RED REGIONAL PARA EL APOYO A LAS ASOCIACIONES DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÈ
Región Centroaméricana y Caribe

Estudio sistema de tratamiento de las aguas mieles en Salcedo Republica Dominicana

Por: Lorenzo del Panta, Gabriele Regio e Dario Gil Pichado
Equipo técnico local del Programa CaféyCaffé

dario.pichardo@ucodep.org, gabriele.regio@ucodep.org
www.cafeycaffe.org

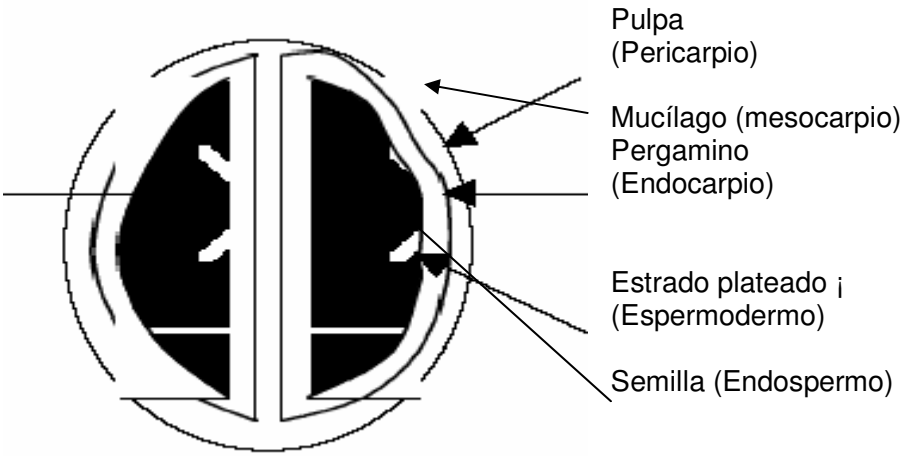
Las ideas y opiniones expresadas en este documento no representan necesariamente la posición oficial de las instituciones que apoyaron la iniciativa.

INTRODUCION

Las aguas residuales del proceso de despulpado y lavado del café, comúnmente conocida como *agua miel* se consideran como una de las mayores contaminaciones orgánica en el sector cafetalero. El café uva maduro presenta una composición física tal que los granos representan el 20% del fruto de consecuencia el proceso de despulpado genera un 80% de rechazo representando un alto riesgo de impacto sobre el medio ambiente si no se le da un tratamiento apropiado. El proceso de despulpado y lavado de 1 kg café genera una cantidad de agua y material contaminante equivalente a aquella producida pro 6 personas en un día (Pujol et al., 2001; Hernández et al., 2000). La concentración de los productos contaminantes orgánico en el agua que se utiliza en el beneficio húmedo de café dependen del tratamiento que se le da ante de que sean de nuevo integrada en un curso hídrico. Los beneficio húmedo en general no son aislado y en los cursos hídrico llegan contaminantes origen diferente como actividades agrícolas, pecuaria o desechos humanos. La importancia de darle un correcto tratamiento a las aguas miel es consecuencia que la oxidación de la materia orgánica contenida en ellas es hecha por la microflora bacteria que alimentándose de sobre dicha materia consuma todo el oxigeno disuelto en el agua creando así una situación de ausencia de oxigeno que perjudica la restante flora y fauna acuática (Hernández et al., 2000). Cuando la demanda de oxigeno por parte de los bacterias es superior a la cantidad de oxigeno disuelto naturalmente en el agua los microorganismo utilizan el oxigeno contenido en los nitrito (NO3-) y en los sulfatos (SO4-) originando moléculas de bisulfuros (SH2) responsables de olores desagradables. La turbidita incrementa a causa de la presencia de poli-fenoles presentes en los sólidos suspendidos. Algunas prácticas de prevención no prevén la inversión en procesos costosos si no un cambio en las prácticas de producción o la modificación de algunos procesos de transformación del café. Existen dos técnicas para el procesamiento del café: el beneficio seco y el húmedo. En el proceso seco el fruto del café se seca al sol después de ser cosechado y después con maquinarias se separa la pulpa y el pergamino, este proceso se utiliza principalmente en Brasil. En centro América el café se procesa por vía húmeda; el fruto después de ser cosechado se envía al Beneficio Húmedo donde se separa la pulpa del grano con maquinas despulpadoras, se fermenta por 8-12 horas, dependiendo de la temperatura externa, se lava para separar el mucílago de los granos y se seca hasta una humedad de 11-12%. Una vez que los granos son secos se separa el pergamino a través maquinas píldoras, se secciona el café por tamaño y se separan los granos detectados para obtener el café oro o exportable.

Se autoriza la difusión de los materiales aquí presentados, **siempre y cuando se cite la fuente** completa y su dirección electrónica.

Sección del fruto de café



Fermentación del café

Los granos del café despulpados son cubiertos por un mucílago que representa alrededor del 20% del peso del fruto maduro. Esto mucílago es compuesto principalmente por pectinas y azúcar que se degradan durante el proceso de fermentación. El proceso de fermentación del café recién despulpado prevé unos mecanismos complejos que degradan el mucílago a través de enzimas propios del café y otros enzimas de microorganismos externos.
La eliminación bioquímica del mucílago prevé la degradación de la pectina y acido galatturonico mientras los azucares originan principalmente alcohol y ácidos orgánicos. Con el proceder de la fermentación la formación de ácidos orgánico produce una reducción del pH desde un valor de 6.0 de los granos recién despulpados asta un valor de 4.0 durante el lavado. El proceso de fermentación depende de la temperatura e además cuando se utilizan sistema d recirculación de agua se produce un incremento de microorganismos que aceleran el proceso

Los tanques de fermentación varían dependiendo de la cantidad de café que se procesa diario pero generalmente no superna el metro de profundidad con el objetivo de mantener un ambiente rico de oxigeno y evitar fermentaciones anaeróbicas que producen ácidos con olores y sabores desagradable.
Una vez que el mucílago se degrada se pasa al lavado del café; las aguas residuales contienen una alta carga orgánica y se envían al sistema de tratamiento más oportuno.

