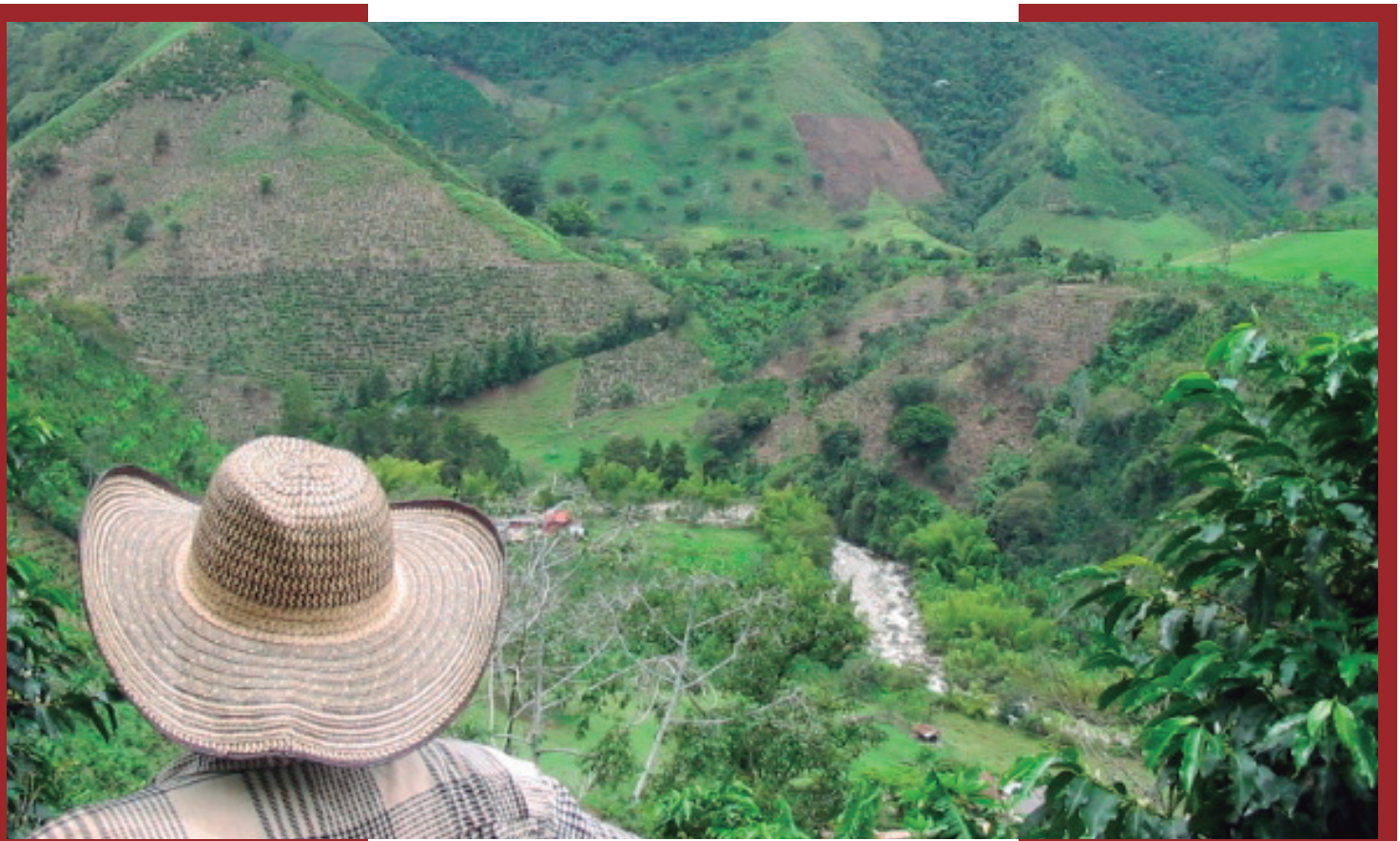
El manual hace énfasis en la gestión del recurso hídrico con el objeto de apoyar a las empresas al cumplimiento de la normatividad de vertimientos de aguas residuales, decreto 3930 de 2010 y la resolución 631 de 2015 y el cálculo del pago de las tasas retributivas. El 49% del suelo agrícola en Antioquia se destina a la producción de café; de los 125 municipios que conforman el departamento, 94 se dedican a la caficultura. En 2012 se registraron 133.123 hectáreas sembradas en 119 mil fincas pertenecientes a 90 mil caficultores, los cuales representan el 16% del país , en el 2014 las Ha de café sembradas en Antioquia pasaron a 131.000 (112.000 fincas), con una producción de 110.040 Toneladas de CPS.

[1] Caficultura Sostenible – Congreso Nacional de cafeteros – 2012, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

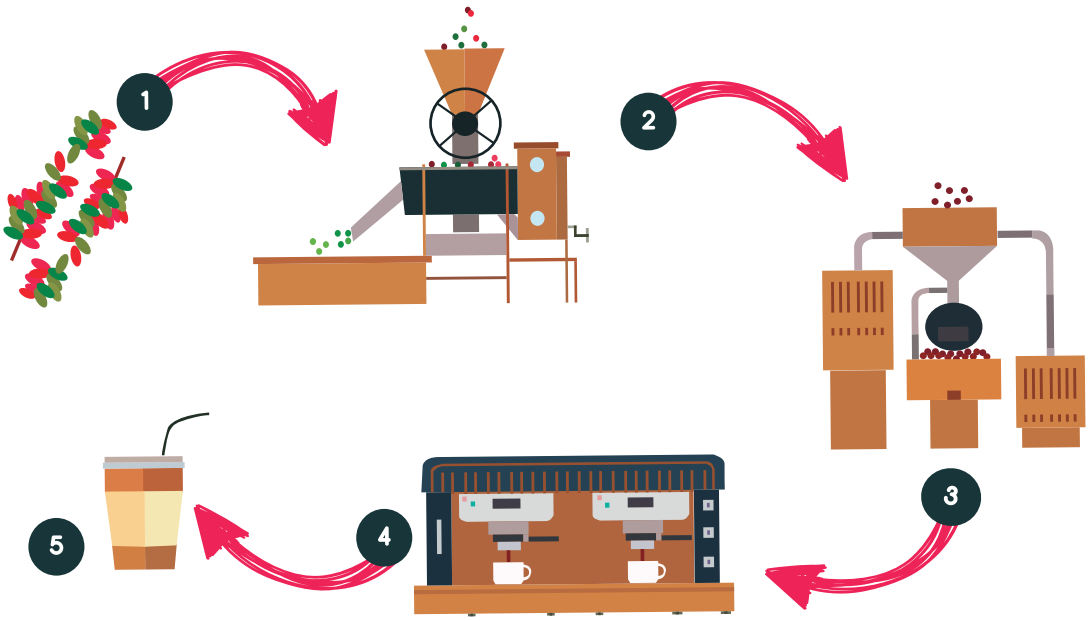
Del 2012 al 2014 la reconversión de beneficios tradicionales a ecológicos ha pasado del 7% al 23% en el 2014, con esta reconversión el consumo de agua paso de 4.154.354 m3 de agua (37,2 litros/kg CPS) a 3.418.985 (31,1 litros/kg CPS), lo que representa una reducción del 18% del consumo de agua, un porcentaje muy bajo frente a la disponibilidad de las tecnologías de bajo consumo desarrolladas por CENICAFÉ, probadas con éxito para la producción de cafés especiales.

Con respecto a la carga contaminante la producción de CPS en el 2014 la carga de DBO5 se estima en 25.109 Ton y de SST 23.830 esta carga contaminante representa un pago de Tasa retributiva de aproximadamente 4.000 millones de pesos en un año lo que equivale a $38/Kg CPS, en cuanto a las tasas por uso el consumo de agua representa un costo de tasa por uso de aproximadamente 2 millones seis cientos mil pesos lo que equivale a 0,024 $/Kg CPS.

Las cifras actuales en consumos de agua y carga contaminante del beneficio de café en Antioquia muestran que los esfuerzos hasta ahora hechos por los gremios cafeteros apenas han reducido en un 18% los consumos de agua y un 17 % la carga de contaminación, lo que indica que se deben continuar aunando esfuerzos para mejorar el desempeño ambiental de este importante renglón de la economía en Antioquia, CORANTIOQUIA a través de este manual hace un aporte de buenas prácticas en la gestión del recurso hídrico.



2. ¿Qué es producción SOSTENIBLE de café?



El término **"café sostenible"** se usa generalmente para describir al café certificado como orgánico o comercio justo[2]. No es un término muy preciso porque no hay un método de medición definitivo. La sostenibilidad – la capacidad de un entorno o un sistema para mantenerse diverso y productivo por un largo periodo – depende de muchos factores.

En las décadas recientes, la preocupación por los efectos de la producción de café en el medio ambiente y la economía de países en desarrollo ha impulsado el crecimiento del café sostenible, lo que ha llevado a que se hayan desarrollado múltiples programas de sostenibilidad en la producción de café, entre los cuáles se destacan los siguientes[3]:

[2] https://www.nescafe.com.pe/cafe_sostenible_es_pe.axcms
[3] http://www.ico.org/es/sustaininit_casp?section=Acerca_del_caf%E9

Programas de sostenibilidad

Certificaciónes de:

Comercio Justo

El etiquetado de "Comercio Justo" es un sistema internacional de criterios con respecto a los productores y las condiciones de comercio para sus productos que garantiza que los agricultores y trabajadores y sus familias más marginalizados en 59 países en desarrollo estén adecuadamente protegidos y puedan construir un futuro sostenible.

La marca "Comercio Justo" garantiza a los comerciantes al por menor y a los consumidores que los productores de "Comercio Justo" en los países en desarrollo obtienen un trato justo por su trabajo, esta certificación garantiza también la adherencia a rigurosas normas sociales que fomentan condiciones de trabajo saludables y prohíbe el trabajo de menores. Sus normas ambientales garantizan que no se degradarán los sistemas ecológicos naturales y que se usará la tierra cultivada de forma sostenible.

Producto Orgánico

Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM).

Las normas básicas de IFOAM deberán ser consideradas normas de referencia básica con respecto a la agricultura orgánica mundial.

Si bien muchas personas entienden que la agricultura orgánica consiste en la prohibición de usar productos agroquímicos sintéticos, las normas de producto orgánico comprenden también, entre otras cosas, la conservación de la naturaleza mediante la prohibición de despejar sistemas ecológicos primarios, la conservación de la biodiversidad, la conservación del suelo y el agua, la prohibición de usar organismos modificados genéticamente, la diversidad en la producción de cultivos y el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la actividad biológica. En 1996 se introdujo también un capítulo básico sobre justicia social, cuya ejecución está a cargo de organismos acreditados de certificación IFOAM. –

Rainforest Alliance

Muchas fincas cafeteras están situadas en zonas consideradas de alta prioridad en cuanto a conservación. La Rainforest Alliance y sus grupos asociados en la Red de Agricultura Sostenible (SAN) han demostrado que las fincas cafeteras tradicionales y con bosque son paraísos para la flora y fauna natural, esta certificación está encaminada a mantener la biodiversidad en las zonas de producción, al tiempo que se esfuerza por lograr unas condiciones de vida sostenibles para los agricultores, los trabajadores en las plantaciones y la población local. Esta certificación también garantiza que los agricultores reciban ayuda en cuanto a mejor gestión agrícola, influencia en la negociación y acceso a mercados con prima; que los trabajadores agrícolas sean tratados con respeto, reciban salarios justos, estén adecuadamente equipados y tengan acceso a educación y Medicare. Con la puesta en práctica del sistema SAN de gestión agrícola sostenible los agricultores pueden controlar los costos, adquirir mayor eficiencia y mejorar la calidad del cultivo.

3

Smbc "Favorable a las Aves"

El programa de certificación del Centro Smithsoniano de Aves Migratorias para el café cultivado en la sombra promueve el cultivo de café que es viable desde el punto de vista económico, ambiental y sociocultural. El café que se cultiva a la sombra de las copas de los árboles y no en tierra despejada en la que no hay otra vegetación, proporciona un hábitat a una serie de especies, no solo de aves migratorias, sino también de orquídeas, insectos, mamíferos tales como murciélagos, reptiles y anfibios.

Los árboles de sombra protegen a los cafetos de la lluvia y el sol, ayudan a mantener la calidad del suelo, reducen la necesidad de hacer deshierbe y ayudan a controlar las plagas, y la materia orgánica de los árboles de sombra reduce la erosión, aporta nutrientes al suelo y previene la toxicidad metálica

El café cultivado a la sombra recibe la etiqueta de "favorable a las aves" del Centro Smithsoniano si las condiciones de cultivo cumplen las normas de producción orgánica, así como otros criterios tales como altura de las copas de los árboles, cubierta de follaje y número de especies de aves.

4

El Centro Smithsoniano enseña a los organismos de certificación a reconocer esos criterios y a efectuar evaluaciones de "favorable a las aves" al mismo tiempo que inspeccionan las fincas con respecto a normas de producción orgánica. Los agricultores se ofrecen de voluntarios para la inspección y no pagan nada al Centro..

Certificación Utz

La certificación Utz de Código de Conducta establece una serie de criterios sociales y ambientales para prácticas responsables de cultivo de café y gestión agrícola eficaz, que incluye normas relativas a mantenimiento de registros, uso documentado y reducido al mínimo de productos agroquímicos para protección del cultivo, protección de derechos laborales y acceso a asistencia médica y educación para los empleados y sus familias. Los productores de café que tienen el CERTIFICADO UTZ están sujetos a inspecciones anuales efectuadas por certificadores independientes para asegurarse de que cumplen los requisitos del Código de Conducta. Un sistema en Internet de rastreo y seguimiento sigue la pista del café CERTIFICADO UTZ por toda la cadena, desde el agricultor al tostador. Eso hace que los compradores puedan saber de dónde procede de verdad el café que compran.

5

Iniciativas sectoriales participantes múltiples

El Código Común para la Comunidad Cafetera (CCCC)

La Asociación del CCCC (4C) es una asociación de afiliación abierta e inclusiva en la que participan productores de café, el comercio y la industria y la sociedad civil. El Código de Conducta del CCCC comprende 28 principios sociales, ambientales y económicos en la cadena de oferta de café verde –agricultores, plantaciones, organizaciones de productores, fincas, fábricas, exportadores y comerciantes– y establece requisitos básicos para la producción, elaboración y comercio sostenible del café y la eliminación de prácticas inaceptables.

El código facilita un proceso dinámico de mejora proporcionando orientación y dedicación a la mejora continua. El CCCC ayuda a los agricultores, en especial a los agricultores en pequeña escala, y a sus asociados comerciales, a pasar de la sostenibilidad básica a criterios más exigentes.

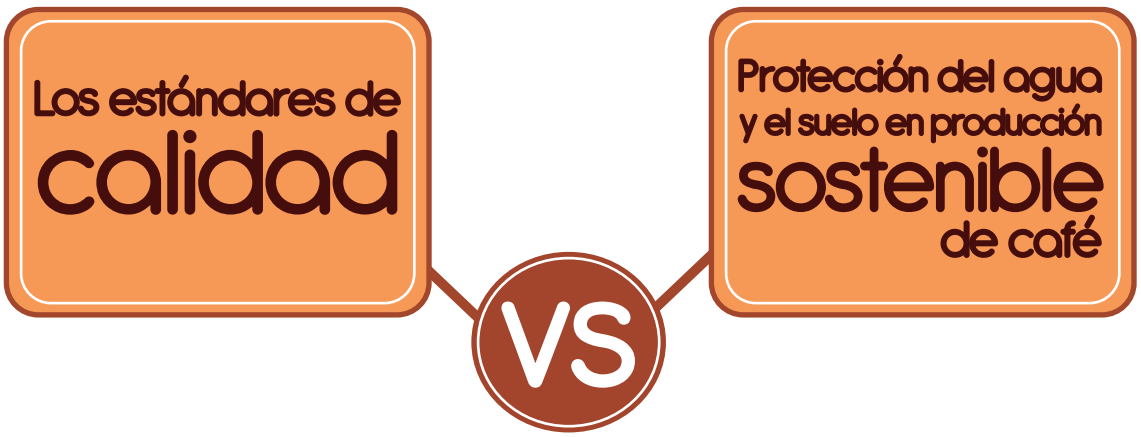
Programas Empresariales

Nespresso ecolaboration

Nespresso trata de proteger los sistemas ecológicos del café mediante la promoción de mejores prácticas agrícolas sostenibles en la conservación de sistemas ecológicos, protección de la flora y fauna natural y conservación del agua. Proporcionan a los agricultores formación en agricultura sostenible agrónomos de Nespresso, abastecedores de café y especialistas de la Red de la Agricultura Sostenible (SAN), una coalición de importantes grupos de conservación. El Programa Nespresso AAA de Calidad Sostenible del Café se propone asegurar el cultivo del café de más alta calidad de forma que sea sostenible desde el punto de vista del medio ambiente y beneficioso para las comunidades agrícolas.

Prácticas C.A.F.E de Starbucks

Starbucks define la sostenibilidad como un modelo viable desde el punto de vista económico que aborda la necesidades sociales y ambientales de todos los participantes en la cadena de la oferta, desde el agricultor al consumidor. El Programa C.A.F.E. de Starbucks evalúa la producción sostenible de café conforme a cuatro categorías: calidad del producto, responsabilidad económica, responsabilidad social y liderazgo ambiental. El programa fue formulado con ánimo de establecer criterios de calidad para los productores, elaboradores y vendedores y alentar la cooperación y responsabilidad compartida en toda la cadena de la oferta. Aborda cuestiones críticas tales como, entre otras, conservación del agua, condiciones laborales, incluidas políticas y prácticas de contratación, y conservación de la biodiversidad.



Conservación del suelo y manejo de residuos

certificación	conservación del suelo	manejo de residuos
Utz Kapeh	Manejo del suelo y del sustrato: Las técnicas del cultivo deben reducir la erosión.	Control de la contaminación reciclaje y reutilización de basuras: Los subproductos del café deben reutilizarse como fertilizantes o fuente de energía. El pergamino no debe quemarse. La finca debe emplear un plan de gestión de desechos para evitar o reducir la basura y para animar a la disposición apropiada de basuras no-reutilizables, a excepción de quemarse.
Rainforest Alliance	Conservación del suelo: Un plan de manejo de suelos debe ejecutarse para aumentar la salud y fertilidad del suelo y reducir la erosión. Las fincas nuevas deben estudiar la conveniencia de cultivar según la clasificación del suelo.	Manejo de desechos: Se debe emplear un sistema de manejo de desechos para reducir la producción de basuras, para aumentar la reutilización y el reciclaje en lo posible, y para proporcionar la disposición sanitaria de basuras residuales.
Starbucks	Conservación del suelo: Las prácticas deben controlar la erosión y debe aumentarse la fertilidad por medios orgánicos.	Manejo de desechos: Debe implementarse un sistema de gestión de desechos para reducir el impacto de los subproductos en el ambiente.
IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica, siglas en inglés)	Conservación del suelo y del agua: Es necesario prevenir la erosión, no quemar la vegetación, mantener la fertilidad del suelo con enmiendas naturales y el reciclaje de nutrientes. El agricultor debe prevenir la salinización del agua. Los recursos hídricos deben manejarse de manera sostenible. Fertilidad y fertilización de suelo: La fertilidad de suelo será mantenida o aumentada por medio del uso de un sistema basado en enmiendas y reciclaje, empleando materiales de origen microbiano o animal.	Evitar toda forma de contaminación: El uso de materiales sintéticos como redes y barreras será limitado, deben ser de polietileno o polipropileno, y después de usarlos deben ser quemados en los lotes de cultivo.

	Todas las enmiendas del suelo deben ser las aprobadas por los organismos que emiten los estándares y deben aplicarse de manera que se proteja el suelo, el agua y la biodiversidad. Los fertilizantes minerales naturales pueden aplicarse solamente si son parte del programa que incluya la aplicación o la práctica de métodos orgánicos como abonos verdes. Los residuos humanos se prohíben para aplicación en cultivos de consumo humano. Diversidad en la producción vegetal: Para las cosechas perennes o rotativas, la empresa certificadora fijará los estándares mínimos para el establecimiento de coberturas vegetales del suelo, que sirvan de hospederos de plagas y enfermedades y que contribuyan al mantenimiento de la salud del suelo.	
Comercio justo	Protección del medio ambiente: Seguir la legislación internacional sobre la protección de recursos y ecosistemas naturales y la erosión. La mayoría de los productores orgánicos asociados en una cooperativa deben producir café bajo sombra.	Protección del medio ambiente: Seguir la legislación internacional sobre el uso de pesticidas y manejo de desechos.
Código de conducta 4c	Verifica si se aplican medidas para proteger el suelo de la erosión, con vegetación y/o residuos vegetales y/o un mínimo de labranza y otras técnicas de conservación de suelos.	Se identifican los distintos tipos de desechos generados dentro de la Unidad 4C y Se aplican prácticas de reutilización, reciclado y eliminación segura según cada tipo de desecho.

Conservación del Agua

certificación	conservación del agua
Utz Kapeh	Irrigación y ferti-irrigación: Las aguas residuales no deben usarse para riego. Así mismo, es necesario evaluar anualmente el potencial de contaminación del agua y mantener los registros para probar las acciones tomadas. El agua de irrigación debe extraerse de fuentes sostenibles.

Rainforest Alliance	**El recurso agua:** Las fuentes de agua deben estar separadas de los cultivos y no se debe alterar su curso natural. El uso del agua debe reducirse al mínimo y reciclarse en lo posible. Los caficultores deben propender por no contaminar los acuíferos. El agua empleada en el proceso de beneficio debe filtrarse y tratarse antes de devolverla a la naturaleza, todas las fuentes de contaminación del agua, incluyendo agroquímicos, deben eliminarse o reducirse a niveles nacionalmente aceptables. La salud del recurso de agua debe ser supervisada y mantenida.
Starbucks	Reducción del uso del agua: El proceso debe reducir al mínimo el uso de agua. Limpiar el agua: El proceso debe prevenir la contaminación superficial y subterránea del agua. Zona tapón: Las fuentes de agua deben estar separadas de los cultivos y no se debe alterar su curso natural.
IFOAM	Conservación del suelo y del agua: El caficultor debe prevenir la salinización del agua. Los recursos de agua deben manejarse de manera sostenible
Comercio justo	Protección del medio ambiente: Seguir la legislación internacional sobre la protección de los recursos naturales y los ecosistemas.
Código de conducta 4C	Se identifican las fuentes de agua y se las conserva mediante reciclado, usando volúmenes menores que puedan no poner en peligro la sostenibilidad. Se hace un uso eficiente del agua para el beneficio del café e irrigación. En el caso de los pequeños agricultores, hay evidencias de que la Entidad Administradora está facilitando capacitaciones sobre el uso más eficiente del agua. A nivel de procesamiento, se hacen mediciones del uso del agua y se documentan de manera de mostrar un uso eficiente. **Con respecto a las aguas residuales:** •No se están descargando directamente a los cursos de agua las aguas residuales provenientes de las instalaciones de procesamiento central ni del sistema de aguas domésticas de las viviendas de los trabajadores. •Se aplica un sistema de tratamiento de las aguas residuales provenientes del beneficiado húmedo y del sistema de aguas domésticas. •Las aguas residuales tratadas cumplen con los parámetros especificados por la legislación nacional/local antes de su descarga, y están disponibles los resultados de los análisis. •Las estaciones de lavado centrales hacen análisis de aguas residuales una vez por cada temporada de cosecha, confirmando que se ajustan a la legislación nacional antes de la descarga; los resultados de los análisis están disponibles.

¿Qué es un café especial?[4]

Café Especial

Conserva sus caracteristicas en la cadena productiva

- **Sensoriales**: Olfativas, visuales y gustativas
- **Físicas**: Forma, tamaño, humedad, apariencia y defectos
- **Procesos finales**: Tostión, molienda y preparación
- **Practicas culturales**: Recolección, lavado y secado

caracteristicas que los distinguen del común de los café y los clientes estan dispuestos pagar un precio mayor

[4] CENICAFÉ – libro Sistemas de Producción capítulo 10

Clases de Café especial:

Cafés de Origen

Provienen de un país, región o finca, con un sinnúmero de cualidades únicas, debido a que crecen en sitios especiales, y que son vendidos al consumidor final sin ser mezclados con cafés de otras calidades o con cafés de otros orígenes.

Marcas más reconocidas:

- Granos de Moca de Yemen Java,
- Sumatra y Celebese de Indonesia;
- Blue Mountain de Jamaica;
- Cona de Hawaii;
- Antigua de Guatemala
- Terrazú y Tres Ríos de Costa Rica
- AA de Kenia y
- Supremos de Colombia.

Cafés orgánicos

Cultivados sin el empleo de Agroquímicos como fertilizantes, fungicidas e insecticidas. Para la venta de estos cafés el caficultor debe tener una certificación emitida por una entidad certificadora orgánica con reconocimiento mundial. Las plantaciones que se destinen para tal fin deben someterse a un proceso de desintoxicación o transición, el cual oscila entre 2 y 3 años antes de ser certificados y vendidos como cafés orgánicamente cultivados. Los cafés orgánicos son el 0,5% de los cafés especiales.

Cafés saborizados

Son cafés que durante o después de su proceso de tostión, se les incorpora una resina con sabor a vainilla, chocolate, fresa, nuez y amaretto, entre otros. Son considerados el producto estrella de los cafés especiales. Los cafés saborizados son el 40% de los cafés especiales

Cafés de alta tostión

Se consideran aquellos cafés cuyo grado de tostión es superior al tradicional, y están destinados a la preparación de cafés expresos y capuchinos. No necesariamente utilizan cafés de un solo origen, sino que pueden ser mezclas. Los cafés de alta tostión son el 15% de los cafés especiales.

Cafés descafeinados

Son aquellos que se someten a un proceso para extraer la cafeína que contiene el grano verde. Los cafés descafeinados son el 10% de los cafés especiales

Cafés especiales colombianos

De acuerdo con la evolución de la caficultura en el mundo, el programa de Cafés Especiales Colombianos comenzó con la investigación sobre las propiedades de algunas variedades de cafés cultivadas en regiones y zonas específicas del territorio nacional. Los consecuentes resultados fueron producto de características únicas, que se han convertido en claras preferencias por consumidores de café en todo el mundo.

El programa de cafés especiales en Colombia tiene como objetivo posicionar cafés de excelente calidad, distinguibles y consistentes; ofreciendo a su vez, una oportunidad de mejoramiento en los ingresos de los Caficultores. Así mismo, se justifica que La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia sea la exportadora de Cafés Especiales, para garantizar que los sobreprecios obtenidos en el mercado Internacional se transfieran totalmente a los productores de los cafés, principales responsables de las condiciones excepcionales de los mismos

Clasificación de los cafés Especiales en Colombia

CAFÉS DE ORIGEN

Exóticos

Son cafés cultivados en zonas determinadas bajo condicones excepcionales. Por tanto, poseen características sensoriales y organolépticas que permiten obtener una taza de altísima calidad.

Regionales

Son aquellos cafés que provienen de una región específica reconocida por sus cualidades particulares. Se le ofrece al conumidor final puros, sin mezclar con productos de otros orígenes.

De Finca

Son producidos en una sola finca, que provienen de un solo cultivo, tienen un beneficio centralizado y ofrecen un producto sobresaliente en calidad, la cual es consistente en el tiempo.

CAFÉS DE PREPARACIÓN

Caracol

Son cafés cultivados en zonas altas de los cuales se seleccionan los granos en forma de caracol, que producen una taza única de alta acidez.

Supremos

Son cafés que se ofrecen de acuerdo a una clasificación granulométrica o tamaño del grano, tales como: Supremos (malla # 17 arriba), extra o Especial (malla # 16 arriba), Europa (malla #15 arriba).

Selectos

Producen de una mezcla balanceada de varios tipos de café y que dan como resultado una taza de excepcional calidad.

CAFÉS SOSTENIBLES

Precio Justo o Social

Son cafés producidos por pequeños productores asociados en cooperativas y que tienen un precio mínimo de compra garantizado. Las relacioes comerciales están basadas en el respeto y beneficio mutuo de las partes.

Se valra el trabajo de los productores, las leyes laborales, la seguridad social, la salubridad y el respeto por la conservación de los recursos naturales.

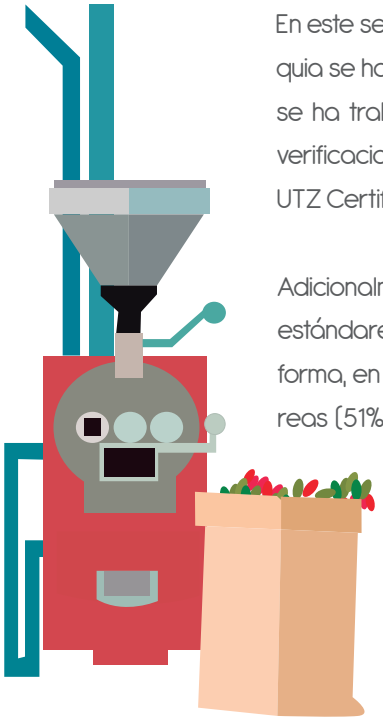
Orgánicos

Son los cafés cultivados sin la utilización de productos Agroquímicos como fungicidas, herbicidas, insecticidas y fertilizantes.

Normalmente, se comercializan con una certificación expedida por una firma especializada, encargada de inspeccionar y vigilar las prácticas del cultivo, su proceso de trilla, almacenamiento y transporte.

Amigable con las aves o de sombra

Este café crece y se cultiva a la sombra de una cubierta arbórea, en contraste con las fincas cafeteras en las que el café se cultiva a plena exposición solar, o aquellas completamente tecnificadas que tienen muy pocos árboles o carecen de ellos totalmente.



En este segmento, con el apoyo del Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia se han desarrollado programas de Producción de cafés especiales para ello se ha trabajado en varios proyectos de cafés sostenibles con certificaciones o verificaciones internacionales que incluyen estándares como Rainforest Alliance, UTZ Certified, Fairtrade y 4C (código común para la comunidad cafetera.

Adicionalmente, con el apoyo de Expocafé, se han implementado proyectos de estándares privados como Café Practices (Starbucks) y Nespresso AAA. De esta forma, en 2012, se encontraban vinculados 23.895 caficultores con 68.343 hectáreas (51%) certificadas o verificadas en cafés sostenibles, para el 2013 el comité departamental de cafeteros de Antioquia registro 36.461 caficultores vinculados con 123.000 Ha certificadas (90%), sin embargo para el 2014 los cafeteros vinculados y las hectáreas volvieron a las cifras del 2012, no hay registros ni reportes que expliquen este cambio, la razón puede ser pérdida de certificaciones por no cumplir con los estándares exigidos, **(ver Tabla 4.1).**

Tabla 2.1
Programas de café especiales - 2012-2013-2014[5]

Programa	2012		2013		2014	
	Caficultores vinculados	Áreas en Café (Ha)	Caficultores vinculados	Áreas en Café (Ha)	Caficultores vinculados	Áreas en Café (Ha)
4C	9.191	39.761	11.873	47.106		
CCA FLO	9.356	13.700				
Coopeoccidente FLO	3.234	4.750				
Nespresso AAA	1.889	3.760	14.80	2.929		
Rainforest Alliance	95	3.439	100	3.452		
UTZ Certified	95	2.802	120	3.547		
Asorenacer FLO	35	131				
FAIRTRADE						

[5] Informes del comité departamental de cafeteros de Antioquia 2012 - 2013 - 2014

CAFE Practices			5.751	16.279		
Total	23.895	68.343	36.461	123.459	22.332	68.OOO
Áreas sembradas		133.OOO		137.OOO		131.OOO
% Hectáreas certificadas		51%		90%		52%

PROYECTO
Antioquia origen de Cafés Especiales

En el marco de la producción de cafés especiales, el 30 de julio de 2015 la Asamblea Departamental de Antioquia adoptó la Política pública de cafés especiales, esta política garantizará el fortalecimiento y sostenibilidad de lo que debe ser una Antioquia competitiva, que tiene al café como uno de sus símbolos más importantes. Las certificaciones de cafés especiales apuntan a la producción y consumo sostenible de café, el **SELLO CAFÉ DE ANTIOQUIA**, para los caficultores antioqueños la meta es conseguirlo en la modalidad **CAFÉ EN VERDE ORIGEN ANTIOQUIA Y DE ALTA CALIDAD ORIGEN ANTIOQUIA.**

Algunos de los beneficios de contar con el Sello Café de Antioquia son:

- Difusión del establecimiento de comercio, marca de café y/o finca cafetera a través de medios de comunicación y redes sociales.
- Posicionamiento del establecimiento de comercio, marca de café y/o finca cafetera en el mercado nacional e internacional.
- Determinación en la decisión de compra del consumidor.
- Apertura de nuevos mercados.

En conclusión el sector cafetero es un renglón muy importante de la economía en Antioquia y teniendo en cuenta que la tendencia del precio del café en los mercados internacionales no es por cantidad sino por la oferta de cafés certificados en sistemas de producción sostenibles, los productores deben continuar el proceso de reconversión tecnológica en la cadena productiva, desde los cultivos hasta la venta del producto terminado al consumidor final, en esta cadena productiva, este MANUAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO SOSTENIBLE, brinda opciones encaminadas al mejoramiento del proceso de beneficio del café aportando recomendaciones para la reducción del consumo de agua y a su vez reducir la carga contaminante en las aguas residuales, mejorando el desempeño ambiental de las fincas cafeteras.

3. Marco Jurídico

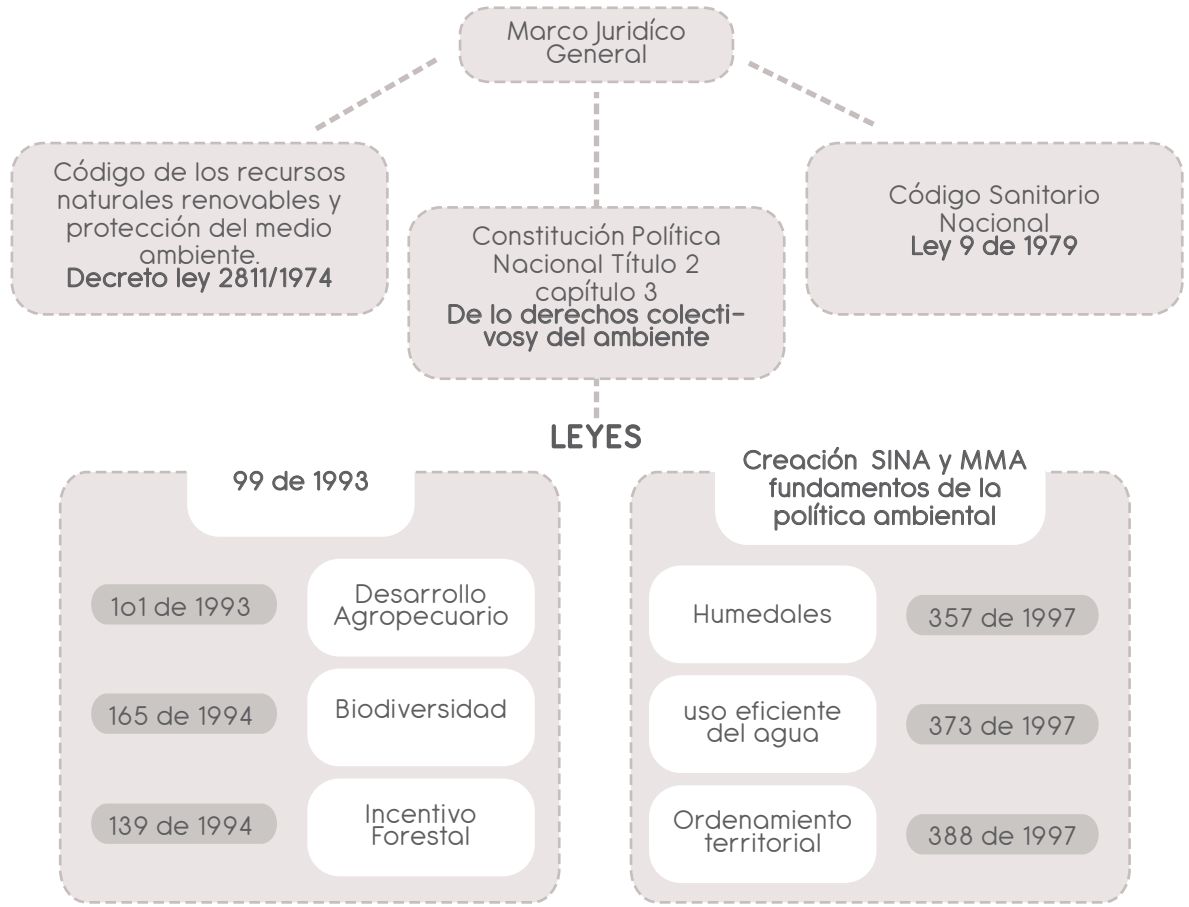
Irrigación y ferti-irrigación: Las aguas residuales no deben usarse para riego. Así mismo, es necesario evaluar anualmente el potencial de contaminación del agua y mantener los registros para probar las acciones tomadas. El agua de irrigación debe extraerse de fuentes sostenibles.

La Constitución Política de Colombia – 1991, marco legal de carácter supremo y global que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio

Las Leyes del Congreso de la República, derechos con fuerza de ley y decretos ley del Gobierno Nacional, normas básicas y políticas a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica o normativa.

La Figura 3.1

Sintetiza el marco jurídico general sobre el cual se debe suscribir a gestión ambiental de las actividades agrícolas, y en particular los cultivos de Café.



La Figura 3.1 Marco Juridíco General

En el 2015 se aprobó el decreto el decreto 1076 de 2015 que unifica la normatividad ambiental vigente, a continuación, se hace un análisis de la normatividad vigente en relación con este nuevo decreto.

Normatividad vigente de usos y vertimientos de agua aplicada al sector

- Usos del agua

Norma	Objeto	Normas derogadas y modificadas
Decreto 1076 de 2015 capítulo 4. REGISTRO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO	Establece todo lo relativo a permiso para aprovechamiento o concesión de aguas, normas específicas para los diferentes usos dados al recurso hídrico.	Deroga el decreto 1541 de 1978. Igualmente se deroga el decreto 303 de 2012 que reglamento parcialmente el artículo 64 del Decreto - Ley 2811 de 1974., en relación con el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico
Decreto 1076 de 2015 capítulo 4. REGISTRO DE USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO	Por el cual se reglamentó el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.	Deroga el decreto 155 de 2004
Ley 373 de 1997	Fija obligaciones sobre ahorro y uso eficiente de agua a quienes administran y/o usan el recurso hídrico.	

- Vertimientos

Decreto 1076 de 2015: capitulo 3 ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y VERTIMIENTOS.:	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	Deroga el decreto 3930 de 2010. Deroga partes del decreto 1594de 1984 que no había sido derogados por el 3930.
Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas	

Resolución 631 de 2015	superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones".	
decreto 1076 de 2015: capítulo 7 TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS PUNTUALES AL AGUA.	Por el cual se reglamentó la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones	Deroga el Decreto 2667 de 2012

- Residuos Sólidos

Decreto 605 del 27 de marzo de 1996	Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994 en relación con la prestación Del servicio público domiciliario de aseo.	
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	
Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	
Ley 430 de 1996	Reglamenta en materia ambiental lo referente a desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.	
decreto 1076 de 2015: TÍTULO 6 - RESIDUOS PELIGROSOS, Capítulos 1 y 2, Anexos 1 y 2 y 3.	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	Deroga el Decreto 2667 de 2012
Ley 388 de 1997	Reglamenta mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial	

4. Diagnóstico del Sector

Estructura del Sector en el Departamento de Antioquia

El 49% del suelo agrícola en Antioquia se destina a la producción de café; de los 125 municipios que conforman el departamento, 94 se dedican a la caficultura. En 2012 se registraron 133.123 hectáreas sembradas en 119 mil fincas pertenecientes a 90 mil caficultores, los cuales representan el 16% del país.[6]

Con relación al área sembrada de café, la caficultura de Antioquia presenta un alto índice de tecnificación dado que el 99% de sus cultivos son tecnificados (17% cultivos envejecidos y 82% cultivos jóvenes). Además, según la variedad, el 67% de los cultivos son resistentes y sólo el 33% susceptibles a plagas o enfermedades como la broca y la roya.

[6] Caficultura Sostenible – Congreso Nacional de cafeteros – 2012, Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.

Situación actual del beneficio de café en Antioquia

El consumo de agua y la generación de aguas residuales en el proceso de beneficio del café ha sido investigado ampliamente por el Centro de Investigaciones del Café – CENICAFE, en el 2011 publicó el documento "Construyendo el modelo para la gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana", en donde se hace el análisis del impacto del beneficio del café en el recurso hídrico, aplicando los indicadores de contaminación calculados por CENICAFÉ, a continuación se describe la contaminación generada por las fincas cafeteras en Antioquia.

En el beneficio húmedo tradicional, los subproductos del café (pulpa y mucilago) son removidos durante las etapas de despulpado y lavado, utilizando altas cantidades de agua: los consumos se ubican alrededor de los 40 litros por kilogramo de café pergamino seco, distribuidos así:

Tabla 4.1
Consumo de agua en el beneficio tradicional

CONSUMO AGUA BENEFICIO TRADICIONAL		
Consumo Litros/Kg CPS		40
		Consumo en litros
Despulpado	12,5%	5
Lavado y transporte del grano	37,5%	15
Transporte de pulpa	50%	20

Para el cálculo del consumo de agua del sector cafetero en Antioquia se tienen los siguientes indicadores de producción :[7]

El informe del Comité de cafeteros de Antioquia registra 133.123 Ha de café en el Departamento de Antioquia al 2012, corresponde al 15% del País, para el 2015 la producción de café en Colombia fue de 13.100.000 de sacos de CPS[8] de 60 kilos lo que representa una productividad por hectárea de 14 sacos, aplicando estos indicadores la producción de café en Antioquia es la siguiente:

Tabla 4.2
Producción estimada de café en Antioquia 2012-2013 - 2014

	2012	2013	2014
Ha de Café cultivadas en Antioquia	133.123	137.000	131.000
Producción/Hectárea (No. De sacos)	14	14	14
Producción de sacos	1.863.722	1.918.000	1.834.000
Kilos/saco	60	60	60
Kilos de café pergamino seco	111.823.320	115.080.000	110.040.000
Kilos de café beneficiado con Beneficio Ecológico	8.164.080	17.484.738	25.195.258
Kilos de café beneficiado con Beneficio Tradicional	103.659.240	97.595.262	84.844.742

CENICAFÉ en las investigaciones que ha adelantado ha definido los indicadores de consumo y vertimientos del beneficio de café tradicional y ecológico que se muestran en la Tabla 6.3.

Tabla 4.3
Indicadores consumo y contaminación del beneficio de café

Indicador	Beneficio tradicional	Beneficio ecológico
Indicador consumo de agua m3/kg CPS	0,04	0,001
% De CPS en el fruto	62.80%	
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO5 Kg/Kg de CPS	0,29	0,02
Sólidos suspendidos Kg/Kg de CPS	0,28	0,003

Aplicando estos indicadores a la producción de café en Antioquia se estima el impacto del beneficio de café en el recurso hídrico que se muestra en la Tabla 6.4.

[7] PORTAFOLIO, agosto 5 de 2015.
[8] CPS: Café pergamino seco

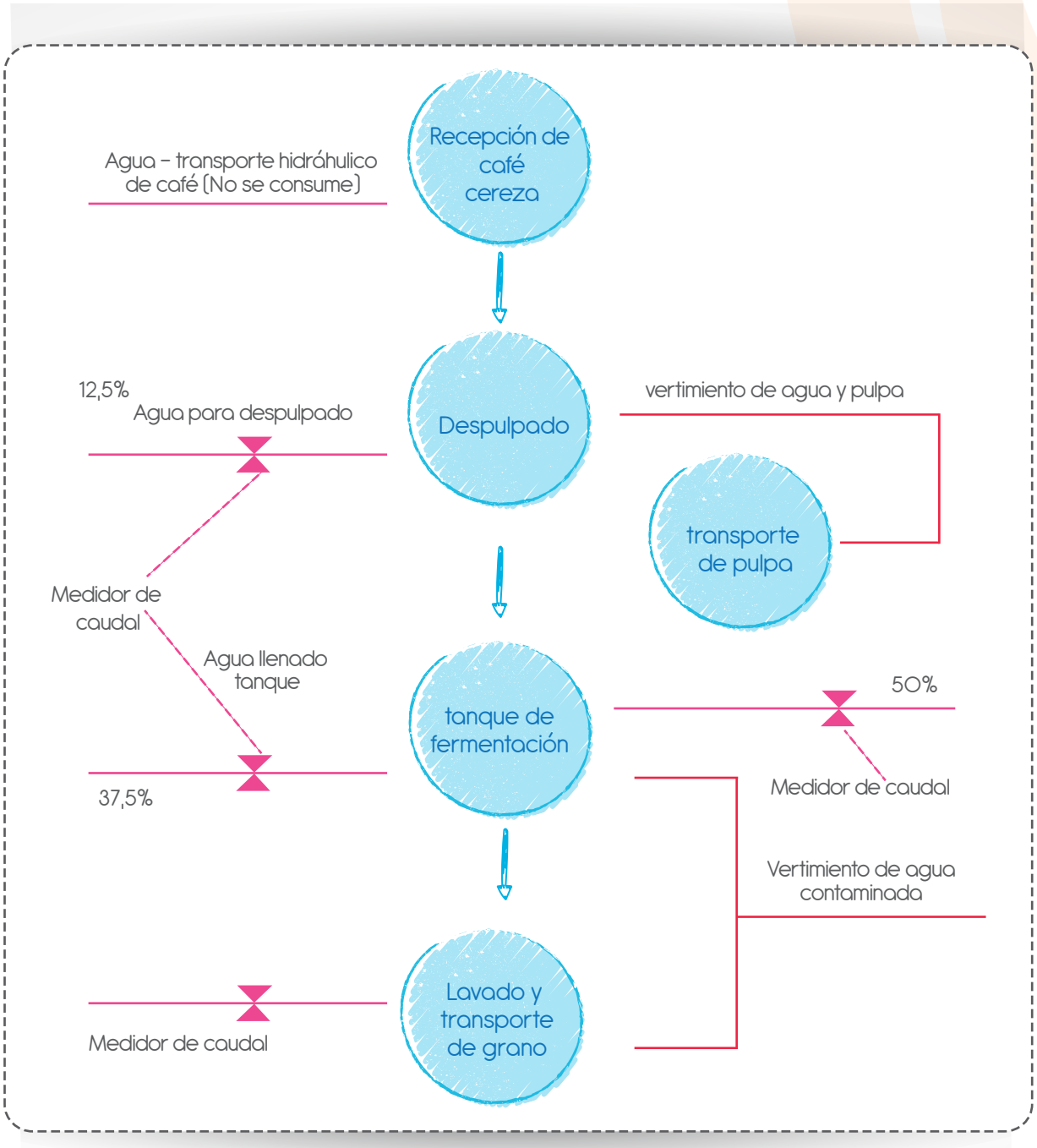
Tabla 4.4
Consumo de agua y carga contaminante del beneficio de café anual en Antioquia

tradicional	2012		2013		2014	
	Tradicional	Ecológico	Tradicional	Ecológico	Tradicional	Ecológico
Producción CPS/año, Kg	103.659.240	8.164.080	97.595.262	17.484.738	84.844.742	25.195.258
Consumo de agua (m3/Kg CPS)	0,04	0,001	0,04	0,001	0,04	0,001
Consumo de agua de los beneficiaderos tradicionales (m3/año)	4.146.370	8.164	3.903.810	17.485	3.393.790	25.195
DBO /Kg CPS	0,29	0,02	0,29	0,02	0,29	0,02
SST/Kg CPS	0,28	0,003	0,28	0,003	0,28	0,003
Carga de DBO	30.061.180	163.282	28.302.626	349.695	24.604.975	503.905
Carga de SST	29.024.587	24.492	27.326.673	52.454	23.756.528	75.586

¿Cuál es el origen de la contaminación en el proceso de beneficio de CAFÉ?

El proceso de beneficio tradicional, es el principal origen de la presión sobre el recurso hídrico en la cadena productiva del café, la mayor carga de contaminación es aportada en el proceso de fermentación, lavado y transporte del grano para la eliminación del mucilago que es el componente que más aporta carga orgánica en el agua residual, en esta etapa se consume el 37,5% del agua, el 12,5% en el proceso de despulpado y el 50% en el transporte de la pulpa.

En Antioquia aún se beneficia el 38% del café producido mediante beneficio tradicional, el comité departamental de Antioquia ha logrado reducir el beneficio de café tradicional en un 53% en los últimos años a través del diseño, presupuesto y asesoría en la construcción de beneficiaderos ecológicos.



Consumos de agua y generación de vertimientos proceso tradicional

¿Cuál es la solución para evitar la CONTAMINACIÓN?

La solución está en primera instancia la reconversión tecnológica, sustituir el beneficio tradicional por beneficio de bajo consumo de agua que reducen el consumo en un 97%, esta reconversión se viene haciendo con éxito en las regiones cafeteras, sin embargo la reconversión por sí sola no ha dado los beneficios esperados en cuánto al vertimiento de aguas residuales debido que al reducir el consumo de agua en una cantidad considerable, la concentración de materia orgánica se aumenta, por ende hay que complementar con sistemas de tratamiento eficientes, en la Tabla 4.5 se resumen las causas y soluciones del impacto en la calidad del agua.

Tabla 4.5
Contaminación de las fuentes de agua

CAUSA	SOLUCIÓN
Beneficio del café con alto consumo de agua.	Implementar el beneficio ecológico del café.
	Recircular aguas de lavado del café
Uso irracional de productos químicos.	Establecer programas de control integrado de plagas y manejo integrado de enfermedades.
	Mantener barreras naturales que protejan las fuentes de agua.
Uso irracional de los subproductos (miel y pulpa) del beneficio del café.	Transportar la pulpa sin agua, al sitio de deposición
	Compostar la pulpa y usarla en el establecimiento de almácigos y cultivo.
	Producir lombricompuesto a partir de la pulpa y las mieles del café.
	Establecer un sistema de tratamiento de aguas y lixiviados del beneficio del café.

A continuación, se describen los procesos de beneficio, conocer el proceso de producción permite identificar y evaluar opciones de mejora para reducir el consumo de agua y evaluar los sistemas de tratamiento que permitan reducir la carga de contaminación en el agua residual.

5.

Descripción de los procesos de beneficio de café en Colombia e indicadores ambientales[9]

El café colombiano lleva implícita una característica de calidad, asociada al proceso de beneficio húmedo de los frutos, donde se requiere el empleo de agua, que lo enmarca dentro de una categoría conocida como "cafés suaves lavados". Bajo este aspecto, es indudable pensar que, si se requiere del agua para beneficiar el fruto de café y transformarlo en café pergamino seco, el uso de la misma debe asumirse con responsabilidad ambiental, la cual se logra adoptando tecnologías que enmarquen el producto dentro de un sistema productivo amigable con la naturaleza.

A continuación, se presentan los tipos de beneficiaderos de café que existen de acuerdo a la clasificación de CENICAFÉ con las características de desempeño de las plantas de tratamiento de las aguas residuales de lavado del café cuando se fermenta café en tanques y se tratan las aguas de lavado en una planta de tratamiento.

[9] Valencia Rodríguez Nelson, et al. BENEFICIO DE CAFÉ EN COLOMBIA. Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café.

Proceso convencional de beneficio del café

El fruto de café en cereza se compone en un 62,8% de grano de café y mucílago (fracción gelatinosa que cubre la semilla del café y que es soluble en agua) y un 37,2% de subproductos que son la pulpa (cáscara), **ver Figura 5.1.**

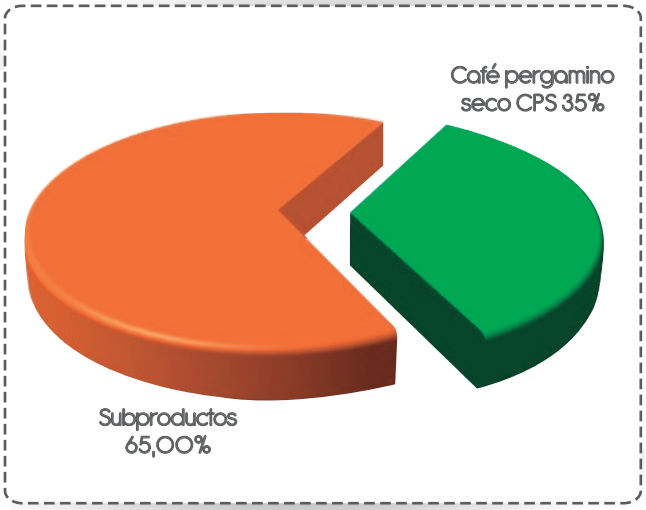


Figura 5.1
Distribución de los componentes del fruto de café

En el proceso del beneficio del café se eliminan los subproductos y el mucílago del café mediante despulpado, lavado y secado, obteniéndose el café pergamino seco (CPS[10]), fracción comercializable, que corresponde al 35% del café en cereza, **ver Figura 5.2.**

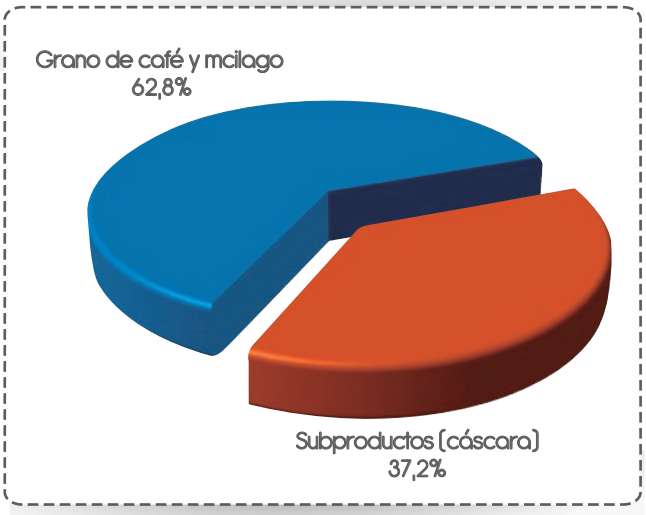


Figura 5.2
Relación café en cereza y CPS

[10] CPS: Café pergamino seco

El proceso de beneficio se ilustra en la Figura 5.3, el fruto de café es vertido en la tolva con agua para ser transportado a un canal de clasificación donde se separan piedras, tierra y otros elementos que trae del campo de recolección. El fruto limpio pasa al módulo de despulpado donde se retira la pulpa, la cual es transportada con agua y vertida a campo abierto.

El café despulpado (café en baba) es transportado con agua a los tanques de fermentación para facilitar que el mucílago se desprenda, en donde permanece de 14 a 20 horas. Del tanque fermentador pasa a los canales de lavado, donde se acaba de retirar el mucílago, se escurre y pasa al secador en el que se utiliza aire caliente, el cual es calentado con combustibles como carbón, ACPM o cisco de café. El café seco (CPS) es empacado y vendido a las trilladoras. Con fermentación natural, el volumen específico de agua empleado varía de 4,17 a 20 L.kg de café pergamino seco. Las aguas residuales de lavado (ARL), presentan alta carga orgánica, por lo cual se requiere tratarlas para disminuir el impacto ambiental.

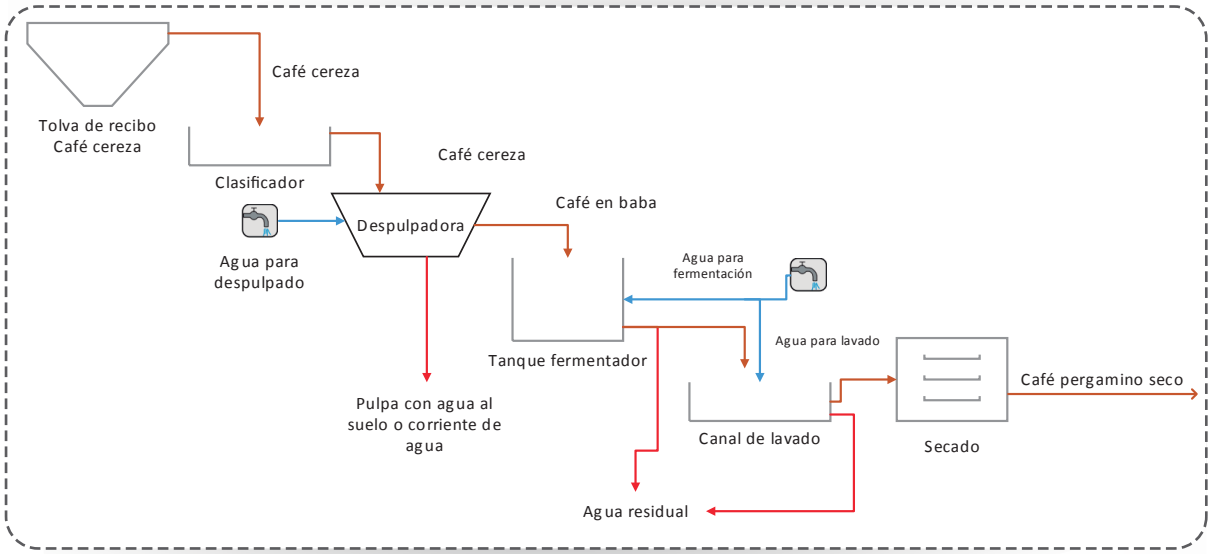


Figura 5.3
Diagrama del proceso de convencional de beneficio de café

Los beneficiaderos convencionales se caracterizan por las siguientes características

- Que el consumo global de agua en el beneficio es mayor a 10 litros/kg de CPS
- Que no se realice manejo parcial o total a los subproductos (pulpa y mucílago) generados en el proceso de beneficio.

En la xxx se presentan los tipos de beneficiaderos convencionales que pueden encontrarse en Colombia, En ella, se resumen las características para cada uno de los tipos de beneficio, en cada una de las etapas del proceso y se calculan los valores de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) generados y los valores del Índice de manejo del agua en el beneficio del café y del Índice de Calidad Ambiental en el Proceso.

Tabla 5.1
Tipos de Beneficiaderos Convencionales

Tipo de Beneficiaderos	Operación	Características	DBO5 kg/@CPS	SST kg/@CPS	Observaciones
Convencional 1	Recibo	Consume más de 4,7 L/kg CPS	3,59	3,50	Consume más de 10 litros de agua/kg CPS y no maneja los subproductos. IMAPBHC (1) = 0,000. ICAPBHC (2) = 0,000.
	Despulpado	Despulpa con agua			
		Transporta pulpa con agua.			
		Sin fosa o la tiene sin techo.			
	Lavado	Consume más de 5 L/kg CPS Ej. Transporte del café despulpado y lavado con agua Canal de correteo.			
		No realiza tratamiento a las aguas residuales generadas.			
Convencional 2	Recibo	Igual a Convencional 1	2,87	0,70	Consume > de 10 litros de agua/kg CPS, no maneja los subproductos y tiene planta de tratamiento de aguas. IMAPBHC = 0,000. ICAPBHC = 0,200.
	Despulpado	Igual a Convencional 1			
	Lavado	Igual a Convencional 1			
		Realiza tratamiento a las aguas residuales generadas.			
Convencional 3	Recibo	Consume 4,7 L/kg CPS. Ej. Tanque sifón sin recirculación (TSSR).	2,51	0,24	Consume > de 10 litros de agua/kg CPS, y sí maneja los subproductos. IMAPBHC = 0,008. ICAPBHC = 0,300.
	Despulpado	Despulpa con agua			
		Transporta pulpa con agua.			
		Dispone la pulpa en fosa techada y la descompone.			
	Lavado	Consume más de 5 L/kg CPS			
		No realiza tratamiento a las aguas residuales generadas.			

Convencional 4	Recibo	Igual a Convencional 3	1,79	0,05	Consume > de 10 litros de agua /kg CPS, sí maneja los subproductos y tiene planta de tratamiento de aguas residuales. IMAPBHC = 0,008 ICAPBHC = 0,500
	Despulpado	Igual a Convencional 3			
	Lavado	Igual a Convencional 3			
		Realiza tratamiento a las aguas residuales generadas.			
En transición con reducción de agua	Recibo	Consume 4,7 L/kg CPS o menos de 2 L/kg CPS. Ej. Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín (SHTTS), Tanque sifón con recirculación (TSCR), tolva con recirculación (TCR) o no consume agua (Tolva seca).	3,58	3,47	Consume menos de 10 litros de agua /kg CPS y no maneja los subproductos. IMAPBHC = Entre 0,433 y 0,550 ICAPBHC = 0,001
	Despulpado	Despulpa con agua			
		Transporta pulpa con agua.			
		Sin fosa o la tiene sin techo.			
	Lavado	Consume menos de 3 L/kg CPS Ej. Desmucilaginadores y lavadores mecánicos.			
		No realiza tratamiento a las aguas residuales generadas.			

Fuente: Adaptado de Zambrano, 1997.

(1) IMAPBHC:

Índice de Manejo del Agua en el Proceso de beneficio Húmedo del Café, con este índice se cuantifica el consumo de agua y permite evaluar el ahorro y uso eficiente de agua para cada tipo de proceso de beneficio. En este indicador se consideran cada una de las etapas del proceso de beneficio en las cuales se ha utilizado agua, asignándole una ponderación de acuerdo al consumo tradicional de agua.

La escala de este indicador se mueve en el rango entre cero (0) y uno (1), en la cual un valor de cero (0) es indicador de gran consumo de agua (mayor a 40 L/kg CPS, en el cual no se presenta ahorro de agua y se interpreta como una acción de presión sobre el recurso de agua superficial, mientras que un valor de uno (1) es indicador de no uso de agua en el beneficio. En la medida en que el indicador se aproxime a uno (1), es mayor el ahorro de agua realizado en el proceso, con lo cual se indica un uso eficiente del agua.

(2) ICAPBHC:

Este índice valora el impacto ambiental ocasionado por el manejo, disposición y tratamiento de los subproductos del café sobre los recursos naturales, en términos de DBO5, generados en el proceso de beneficio del café y permite determinar las estrategias y acciones necesarias para disminuir su impacto sobre el medio ambiente.

Este indicador se mueve en el rango entre cero (0) y uno (1), en la cual un valor de cero (0) es indicador del máximo impacto ambiental adverso sobre los recursos naturales, mientras que un valor de uno (1) es indicador de un buen manejo, valorización y tratamiento de los subproductos del beneficio, sin generación de impactos adversos sobre el ecosistema cafetero.

Beneficio ecoLógico de café vía húmeda

El beneficio ecológico del café, vía húmeda, es el conjunto de operaciones que se realizan para transformar la café cereza en café pergamino seco, conservando la calidad del café, cumpliendo con las normas de comercialización, evitando pérdidas de café y eliminando procesos innecesarios, aprovechando los subproductos, para representar el mayor ingreso económico para el caficultor y produciendo con la cantidad del agua estrictamente necesaria para el beneficio.

El proceso de beneficio ecológico comprende los siguientes pasos:

-Una tolva seca para transportar el café cereza sin agua.
-Despulpado sin agua
-Transporte de la pulpa sin agua por gravedad: por rampa, por tornillo sinfín o por turbo soplador de aire
-Zaranda seca con limpieza por cepillo.
-Fermentación Natural y lavado del café en tanques, llevando las cabezas de lavado a una planta de tratamiento.
-O en cambio de la fermentación natural remoción mecánica del mucílago y lavado del café con desmucilaginador-Lavador. Se tiene la opción de mezclar la pulpa y el mucílago para llevarla a la procesadora de pulpa o de llevar las mieles separadas a una planta de tratamiento.
-Fosa techada para procesar la pulpa y el mucílago del café. También puede involucrarse el lombricultivo para obtener humus con la lombriz roja.

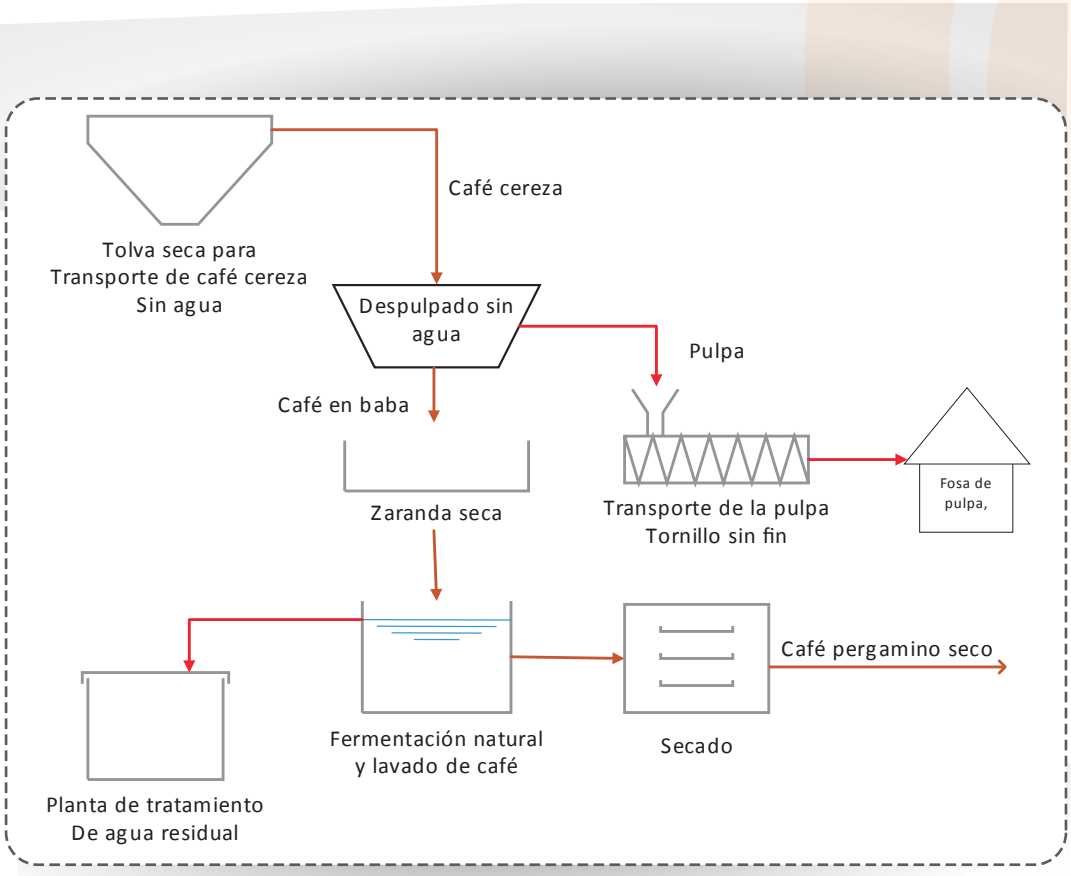


Figura 5.4
Proceso de beneficio ecológico

Los beneficiaderos ecológicos se caracterizan por cumplir 2 características fundamentales:

-Que el consumo global de agua en el beneficio sea menor a 10 litros/kg de CPS
-Que se realice manejo parcial o total a los subproductos (pulpa y mucílago) generados en el proceso de beneficio con la aplicación de buenas prácticas.

En la Tabla 5.2 se muestran los tipos de beneficiaderos ecológicos instalados en Colombia.

Figura 5.2
Tipos de beneficiaderos ecológicos

Tipo de Beneficiaderos	Operación	Características	DBO	SST	Observaciones
			kg/@CPS		
Ecológico 1	Recibo	Tolva seca o tolva húmeda que consume menos de 2 L de agua/kg CPS. Ej. SHTTS, TSCR, TCR.	Entre 1,39 y 1,36	0,21	Consume menos de 10 L de agua/kg CPS y sí maneja los subproductos (pulpa). IMAPBHC = Entre 0,825 y 0,875. ICAPBHC = Entre 0,612 y 0,620.
	Despulpado	Despulpa sin agua.			
		Transporta pulpa sin agua.			
		Dispone la pulpa en fosa techada y la descompone.			

	Lavado	Consume menos de 5 L de agua/kg CPS. Ej. Lavado en tanque con la técnica de los enjuagues. No realiza tratamiento a las aguas residuales generadas.			
Ecológico 2	Recibo	Igual a Ecológico 1.	Entre 1,03 y 1,01	0,12	Consume menos de 10 L de agua/kg CPS y sí maneja los subproductos (pulpa e insolubles de mucílago). IMAPBHC = Entre 0,825 y 0,875. ICAPBHC = Entre 0,712 y 0,720.
	Despulpado	Igual a Ecológico 1.			
	Lavado	Consume menos de 5 L/kg CPS. Remoja la pulpa con los insolubles del mucílago o de las aguas mieles.			
Ecológico 3	Recibo	Igual a Ecológico 1.	Entre 1,03 y 1,01	0,12	Consume menos de 10 L de agua/kg CPS y sí maneja los subproductos (pulpa e insolubles de mucílago). IMAPBHC = Entre 0,875 y 0,993. ICAPBHC = Entre 0,712 y 0,720.
	Despulpado	Igual a Ecológico 1.			
	Lavado	Consume menos de 3 L/kg CPS. Ej. Desmucilaginadores y lavadores mecánicos. Remoja la pulpa con los insolubles del mucílago o de las aguas mieles.			
Ecológico 4	Recibo	Igual a Ecológico 1.	Entre 0,67 y 0,00	Entre 0,03 y 0,00	Consume menos de 10 L de agua/kg CPS y sí maneja los subproductos (pulpa e insolubles de mucílago) y reusa o trata todas las aguas residuales generadas. IMAPBHC = Entre 0,825 y 0,875. ICAPBHC = Entre 0,812 y 1,00.
	Despulpado	Igual a Ecológico 1.			
	Lavado	Consume menos de 5 L/kg CPS. Reusao realiza tratamiento a todas las aguas residuales (aguas mieles y lixiviados).			
Ecológico 5	Recibo	Igual a Ecológico 1.	Entre 0,67 y 0,00	Entre 0,03 y 0,00	Consume menos de 10 L de agua/kg CPS y sí maneja los subproductos (pulpa e insolubles de mucílago) y reúsa o trata todas las aguas residuales generadas. IMAPBHC = Entre 0,875 y 0,993 ICAPBHC = Entre 0,812 y 1,00
	Despulpado	Igual a Ecológico 1.			
	Lavado	Consume menos de 3 L/kg CPS. Reusa o realiza tratamiento a todas las aguas residuales generadas (aguas mieles y lixiviados).			

Fuente: Adaptado de Zambrano, 1997.

Existen en principio dos procedimientos para practicar el beneficio ecológico. El primero consiste en transformar el proceso de beneficio convencional, eliminando el agua de las etapas donde no se requiera estrictamente como el transporte hidráulico del café cereza, el café en baba y la pulpa.
La práctica del beneficio ecológico permite utilizar casi la totalidad de los materiales contaminantes (pulpa y mucílago) para transformarlos en productos de más valor, como son el lombricompuesto y la proteína animal y otros productos que se describen en el sub capítulo 6.2 de este manual.

El beneficio ecológico con la fermentación convencional del mucílago y la minimización del agua del lavado, descontaminando ésta última mediante biorreactores, permite reducir el 90% de la contaminación de las aguas de lavado, lo que equivale a reducir el 25% de la contaminación total, que sumado al control del 72% por el buen manejo de la pulpa, permite un control global del 97% de la contaminación potencial.

Beneficio ecológico de café cero vertimientos

Los beneficiaderos ecológicos sin vertimientos se caracterizan por cumplir con tres características fundamentales:

- -Que el consumo global de agua en el beneficio sea menor a 10 litros/kg de CPS
- -Que se realice manejo parcial o total a los subproductos (pulpa y mucílago) generados en el proceso de beneficio con la aplicación de buenas prácticas.
- -Que se recirculen o reúsen las mieles o las aguas residuales tratadas, sin generación de vertimientos.

En la se presentan los tipos de los diferentes beneficiaderos ecológicos sin vertimientos que pueden encontrarse en Colombia. En ella, se observan las características para cada uno de los tipos de beneficio, en cada una de las etapas del proceso y se calculan los valores de DBO5 y SST generados y los valores del Índice de Manejo del Agua en el beneficio del café y del Índice de Calidad Ambiental en el Proceso.

Tabla 5.3
Tipos de Beneficiaderos Ecológicos sin Vertimientos

Tipo de Beneficiaderos	Operación	Características	DBO	SST	Observaciones
			kg/@CPS		
Ecológico 6	Recibo	Tolva seca o tolva húmeda que consume menos de 2 L/kg CPS. Ej. SHTTS, TSCR, TCR.	0,00	0,00	Consume menos de 10 L de agua/kg CPS y sí maneja los subproductos (pulpa, mucílago, aguas residuales) y reúsa todas las aguas residuales sin generación de vertimientos. IMAPBHC = Entre 0,825 y 0,875. ICAPBHC = 1,00
	Despulpado	Despulpa sin agua.			
		Transporta pulpa sin agua.			
		Dispone la pulpa en fosa techada y la descompone.			
	Lavado	Consume menos de 5 L/kg CPS Ej. Lavado en tanque con la técnica de los enjuagues.			
		Reúsa o realiza tratamiento a todas las aguas residuales generadas (aguas mieles y lixiviados), haciendo reúso de las aguas tratadas y no genera vertimientos.			
Ecológico 7	Recibo	Igual a Ecológico 6.	0,00	0,00	Consume menos de 10 L/kg CPS, y sí maneja los subproductos (pulpa, mucílago, aguas residuales) y reúsa todas las aguas residuales sin generación de vertimientos. IMAPBHC = Entre 0,875 y 0,990 ICAPBHC = 1,00
	Despulpado	Igual a Ecológico 6.			
	Lavado	Consume menos de 3 L de agua/kg CPS			
		Reúsa o realiza tratamiento a todas las aguas residuales generadas (aguas mieles y lixiviados), haciendo reúso de las aguas tratadas y no genera vertimientos.			
Ecológico 8	Recibo	Igual a Ecológico 6.	0,00	0,00	Consume menos de 10 L/kg CPS, y sí maneja los subproductos (pulpa, mucílago, aguas residuales) y reúsa todas las aguas residuales sin generación de vertimientos. IMAPBHC = 0,99 ICAPBHC = 1,00
	Despulpado	Igual a Ecológico 6.			
	Lavado	Consumo de agua menor que 0,5 L/kg de CPS (Ecomill®)			
		Remoja la pulpa con todas las aguas residuales de lavado, sin generación de vertimientos y/o deshidrata o seca las mieles provenientes del lavado.			

Fuente: Adaptado de Zambrano, 1997.7.

6. MEDIDAS de producción + Limpia

Los factores principales en el origen de los desperdicios y emisiones son:
-El personal
-El manejo de materias primas y productos
-Tecnologías
-Procedimientos
-Proveedores

Sobre la base de estos factores, existen numerosas opciones que pueden ser agrupadas de distinta forma y que apuntan hacia la producción más limpia y la reducción de desperdicios, las opciones de Producción Más Limpia se clasifican en:
-Cambios tecnológicos
-Buenas Prácticas Operativas
-Sustitución de materiales
-Reciclaje interno y externo

Regulación del caudal en el beneficio ecológico

Para la operación de módulos de beneficio ecológico la regulación del caudal de agua mediante el uso de un tanque elevado, con una válvula de flotador para mantener su nivel constante y una obstrucción graduable en la tubería de conducción, para calibrar con frecuencia la(s) entrada(s) de agua al desmucilaginador.

Otro factor que influye en el desbalance mencionado es el flujo másico de café en cereza, pues, aunque se tenga el caudal calibrado para la capacidad del equipo, el consumo específico de agua se incrementa cuando las despulpadoras procesan menor cantidad de café en cereza que la nominal, para las que fue diseñado. En la Tabla 6.1 e muestran los límites en que se deben mover los caudales de agua de acuerdo a la capacidad del desmucilaginador para que se cumpla con el consumo específico de agua entre 0,7 y 1 Litro/kg de CPS.

Tabla 6.1
Caudal de agua recomendado para los diferentes módulos BECOLSUB

Capacidad desmucilaginador Kg/h café en cereza	Caudal de agua Litros/min	
	Límite inferior	Límite superior
300	0,70	1,00
600	1,40	2,00
1.200	2,80	4,00
1.500	5,83	8,33

Opciones de mejora para controlar los flujos de agua beneficio en seco

Hay tres opciones para el control del flujo de agua en los desmucilaginadores mecánicos:

- Utilizar una bomba sumergible de baja potencia
- Sistema de flotador y placa de orificio
- Medidor de flujo de agua en línea

Suministro de agua con bomba sumergible

La Figura 6.1 muestra como suministrar el agua al desmucilaginador usando una motobomba de pecera, las mangueras son transparentes, la diferencia de diámetros de las mangueras permite que por la parte superior entre un caudal mayor que por la inferior y así se logra obtener el caudal requerido en el desmucilaginador de 0,75 Litros/min, que es el caudal recomendado, la altura entre el nivel del agua en la botella y la entrada superior depende de la potencia de la bomba, en la Tabla 6.2 se muestra un ejemplo de alturas para un módulo becolsub de 300 kg/h

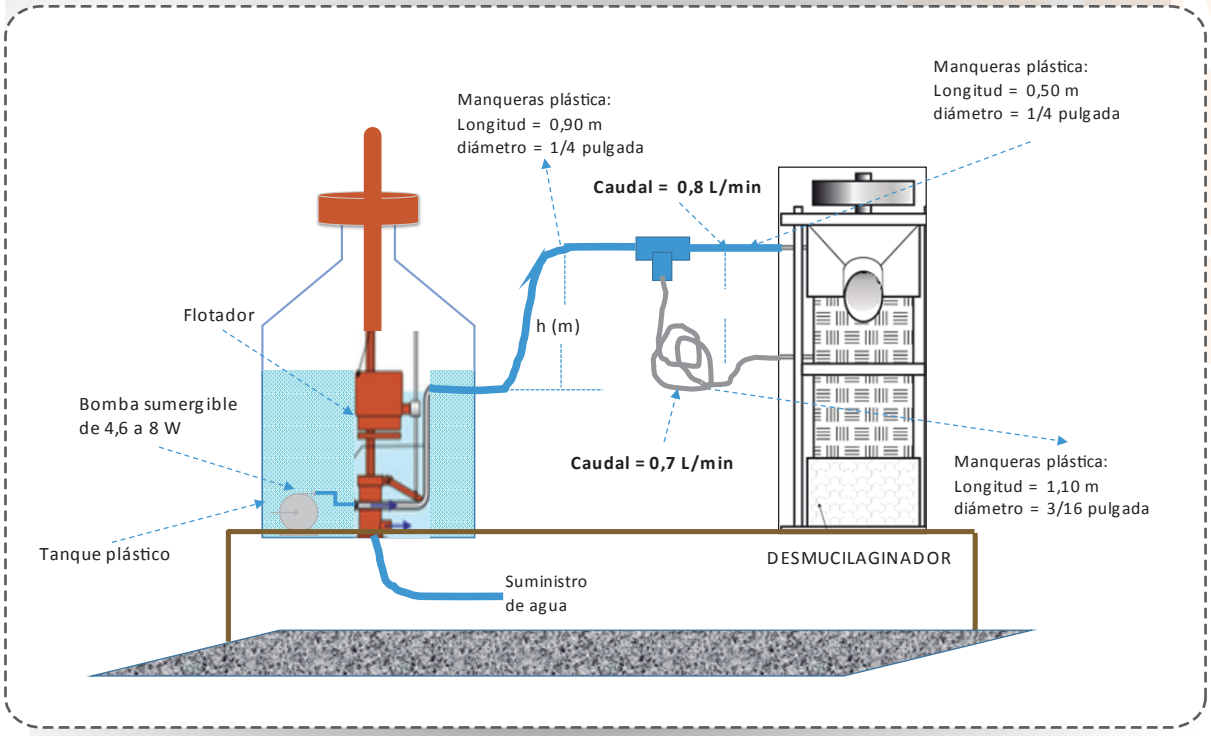
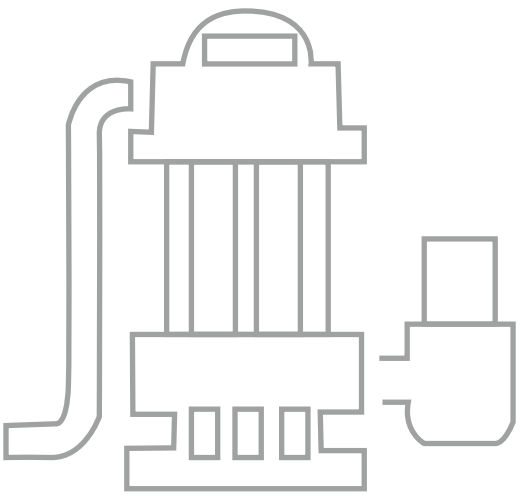


Figura 6.1
Esquema de un sistema para suministrar el caudal de agua a un desmucilaginador con bomba.

Motobombas sumergibles[11]



Comercialmente existen motobombas de baja potencia diseñadas para trabajar sumergidas en agua las cuales se usan para mover el líquido dentro de peceras o en pequeñas fuentes, y se consiguen fácilmente en el comercio a bajo precio.

[11] CONTROLE LOS FLUJOS DE CAFÉ Y AGUA EN EL MÓDULO BECOLSUB Cenicafé.

Figura 6.2
Arreglo con flotador y motobomba sumergible para suministrar constantemente agua a desmucilaginadores de 300 kg/h de café cereza

Suministro de agua con placa de orificio

El suministro de agua también puede hacerse por gravedad, en la Tabla 6.2 se muestra el arreglo, la altura del tanque de plástico y el nivel del agua permiten dar la cabeza requerida para que el agua entre al desmucilaginador, en este sistema para regular el flujo se instala una placa de orificio.

La altura del tanque y el nivel del agua permiten que la presión en el sistema permanezca constante, el flujo de agua que pasa a través del pequeño orificio de la placa es también constante. Este sistema consiste en un tanque con una válvula de flotador para mantener el nivel de agua constante (presión constante) y una tubería de salida de ½" de diámetro, que lleva el agua hasta el desmucilaginador mecánico, la placa de orificio tiene un diámetro calibrado para suministrar el caudal requerido y, posteriormente, se instala una "T" de la misma tubería, cuya perpendicular se deja abierta a la atmósfera, orientada hacia arriba, con el fin de permitir que el flujo de ahí en adelante sea a presión atmosférica y por gravedad, como en un canal.

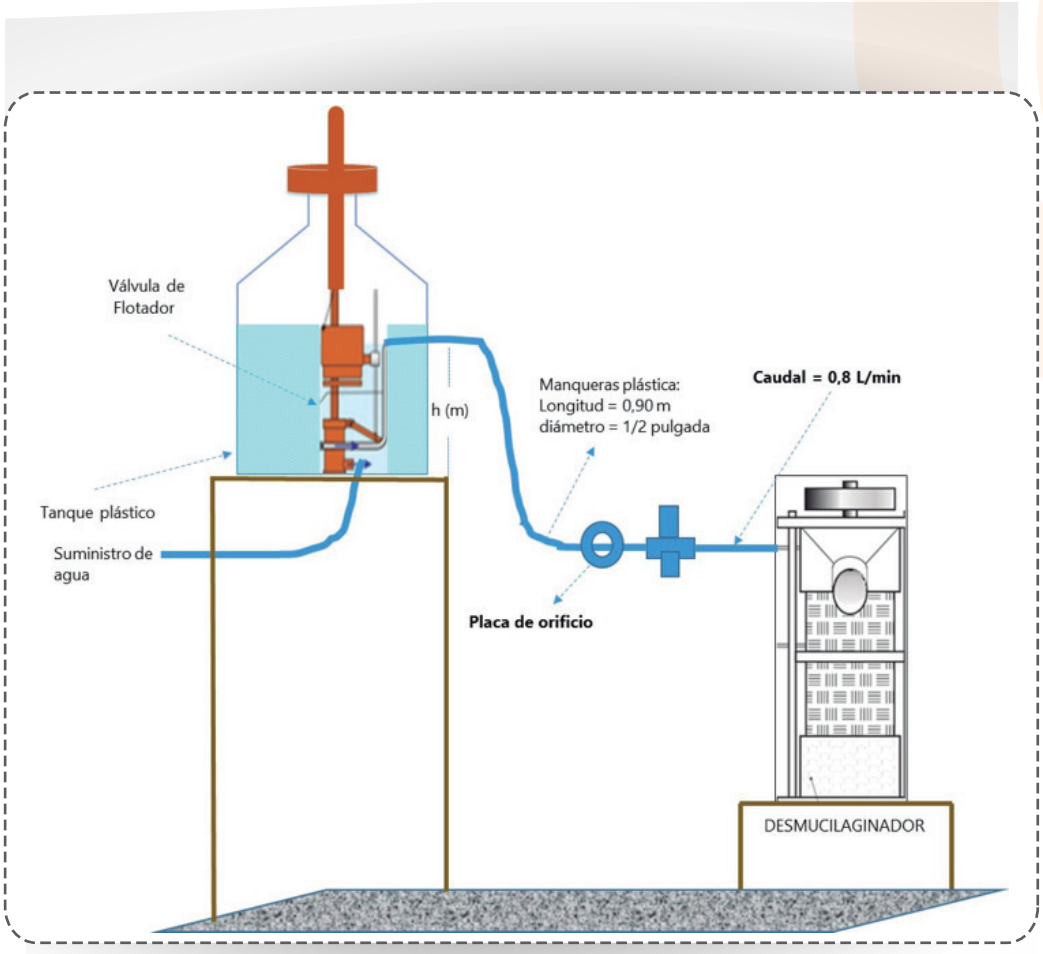


Figura 6.3
Suministro de agua por gravedad – placa de orificio
módulos de 300 kg/hora

El sistema de placa de orificio funciona muy bien con el desmucilaginador de 300 kg/h, porque tiene una sola entrada de agua. Para equipos de mayor capacidad no son recomendables por la dificultad de entrada de un flujo de agua por gravedad dentro de una masa granular en movimiento.

Tabla 6.2
Especificaciones del sistema de control de placa de orificio

Capacidad Becolsub kg/h de café en cereza	Diámetro del orificio de la placa do (mm)	Altura entre el nivel del agua y el orificio h (mm)	Promedio del consumo específico de agua L/kg de CPS
300	3,18 (1/8")	200	0,87

Suministro de agua con medidor de flujo en línea

No es un sistema de control o regulación, pero hay dispositivos de medición que muestran el valor del caudal de agua en tiempo real, los cuales pueden ser usados para regular el flujo de agua, complementados con una válvula, en lugares donde la presión del agua es muy constante.

El sistema que se recomienda, por su facilidad de instalación y bajo costo, es un rotámetro y se basa en el desplazamiento que experimenta un objeto (pistón) fijo a un resorte, cuando aumenta o disminuye la velocidad del fluido dentro de una tubería. La forma del elemento y el resorte están calibrados de fábrica y se encuentran dentro de una tubería transparente con escala de medición, también calibrada. Tiene como ventaja que se puede saber, con errores aceptables, el caudal de agua que entra a los equipos en cualquier momento y tomar una decisión para corregir, en caso que el caudal no sea el adecuado.

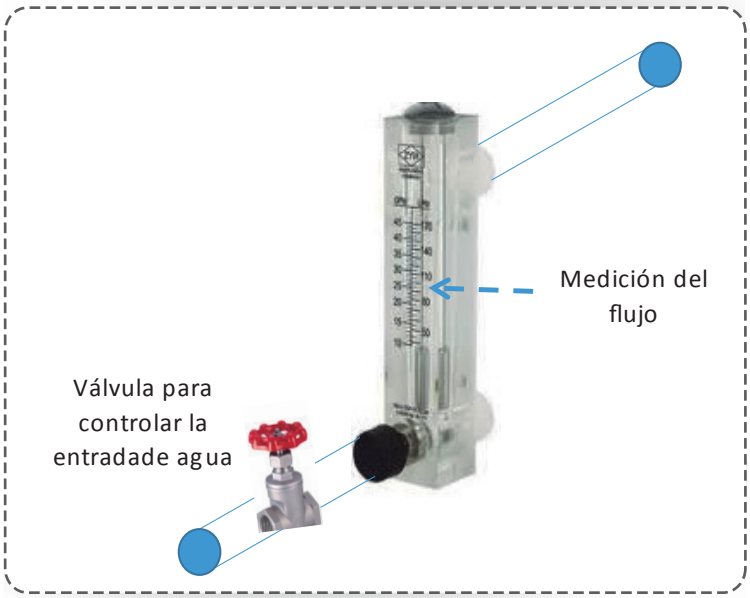


Figura 6.4
Rotámetro instalado en una tubería

Los desmucilaginadores de 600 y 1.200 necesitarían cada uno un rotámetro y dos válvulas para regular los caudales a 0,7 L/min en cada una de las dos entradas al equipo de 600 Kg/h y en 1,4 L/min en cada una de las dos entradas del de 1.200. A un desmucilaginador de 2.500, por el hecho de tener tres entradas de agua, se recomienda disponer de un rotámetro y tres válvulas para

la regulación de caudal en aproximadamente 2,0 L/min en cada una de las entradas.
Para realizar esta calibración se recomienda abrir una de las válvulas hasta que se logren los 2,0 L/min., proseguir con otra válvula dejando la primera abierta hasta obtener un caudal total de 4,0 L/min. y terminar abriendo la última válvula hasta que se logre un caudal total de 6,0 L/min. La decisión del tipo de control de flujo depende de los costos y de la disposición de los equipos de despulpe y desmielado en el beneficiadero

Optimizar los sistemas de Tratamiento de aguas residuales

Sistema modular de tratamiento anaérobico – smta[12]

Este proceso biológico es conocido como Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA), la cual ha sido divulgada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). La tecnología SMTA es una contribución ambiental, económica y socialmente significativa, dado que permite minimizar el impacto ambiental que sobre el ecosistema cafetero tienen las aguas mieles, a unos costos bajos de depuración, cumpliendo con lo exigido en nuestra legislación ambiental y permitiendo que los productores alcancen la certificación de su grano (Zambrano, Isaza, Rodríguez y López, 2010).

Para alcanzar altas eficiencias de remoción de carga orgánica; no utiliza energía para bombeo del agua residual, el flujo se hace por gravedad, aprovechando la topografía de la zona cafetera colombiana; utiliza unidades prefabricadas de polietileno con tapa y de color negro que permite elevar hasta 30°C la temperatura interna de los tanques y controlar la presencia de malos olores en los alrededores; utiliza microorganismos metanogénicos presentes en el estiércol vacuno o porcino, responsables de la etapa principal del tratamiento de las aguas mieles y, trozos de guadua o botellas de plástico no retornable que favorecen la permanencia de los microorganismos en el sistema. Un SMTA durante su operación no requiere adición de químicos para neutralizar la acidez de las aguas mieles, ni para el balance de nutrimentos (Zambrano, et al., 2010). En la Figura 6.5 se detalla el esquema.

[12] Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café – CENICAFÉ Boletín No. 29 2006

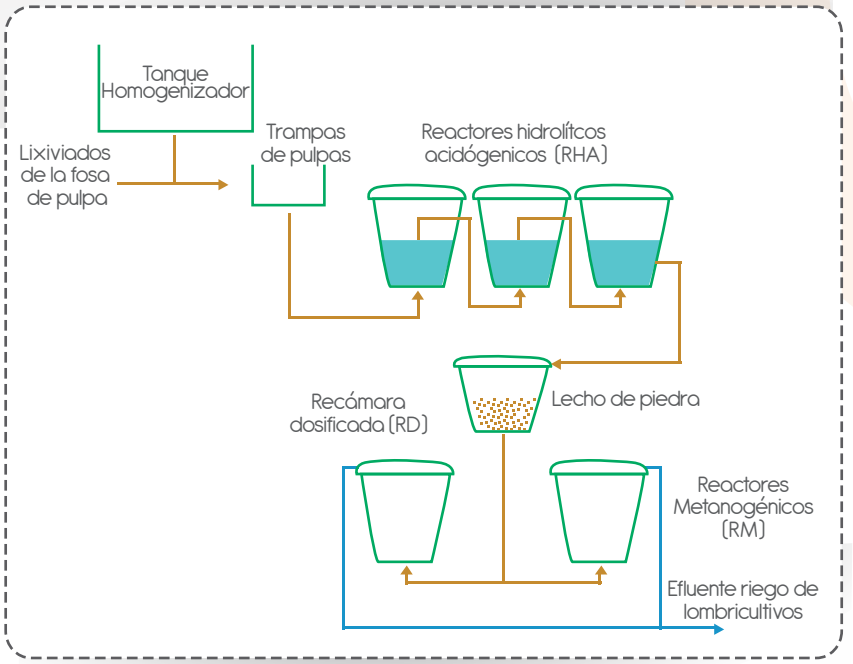


Figura 6.5
Sistema modular de tratamiento ANAERÓBICO – SMTA

Humedales Artificiales

Las cargas orgánicas que deben remover los sistemas de tratamiento son muy altas lo que representa que los SMTA requieran de muchos tanques para dar el tiempo de residencia requerida para la remoción de las cargas.

Los sistemas remueven 80% de la carga cumpliendo con el 1594/84, derogado por el decreto 1076 de 2015 –Capítulo 3, pero no con la resolución 631 de 2015, la opción técnicamente viable para optimizar los SMTA es hacer el vertimiento a un humedal artificial, algunas de las fincas que fueron visitadas por el CNPMLTA tienen humedales, pero no están diseñados y construidos con criterios técnicos, a continuación, se hace una breve descripción de esta tecnología.

El sistema propuesto es construir el humedal a la salida de la planta de tratamiento que tenga instalada la finca, el efluente de la PTAR pasa a lo largo del vaso en promedio 90 cm de profundidad cuyo fondo es recubierto con una membrana de polietileno para evitar la contaminación del subsuelo.

En el vaso se instalan capas de diferente composición con funciones determinadas en la filtración del agua: gravilla como un primer filtro biológico; heno para proteger la capilaridad; Sustrato que incluye entre otros, humus y cascarilla de arroz para favorecer la descomposición orgánica; tierra negra mezclada con algunos minerales (Las proporciones de estos minerales dependen del tipo de agua residual).

Sobre estas capas se siembran plantas de cáñamo (Phragmites australis:) cuyas raíces han sido previamente tratadas con cultivos de bacterias aeróbicas y anaeróbicas (Las Phragmites australis:por su taxonomía, es un material vegetal que se enraíza rápidamente un sitio con condiciones de humedad. Sus raíces pueden crecer hasta más de 2 metros si el espacio lo permite.

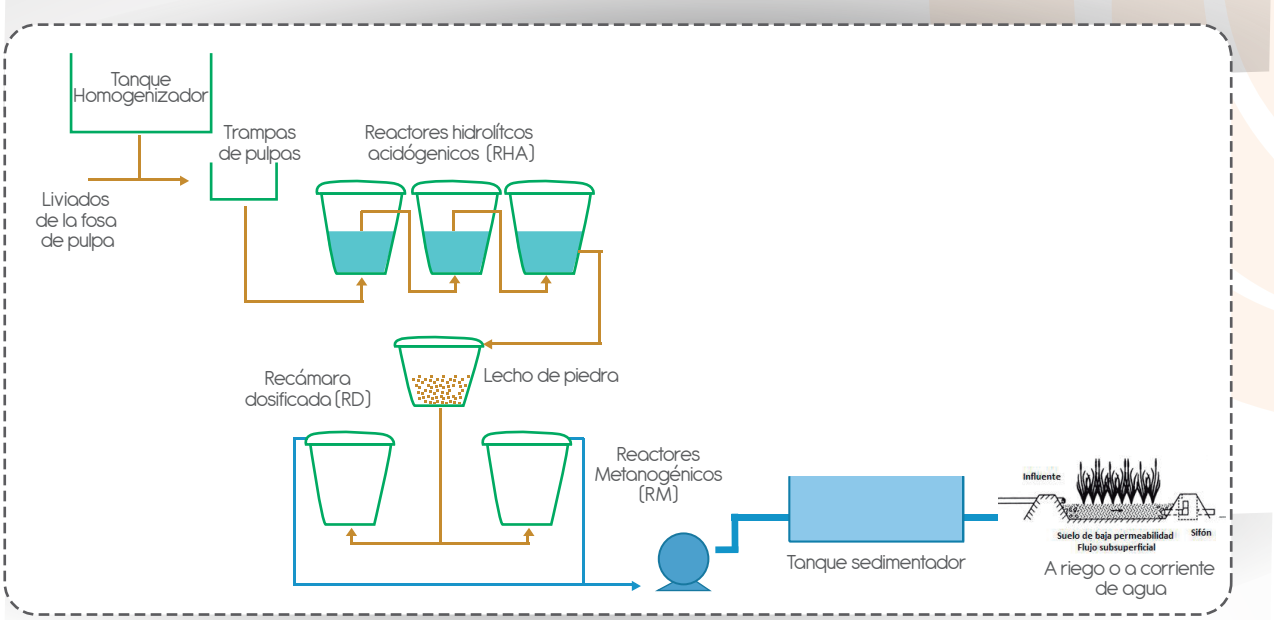


Figura 6.6
Humedal tratamiento terciario de las aguas mieles del café

Tabla 6.3
Mecanismos de remoción de los contaminantes y eficiencia

CONTAMINANTE	MECANISMO DE REMOCIÓN
DBO_5	En los sistemas de humedales FSS la remoción de materia orgánica sedimentable es muy rápida, debido a la deposición y filtración en este tipo de sistema, donde cerca del 50% de la DBO del afluente es removida en los primeros metros del humedal; esta materia orgánica sedimentable es descompuesta mediante procesos aeróbicos y/o anaeróbicos dependiendo del oxígeno disponible. El resto de la DBO se encuentra en estado disuelto o en forma coloidal siendo removida del agua residual por la actividad microbiana. Esta actividad biológica puede ser aeróbica cerca de las raíces y rizomas en los FSS, pero la descomposición anaerobia prevalece en el resto del sistema. El porcentaje de remoción de la DBO oscila entre 60% y 90%.
Sólidos suspendidos	La remoción de sólidos suspendidos es muy efectiva; produciendo efluentes con concentraciones muy bajas donde los mecanismos de remoción se dan a partir de la sedimentación y filtración que ofrece la alta densidad de la vegetación. La remoción de sólidos en humedales FSS es más rápida, y se estima que ocurre en gran parte entre el 12% y 30% de área inicial. El porcentaje de remoción oscila entre 73% y 93%.

Nitrógeno	La remoción de nitrógeno en humedales puede alcanzar valores por encima del 80% (se ha obtenido remoción del 97%) por procesos de nitrificación y desnitrificación. En los sistemas de humedales, el potencial de remoción del nitrógeno puede tomar varios años por lo menos se requieren dos o tres etapas del crecimiento de las plantas, sistemas de raíces, capa de residuos, y materiales de relleno, para alcanzar el equilibrio.

Uso eficiente del agua en el proceso de beneficio en húmedo

Hay fincas cafeteras que los procesos de beneficio son en húmedo y no han realizado la reconversión a tecnologías en seco, una de las recomendaciones que proponen en la Asociación Nacional del Café – ANACAFÉ Guatemala[13] es la recirculación o retorno de agua:

La recirculación del agua consiste en retornar el agua de proceso de despulpado y lavado, utilizando una bomba centrífuga de caudal y un tanque de concreto de bajo volumen que debe construirse en la parte más baja del beneficio, conocido como "tanque recolector decantador". Al cual debe llegar por gravedad toda el agua de despulpado y lavado.

La Figura 6.6 muestra el flujo del agua en un sistema de recirculación de circuito cerrado, en las etapas del proceso que se requiere el uso eficiente del agua:

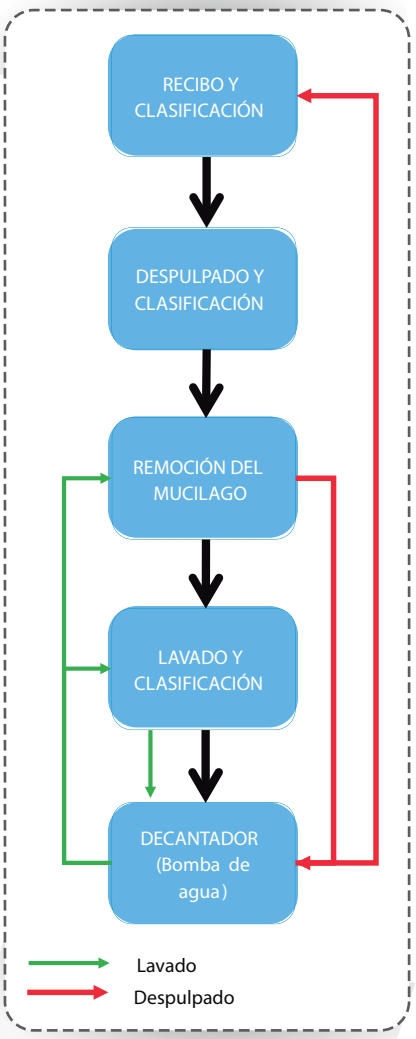


Figura 6.7
Recirculación de agua en beneficio húmedo de café

[13] www.anacafé.org

Ventajas de la recirculación:

-Reduce el volumen de agua.
-Disminuye el uso de agua limpia.
-Acelera el proceso de fermentación.
-No altera la calidad del grano.
-Facilita el tratamiento del agua residual.

Valorización de residuos del proceso de beneficio de café

Las nuevas tecnologías de beneficio ecológico permiten la recuperación del mucilago y la pulpa por separado, lo que permite buscar alternativas de valorización de los residuos, actualmente las fincas que tienen beneficiaderos secos están elaborando compost con la pulpa y producen sus propios abonos para los cafetales.

En el proceso BECOLSUB el mucilago se mezcla con la pulpa y se hace el compost, las aguas que lixivia la pulpa al inicio del proceso y la del proceso del compost se pasan a sistemas de tratamiento de aguas residuales para su vertimiento al suelo o a las quebradas.

Residuos obtenidos del beneficio de café[14]

Durante la actividad del beneficio se genera las aguas mieles y el mucílago, el cual es tiene un contenido alto de azucares reductores, aproximadamente el 64% en peso seco y representa el 15% del peso del fruto fresco. El aprovechamiento de los subproductos del beneficio representará un ingreso adicional para los caficultores, con los cuales se pueden amortizar los costos de producción e incrementar utilidades, en la Tabla 6.7 se detallan las cantidades obtenidas de estos subproductos en el beneficio de 1.000 gramos de café cereza.

[14] LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE, Nelson Rodríguez Valencia*, Diego Antonio Zambrano Franco

Tabla 6.4
Residuos obtenidos en el proceso de beneficio e industrialización de 1.000g de café cereza[15]

PROCESO	RESIDUO OBTENIDO	GRAMOS en 1000 grs de café cereza	%
Despulpado	Pulpa fresca	436	47%
Desmucilaginado	Mucilago	149	16%
Secado	Agua	171	19%
Trilla	Pergamino (película plateada)	42	5%
Torrefacción	Volátiles	22	2%
Preparación bebida	Borra	104	11%

Alternativas para cada residuo[16]

-Pulpa

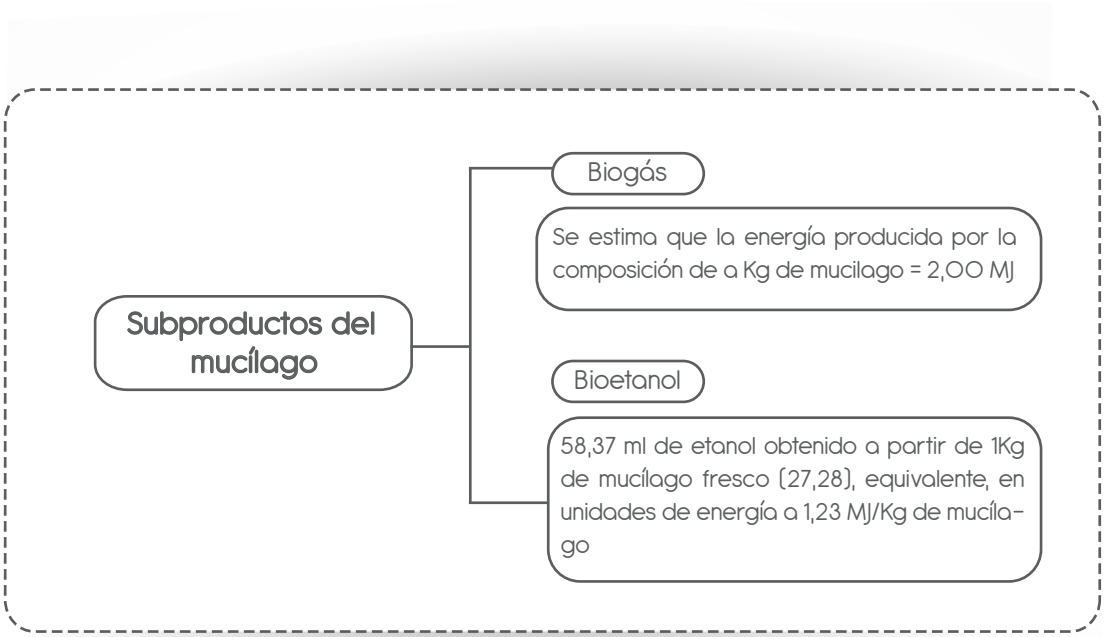
Es el primer producto que se obtiene en el procesamiento del fruto de café y representa, en base húmeda, alrededor del 43,58% del peso del fruto fresco.

El promedio de la producción de pulpa es de 2,25 t/ha-año (27, 28). Por cada millón de sacos de 60 kg de café almendra que Colombia exporta, se generan 162.900 t de pulpa fresca, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868.736 habitantes (26).

[15] Ibídem 14
[16] CALLE, V. Cómo producir gas combustible en pulpa de café. EN: Avances Técnicos Cenicafé. Chinchina. No. 393

-Mucílago

El mucílago se genera en la etapa del desmucilaginado, y en base húmeda, representa alrededor del 14,85% del peso del fruto fresco. En términos de volumen, por cada kilogramo de café cereza sin seleccionar se producen 91 ml de mucílago fermentado. Su producción media es de 768 kg/ ha-año (27, 28). Por cada millón de sacos de 60 kg de café que Colombia exporta, se generan aproximadamente 55.500 t de mucílago fresco, que si no se utilizan adecuadamente producirían una contaminación equivalente a la generada en un año, en excretas y orina, por una población de 310.000 habitantes.



En la Tabla 6.8 se presentan los rendimientos de etanol que podrían esperarse si la pulpa y el mucílago generados en la obtención de un millón de sacos de café verde, tipo exportación, se utilizan para la producción de este biocombustible.

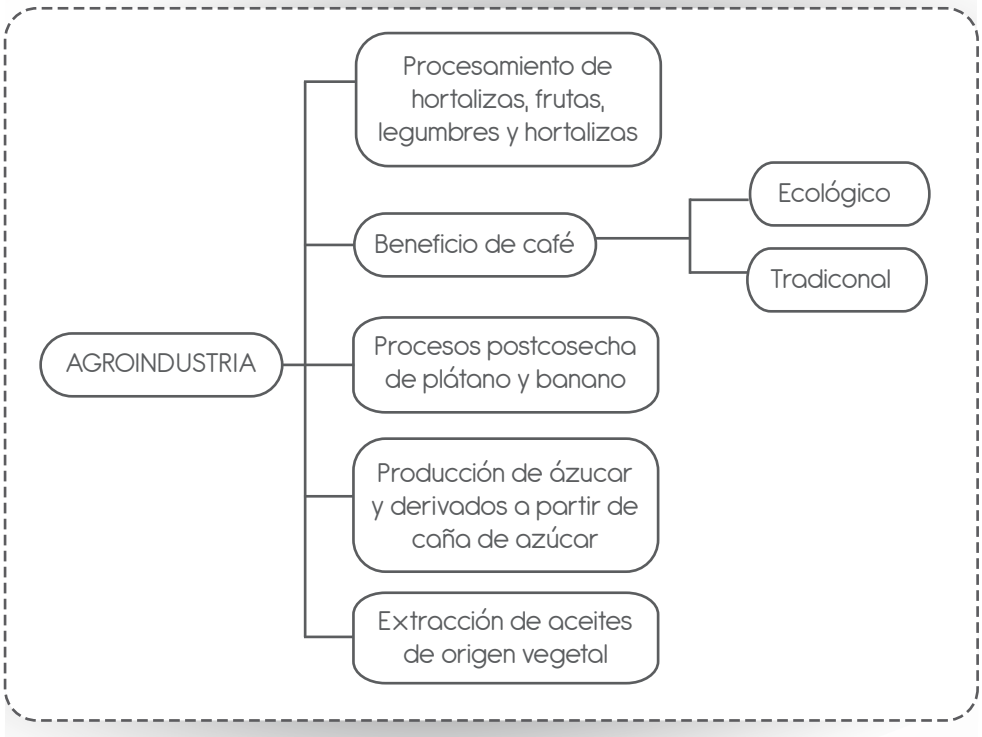
Tabla 6.5
Bioetanol obtenido por cada millón de sacos de café verde producido.

Subproducto	Toneladas generadas	Litros de etanol/Ton de subproducto	Galones de Etanol
Pulpa fresca	162.900	25,17	1.083.274
Mucilago fresco	55.500	58,37	855.888
Galones de etanol/millón de sacos de café verde			**1.939.162**

7. Anexos

ANEXO 1
Límites permisibles beneficio de café ecológico y tradicional

En la clasificación de las actividades productivas que hace la resolución 631, la actividad agroindustrial se subdivide de la siguiente manera:



Actividad productiva de la agroindustria
Límites permisibles beneficio de café ecológico y tradicional

	Unidades	Beneficio de café (clasificación de la fnc-cenicafé)	
		Proceso Ecologico	Proceso tradicional
Generales			
pH	Un. de pH	6 a 9	6 a 9
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O2	3.000	650

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l O2		400
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST	800	400
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l	10	10
Grasas y aceites	mg/l	30	10
COMPUESTOS DE FÓSFORO			
Fósforo total (P)	mg/l	Análisis y reporte	
COMPUESTOS DE NITRÓGENO			
Nitrógeno total	mg/l	Análisis y reporte	
OTROS PARÁMETROS PARA ANÁLISIS Y REPORTE			
Color real, medidas de absorbancia a las longitudes de onda de 436, 525, 620 nm			

Anexo 2
- Modelo de cálculo tasas retributivas

Decreto 2667 de 2012 – Tasas retributivas

Por medio de este decreto se reglamenta la tasa retributiva, por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales.
En sus artículos 4 y 5 establece las autoridades ambientales que son competentes para cobrar y recaudar la tasa retributiva. En su artículo 6 establece quienes están obligados a pagar la tasa retributiva.

En los artículos 8 y 9 establece metas globales, individuales y grupales de cargas contaminantes. En sus artículos 12 y 13 establece procedimientos para la fijación de metas globales de carga contaminante y el procedimiento de seguimiento y cumplimiento de esa meta.

En el artículo 18 establece el cálculo del monto a cobrar por concepto de tasa retributiva. En el artículo 19 establece los parámetros contaminantes que son objeto del cobro de la tasa y en el artículo 20 la destinación del recaudo. (República de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

Cálculo tasas retributivas

Carga contaminante diaria (Cc):

Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0{,}0036 \times t$$

Cc = Carga contaminante en Kg/día,

Q = Caudal (Litros/s)

C = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante, en miligramos por litro (mg/l)

O.0036 = Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/h)

t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

Tarifa de la tasa retributiva (Ttr):

Para cada uno de los parámetros objeto de cobro, la autoridad ambiental competente establecerá la tarifa de la tasa retributiva (Ttr) que se obtiene multiplicando la tarifa mínima (Tm) por el factor regional (Fr), así:

$$T = Tm \times Fr$$

Tarifa mínima de la tasa retributiva (Tm):

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá anualmente mediante resolución, el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para los parámetros sobre los cuales se cobrará dicha tasa, basado en los costos directos de remoción de los elementos, sustancia o parámetros contaminantes presentes en los vertimientos líquidos, los cuales forman parte de los costos de recuperación del recurso afectado.

Las tarifas mínimas de los parámetros objeto de cobro establecidas en la Resolución número 273 de 1997 actualizada por la Resolución número 372 de 1998, continuarán vigentes hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible las adicione, modifique o sustituya.

TARIFA MÍNIMA TR A 2014	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	118,54 $/Kg
Sólidos suspendidos totales (SST)	50,74 $/Kg

Factor Regional

Es un factor multiplicador que se aplica a la tarifa mínima y representa los costos sociales y ambientales de los efectos causados por los vertimientos puntuales al recurso hídrico.

Este factor se calcula para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros objeto del cobro de la tasa y contempla la relación entre la carga contaminante total vertida en el periodo analizado y la meta global de carga contaminante establecida; dicho factor lo ajustará la autoridad ambiental ante el incumplimiento de la mencionada meta.

Los ajustes al factor regional y por lo tanto a la tarifa de la tasa retributiva, se efectuarán hasta alcanzar las condiciones de calidad del cuerpo de agua para las cuales fue definida la meta.
De acuerdo con lo anterior, el factor regional para cada uno de los parámetros objeto del cobro de la tasa se expresa de la siguiente manera:

$$FR_i = FR_o + \left(\frac{Cc}{Cm}\right)$$

Donde:

〖FR〗_1= Factor regional ajustado, para el primer año del quinquenio 〖FR〗_1= 1

〖FR〗_O= Factor regional del año inmediatamente anterior,

Para el primer año del quinquenio 〖FR〗_O = O

Cc = Total de carga contaminante vertida por los sujetos pasivos de la tasa retributiva al cuerpo de agua o tramo del mismo en el año objeto de cobro expresada en Kg/año

Cm = Meta global de carga contaminante para el cuerpo de agua o tramo del mismo expresada en Kg/año.

La autoridad ambiental competente cobrará la tarifa de la tasa retributiva evaluando anualmente a partir de finalizado el primer año, el cumplimiento de la meta global del cuerpo de agua o tramo del mismo, así como las metas individuales y grupales.

El monto a cobrar a cada usuario sujeto al pago de la tasa dependerá de la tarifa mínima, el factor regional de cada parámetro objeto de cobro y la carga contaminante vertida, de conformidad con la siguiente fórmula:

$$MP = \sum_{1=1}^{n} Tmi \times Fri \times Ci$$

Donde:

MP = Total Monto a Pagar.

T_mi =Tarifa mínima del parámetro i.

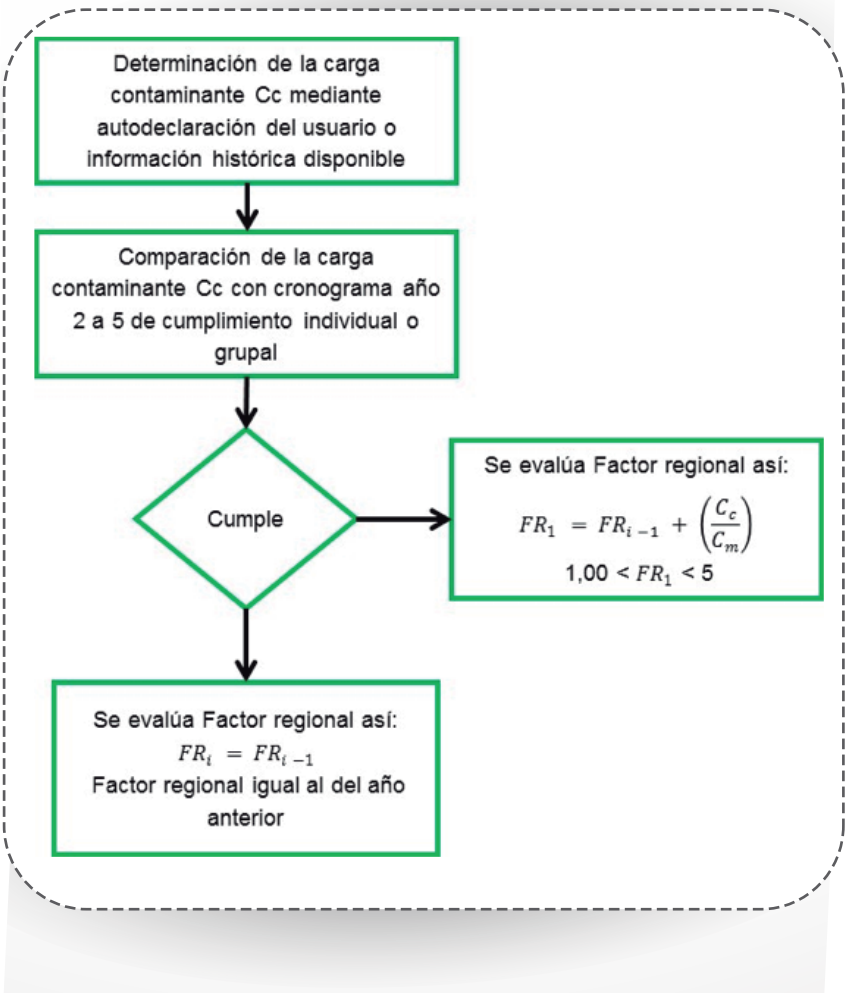
F_ri = Factor regional del parámetro i aplicado al usuario.

C_i = Carga contaminante del parámetro i vertido durante el período de cobro.

n = Total de parámetros sujetos de cobro.

CORANTIOQUIA en el acuerdo 441 de 2013 define la meta global, metas individuales y grupales de carga contaminante para los parámetros DBO5 y SST, en los cuerpos de aguas o tramos de los mismos en su jurisdicción, para el periodo 2014-2018".

Para el cálculo del Factor regional para años 2 a 5 del Quinquenio (2014 - 2018) se sigue el siguiente procedimiento:



Anexo 3
– Modulos de consumo y factor de vertimiento

Módulos de consumo de agua y factor de vertimiento[17]

Módulo de consumo:

Es la cantidad de agua que se requiere para el desarrollo de una actividad o la obtención de un producto. Sirve para determinar los caudales o volúmenes de agua que se asignan a personas naturales o jurídicas para el desarrollo de sus actividades domésticas, agropecuarias, industriales, comerciales o de otro tipo; así mismo, sirve como criterio para determinar potenciales de ahorro y uso eficiente del recurso.

Factor de vertimiento:

Se define como la carga contaminante generada por unidad de producción en el sector industrial o por usuario en el sector de servicios. A partir de este se podrán definir criterios para cumplir con las metas de reducción de contaminantes.

Metodología cálculo de módulos de consumo

Para obtener los módulos de consumo del proceso de mineriase deben seguir los siguientes pasos:

Recopilar información

Revisión de la información histórica de consumos de agua y vertimientos de la empresa o en su defecto hacer una minuciosa recopilación de información secundaria que permita preparar diagramas de procesos y balances de agua preliminares. Muchas veces no es posible tener datos precisos, sin embargo, se requiere, en la medida de lo posible, tener una buena aproxi-mación al estado actual del consumo de agua y del vertimiento generado.

Diagrama del proceso

Se hace un diagrama del proceso identificando cada una de las etapas donde se consume el mayor volumen de agua y se generan los vertimientos más significativos. Se deben presentar las fuentes de agua utilizada (pozo, quebrada, planta de tratamiento propia, acueducto, etc.).

[17] Metodología cálculo de módulos de consumo y factor de vertimientos Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Diciembre de 2010

Variables que inciden en el consumo de agua y el vertimiento

Existen muchas variables propias de cada proceso, que inciden directamente en el volumen de agua consumida o en la carga contaminante generada. Se deben identificar aquellas que requieren registrarse o medirse de tal manera que se logre cuantificar su importancia en el uso eficiente del agua. Adicionalmente, existen variables que no son susceptibles de control y sin embargo influyen en el proceso. Lo anterior implica que las mediciones de módulos de consumo tendrán un mayor grado de incertidumbre.

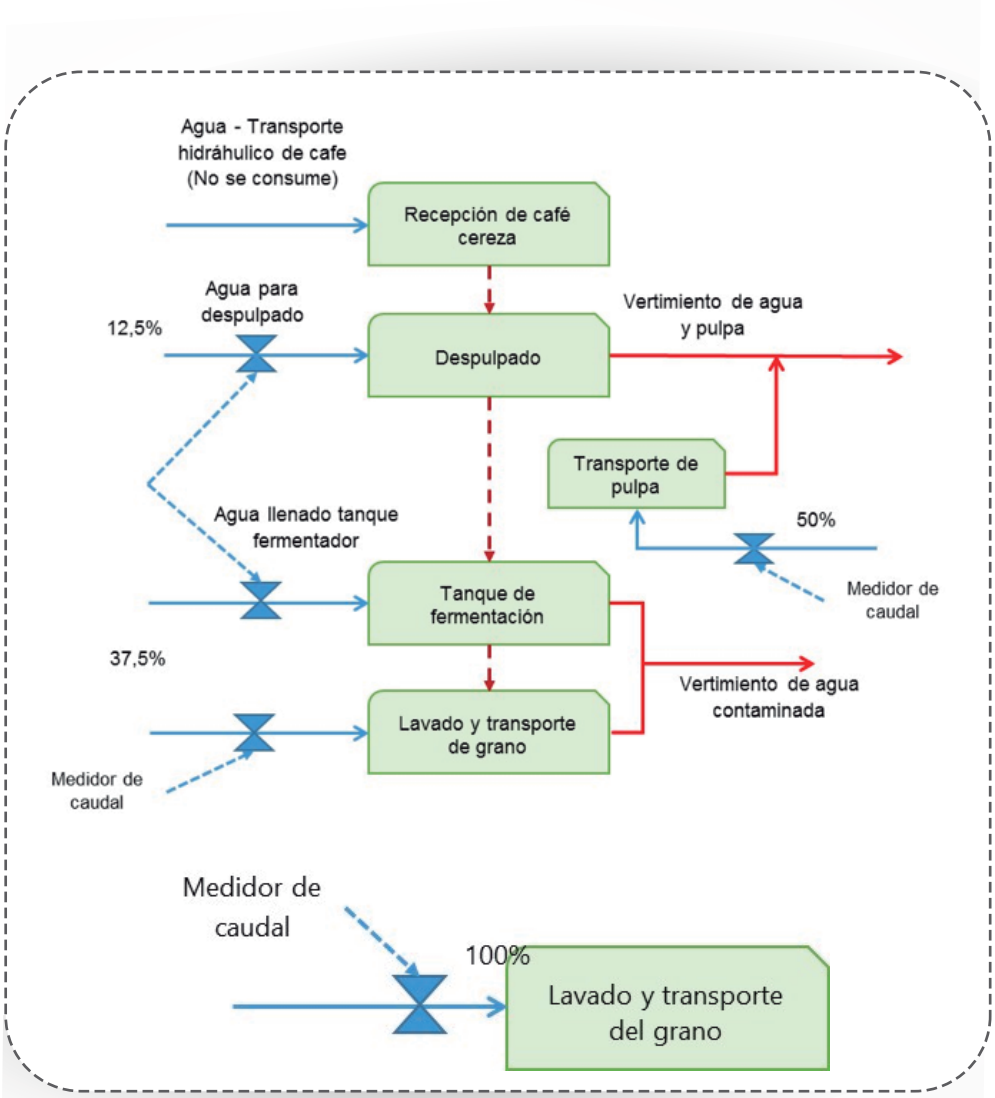


Figura 7.1
Diagrama de consumos de agua proceso húmedo del beneficio de café

Medición de consumos de agua

La medición es la herramienta básica del control, la cual sirve de guía para alcanzar eficazmente los objetivos planteados con el mejor uso de los recursos disponibles. Una buena medición permitirá obtener mejores resultados en el proceso de medición y reducirá el tiempo requerido para conocer los módulos de consumo.

Etapas del proceso a medir

Para seleccionar la etapa a la cual se le medirá el módulo de consumo o factor de vertimiento, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El diagrama de proceso presenta porcentajes elevados de agua.
- No se tiene información de su consumo y por lo tanto se requiere medición.
- Es un proceso muy común en la producción o prestación del servicio
- Datos de información secundaria reportan altos consumos o carga contaminante

En el control del consumo de agua en un entable de minería se deben medir los consumos de agua en las etapas de mayor consumo: Molienda, centrifugas y cianuración y el consumo total que entra al entable. En la Figura 8.2 se muestran los puntos donde deben ir instalados los medidores.

Cálculo del módulo de consumo

Para obtener los módulos de consumo del beneficio de café se deben medir independientemente los consumos de agua en las siguientes áreas:

Beneficio húmedo:

- Despulpado
- Transporte de pulpa
- Fermentación
- Lavado y transporte de grano

Beneficio seco:

- Desmucilaginado mecánico – Lavadora
- Lavado y transporte del grano

Los caudales en la entrada de cada uno de los procesos se pueden calcular por aforo, aunque es más seguro que se instalen los medidores de caudal.

Para el seguimiento del consumo de agua se propone la cantidad de café en cereza procesado, la duración de cada una de las etapas del proceso y el caudal de entrada a cada etapa:

Formato registro consumos de agua beneficio húmedo de café

REGISTRO DATOS CONSUMOS DE AGUA EN EL BENEFICIO HÚMEDO			
Empresa:			
Responsable del proceso			
Registro café cereza que entra al proceso			
Fecha	**Hora**	**Peso Kg**	
oct-15	**4:00 p. m.**	**500**	
Total Café en cereza		B	
REGISTRO DEL CONSUMO DE AGUA			
Hora de inicio del beneficio:			
Despulpado			
Hora de inicio		Duración proceso Horas	a
Hora final			
Medidor de caudal (L/s)		b	
Total consumo de agua despulpado (Litros)		c = a x b	
Transporte de pulpa			
Hora de inicio		Duración proceso Horas	a
Hora final			
Medidor de caudal (L/s)		b	
Total consumo de agua despulpado (Litros)		d = a x b	
Fermentación			
Hora de inicio		Duración proceso Horas	a
Hora final			
Medidor de caudal (L/s)		b	
Total consumo de agua lavado (Litros)		e = a x b	
Lavado y transporte de grano			
Hora de inicio		Duración proceso Horas	a
Hora final			
Medidor de caudal (L/s)		b	
Total consumo de agua lavado (Litros)		f = a x b	
TOTAL AGUA CONSUMIDA EN EL PROCESO		**G = c + d + e + f**	
Registro café pergamino seco CPS (Kg)		**H**	
MODULO DE CONSUMO BENEFICIO CAFÉ Litros/ Kg CPS		**G/H**	
RENDIMIENTO DEL PROCESO		**H/B**	

Formato registro consumos de agua beneficio seco de café

REGISTRO DATOS CONSUMOS DE AGUA EN EL BENEFICIO SECO			
Empresa:			
Responsable del proceso			
Registro café cereza que entra al proceso			
Fecha	**Hora**	**Peso Kg**	
oct-15	**4:00 p. m.**	**500**	
Total Café en cereza		B	
REGISTRO DEL CONSUMO DE AGUA			
Lavado y transporte de grano			
Hora de inicio		Duración proceso Horas	a
Hora final			
Medidor de caudal (L/s)		b	
Total consumo de agua lavado (Litros)		d = a x b	
TOTAL AGUA CONSUMIDA EN EL PROCESO		**F = c + d**	
Registro café pergamino seco CPS (Kg)		**G**	
MODULO DE CONSUMO BENEFICIO CAFÉ Litros/		**F/G**	
RENDIMIENTO DEL PROCESO		**G/B**	

Metodología de cálculo de la Tasa por uso

El decreto 155 de 2004 reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones, CORANTIOQUIA como autoridad ambiental es la entidad competente para recaudar la tasa por utilización del agua.

Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que utilicen el recurso hídrico en virtud de una concesión de aguas están obligadas al pago de la tasa por utilización del agua.

Esta tasa se cobra por el volumen de agua efectivamente captada, dentro de los límites y condiciones establecidos en la concesión de aguas. Si el usuario de la concesión tiene implementado un sistema de medición podrá presentar a CORANTIOQUIA en los términos y periodicidad que esta determine conveniente, reportes sobre los volúmenes de agua captada, en caso de no contar con sistema de medición CORANTIOQUIA liquidará el cobro de la tasa con base en lo establecido en la concesión de aguas.

La tarifa de la Tasa la establece la autoridad ambiental para cada cuenca hidrográfica, acuífero o unidad hidrológica de análisis y está compuesta por el producto de dos componentes: la tarifa mínima (TM) y el factor regional (FR):

$$TU = T M \times FR$$

La tarifa mínima la define anualmente el Ministerio del Medio Ambiente y desarrollo sostenible, en la resolución 240 del 8 de marzo del 2004 el valor de la tarifa mínima quedó en cero punto cinco pesos por metro cúbico (0.5 $/m3).
En el artículo 3 de la resolución No. 040140319222, CORANTIOQUIA fija la tarifa de la Tasa para el año 2014 en cero punto setenta y seis (0,76 $/m3). El artículo 12 del decreto 155 establece el valor a pagar por el usuario como el producto de la tasa por uso (TU) en $/m3 por el volumen captado corregido por el factor de costo de oportunidad, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VP = T U \times (V \times Fop)$$

VP: es el valor a pagar por el usuario sujeto pasivo de la tasa, en el período de cobro que determine por la autoridad ambiental, expresado en pesos.

TU: es la tarifa de la tasa por utilización del agua, expresada en pesos por metro cúbico ($/m3)

V: es el volumen de agua base para el cobro. Corresponde al volumen de agua captada por el usuario sujeto pasivo de la tasa que presenta reporte de mediciones para el período de cobro determinado por la autoridad ambiental, expresado en metros cúbicos (m3).
Fop: Factor de costo de oportunidad, adimensional.

El factor de costo de oportunidad toma en cuenta si el usuario del agua se encuentra haciendo un uso consuntivo o no consuntivo, generando costos de oportunidad para los demás usuarios aguas abajo. El valor del factor de costo de oportunidad se calculará de conformidad con la siguiente fórmula:

$$Fop = \frac{Vc - Vv}{Vc}$$

Vc: Volumen captado
Vv: Volumen vertido
Fop: para los demás casos es igual a 1.

$$0,1 \leq Fop \leq 1$$

En los casos que el usuario no presente los reportes sobre los volúmenes de agua captada, el cobro se realizará por el caudal concesionado y la autoridad ambiental para efectos de aplicar la fórmula contenida en el presente artículo en lo referente al volumen de agua, se aplica la siguiente expresión:

$$V = Q \times 86,4 \times T$$

V: Volumen de agua base para el cobro. Corresponde al volumen concesionado en el período de cobro y expresado en metros cúbicos.
T: Número de días del período de cobro.
Q: Caudal concesionado expresado en litros por segundo (lts/seg)
86,4: Factor de conversión de litros/seg a m3/día.

Metodología cálculo de factores de vertimiento

Para determinar el factor de vertimiento se requiere conocer la concentración de la sustancia contaminante a evaluar y el volumen vertido en el proceso. Los parámetros mínimos para analizar son Demanda Bioquímica de Oxigeno -DBO5- y Sólidos Suspendidos Totales -SST-(Parámetros objeto de cobro de tasa retributiva a la fecha).

Técnicas de muestreo

Para el cálculo del factor de vertimiento se debe hacer la caracterización del vertimiento, las técnicas para la toma de las muestras son tres: simple o puntual, compuesto e integrado.

Técnica de muestreo	Definición	Aplicación específica en determinación del factor de vertimiento
Simple o puntual	Son las que se toman en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual.	Esta técnica de muestreo se aplica cuando todas las aguas de proceso son recogidas en un tanque. También cuando se realiza un proceso por bache en donde toda el agua vertida esta homogenizada o cuando las concentraciones de los contaminantes no varían significativamente.
Compuesto	Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en el mismo punto y en diferentes tiempos.	Es la técnica más aplicada para los vertimientos industriales o generados en la prestación de servicios. Se utiliza para procesos en continuo donde hay variaciones de caudal. También para procesos por lotes que tienen descargas de larga duración. La frecuencia de toma de muestras dependerá de la duración del vertimiento. Se recomienda que para vertimientos de menores a 1 hora se tome una muestra simple cada 5 minutos. Si la descarga es de mayor duración, se pueden tomar muestras cada 20 o 30 minutos.
Integrada	Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en puntos diferentes y simultáneamente.	Esta técnica se aplica cuando se conocen los volúmenes vertidos de cada subproceso de tal manera que se pueda integrar con alícuotas proporcionales al volumen. La recolección de la muestra se hace en el momento del vertimiento de la etapa o subproceso. También se utiliza en vertimientos que requieran medición con el molinete para integrar proporcional a las velocidades en las subsecciones de la corriente.

En las plantas de sacrificio se debe usar la técnica de muestreo compuesto, para el cálculo del volumen de cada alícuota se usa la siguiente ecuación:

$$Vi = \left(\frac{Qi - V}{Qp - n} \right)$$

Vi = Volumen de cada alícuota
V= Volumen total Litros de muestra requerida para el análisis
$Q_{(p)}$ = Caudal promedio
$Q_{(i)}$ = Caudal instantáneo
n= Número de muestras

Ejemplo:

Durante un muestreo de una jornada de beneficio de café el proceso dura 4 horas:

MUESTRA	HORA	Qi (L/s)
1	8:00	0.20
2	8:30	0.30
3	9:00	0.25
4	9:30	0.10
5	10:00	0.15
6	10:30	0.20
7	11:00	0.12
8	11:30	0.30
9	12:00	0.23

Caudal promedio = 0,25 L/s
El Vi de cada alícuota para recoger un volumen total de 10 litros es:

$$Vi = \left(\frac{Qi - V}{Qp - n} \right)$$

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen (litros)	1.08	1.62	1.35	0.54	0.81	1.08	0.65	1.62	1.24

Los muestreos en los beneficiaderos de café deben hacerse durante el tiempo que dure el beneficio, si hay planta de tratamiento se deben hacer a la entrada y salida de la planta, esto permite evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento y evaluar posibles fallas del sistema.

Toma de muestras

El objetivo de un muestreo de agua es obtener una parte representativa del proceso a evaluar, y al cual se le analizarán los diferentes parámetros de acuerdo al interés. Para lograr este objetivo es necesario que la muestra sea relevante, que conserve las concentraciones de todos sus componentes y que no se presenten cambios significativos en su composición antes del análisis.

La selección del punto de muestreo, es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra. Se deben tomar las precauciones necesarias para evitar otras fuentes de contaminación que la afecten.

Los muestreos deben hacerlos laboratorios certificados por el IDEAM en toma de muestra y análisis de los parámetros fisicoquímicos a analizar seleccionados con base en los límites permisibles de la resolución 631 del 2015.

Formato registro vertimientos beneficio de café

REGISTRO DATOS DEL VERTIMIENTO				
Empresa:		**Fecha del muestreo**		
Responsable del registro				
REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN				
Kg de café cereza procesados del día en que se hace el monitoreo				a
Kg de café pergamino seco				b
Caudal promedio del vertimiento	c	Litros/s		
Tiempo del vertimiento de la jornada del beneficio				Horas
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Parámetros	**Unidades**	**Resultado**	**Cc Kg/día**	**Fv (Cc/Kg)**
pH	Un. de pH			
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O_2		d	d/b
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/l O_2			
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST			
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l			
Grasas y aceites	mg/l			

8. Bibliografía

Valencia Rodríguez Nelson, et al. BENEFICIO DE CAFÉ EN COLOMBIA. Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café.

Solano valencia, Jorge Isaac. IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA EL BENEFICIO HÚMEDO Y SECO DEL CAFÉ A PEQUEÑOS CAFICULTORES DE LA VEREDA LAS YESCAS, MUNICIPIO DE SOTARÁ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA– UNAD ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS – CEAD POPAYÁN, CAUCA 2014

Funes Caballero, Mario Renan, et al. PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE MUCILAGO DE CAFÉ. Comayagua Honduras, 2011

Cárdenas Garzón, Rodrigo Cristóbal, et al. MANEJO INTEGRADO DEL RECURSO AGUA, EN EL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ, PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CAFÉ ESPECIAL" ACAFETO" EN EL MUNICIPIO DE FRESNO, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. Universidad de Manizales 2014
CENICAFÉ. CONTROLE LOS FLUJOS DE CAFÉ Y AGUA EN EL MÓDULO BECOLSUB

Auld graeme. Evaluación de la certificación como gobernabilidad: efectos y consecuencias ampliadas para el café

Informes comité de cafeteros de Antioquia, 2012, 2013 y 2014

Cadena Gómez, Gabriel. La sostenibilidad de la caficultura colombiana

Manual de certificación RAINFOREST

Rodríguez Valencia, Nelson. MANEJO DE RESIDUOS EN LA AGROINDUSTRIA CAFETERA. – CENICAFÉ

Rodríguez Valencia, Nelson. LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE, marzo del 2010. Fondo Nacional del Café

Zambrano Franco, Diego A., et al. TRATAMIENTO ANAEROBIO DE LAS AGUAS MIELES DEL CAFÉ. Boletín técnico No. 29 Cenicafé 2006

Diego, Z.F., Nelson, R.V., Uriel, L.P., Paula, O.R., Andrés, Z.G (2006). Tratamiento Anaerobio de las Aguas Mieles del Café. Cenicafé, pp. 1-29.

Federación Nacional d Cafeteros de Colombia (FNCC), (2012). LXXVII Congreso Nacional de Cafeteros. Caficultura Sostenible, ©FNC 2012, pp. 1-130.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), (1997). Avances Técnicos 238 Cenicafé. Desarrollo de la tecnología BECOLSUB para el beneficio ecológico del café, 1-8.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), (2011). Avances Técnicos Cenicafé. Controle los flujos de café y agua del módulo BECOLSUB, 1-8.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), (2012). Red de Agricultura Sostenible. Indicadores Locales para la Producción Sostenible de Café en Colombia, © Red de Agricultura Sostenible, pp. 1-64.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), (2013). Avances Técnicos Cenicafé. ECOMILL Tecnología de Bajo Impacto Ambiental para el Lavado del Café, 1-8.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), (2013). LXXIX Congreso Nacional de Cafeteros. Por una Caficultura Competitiva, ©FNC 2013, Bogotá, Colombia, pp. 1-132.

Fernando, F. (sf), Cafés Especiales. Cap. 10. 1-22.

Gobernación de Antioquia. "PROTOCOLO PARA LA ADJUDICACION DEL SELLO CAFÉ DE ANTIOQUIA CAFÉ EN VERDE ORIGEN ANTIOQUIA Y DE ALTA CALIDAD ORIGEN ANTIOQUIA". CAFÉS ESPECIALES DE ANTIOQUIA, pp. 1-11.

Nelson, R.V y Diego, Z.F (2010). Avances Técnicos 393 Cenicafé. Los Subproductos del Café: Fuente de Energía Renovable, 1-8.