Subproductos del Beneficio Húmedo del café y sus composiciones

Los subproductos del Beneficio Húmedo de café son:

- Pulpa
- Mucílago
- Pergamino

➢ **PULPA DE CAFE**

Composición

La pulpa de café es compuesta por epicarpio y mesocarpio del fruto; representa el 40% del peso total del fruto y tiene una humedad del 85%. La composición es variable pero se puede resumir en:

Sustancias contenidas % en seco

Cafeína 0,95 %	Poli fenol 2,90 %	Azúcar Total 4,10 %	Proteína bruta 13,30 %	Lignina 19,30 %
Grasa total 1,73 %	Celulosa 18,30 %	Sustancia orgánica 55,0 % degradadle	Minerales 9,70 %	Poténciale calorífico (KJ /Kg) 15.900

Posibles empleo de la pulpa de café

Alimentación animal

Han sido realizadas pruebas de alimentación animal con pulpa de café y se ha establecido que puede ser incorporada hasta un 5% en la alimentación de pájaros, un 16% en los cerdos y un 20% en vaca de leche y de engorda (Jarquín, R., 1987).

Cultivo de hongos (Guzmán, G. y colaboradores, 1987).

Cría de lombrices (Lardé, G., 1987).

Combustión

La pulpa puede ser presada eliminando el 35% del peso inicial generando un material con humedad de 82-83% y de fácil secado solar. Este material se seca en 3 días y en un área de secado de 1 mq se puede secar 14,67 kg de pulpa prensada que genera 3,07 kg de pulpa seca (Porres, C., 1987). Este material puede ser mezclado al 50% con pergamino de café para utilizarlo como combustible en las secadoras mecánicas con excelentes resultados.
Las problemáticas que pueden ser generadas son:

Si se quiere secar la pulpa prensada durante el periodo de cosecha los secaderos serán ocupados por el mismo café.
El resultado de la presión de la pulpa es un liquido altamente contaminante 70.000 p.p.m. di C.O.D. (Lardé, G., 1997) que podría crear un problema mas grave de aquello representado por las aguas mieles.

Si se almacena la pulpa como un ensilado se podrá secar después de la cosecha de café pero sigue el problema del líquido producido.

Abono orgánico
La producción de abono (compost) utilizando pulpa de café representa en la actualidad la técnica más segura para resolver el problema del impacto ambiental.
El proceso de producción de abono es aeróbico y se debe mantener una presencia de oxigeno constante en toda la masa. Esto se puede obtener en con 2 técnicas:
mezclando el material por lo meno una vez por día durante le periodo de mayor actividad microbiológica
poniendo al interior de la masa unos tubos perforado que favorecen la circulación del aire
El compost durante su maduración pasa por tres fases.
La **primera** caracterizada por un incremento de la temperatura hasta 40-50 °C en las primeras 24-48 horas en esta fase las sustancia mas fácilmente descomponible son consumidas.
En la **segunda** fase la temperatura llega hasta 40-70 °C y la celulosa y las substancias meno descomponible son consumidas.
La **tercera** fase inicia cuando la concentración de substancias meno descomponibles se reduce; en este momento la masa es atacada por organismos mezo filos y se enriquece de sustancia orgánica. Además, el compost establece un sistema de equilibrio orgánico que reduce los riesgos de impacto sobre el medio ambiente.
La calidad del compost puede ser mejorada utilizando sustancia orgánica de otra proveniencia como estierco, residuos de podas etc...Además de incrementar la producción de los cafetales su comercialización puede representar una fuente económica alternativa.

El mucílago de café

El mucílago de café es constituido por el mesocarpio del fruto y representa el 15-20% del peso del fruto fresco. El pH del mucílago fresco varía entre 5,5-6,2 y el contenido en pectina varía entre 15,9 % y 33%.
La además sustancia relevantes son agua, azúcar celulosa, minerales etc.

Fuente R.Willbaux:			
Pectina 33%	Azúcar reducente 30%	Azúcar no reducente 20%	Celulosa-Minerales 17%

En pruebas realizadas por García e col. (1987) se encontró que la pectina contenida en el mucílago es de bajo contenido en metoxilo, el peso molecular es muy bajo y si se le adiciona iones de calcio no produce gelatinas comerciales y de consecuencia tiene un bajo valor comercial.
Durante los proceso de fermentación el mucílago se descompone produciendo acido galatturonico, ácidos orgánicos (acético y láctico), alcohol y el pH se reduce a 4,0; en este momento los granos de café se lavan y se producen las aguas mieles caracterizadas por una demanda química de oxigeno de 17.000 mg/l (C.O.D.); la producción de agua miel por Kg. de café oro producido es de 3,8-6,1 lt (Lardé, G., 1997).

La primera recomendación para el tratamiento de estas aguas es de separar la fuente mas contaminante (agua del primer lavado) desde las aguas meno contaminantes (aguas de segundo lavado); el mucílago tendrá que ser separado con la menor cantidad de agua posibles y podrá ser mezclado con la pulpa fresca para la producción de compost durante la segunda fase cuando la temperatura será mas alta.

Si esto no fuera posible se puede proceder de la siguiente manera:
Mezclar las aguas más contaminante del primer lavado con las aguas del despulpado y almacenarlas en un tanque aparte para después enviarlas a un sistema de filtro con grava fina (1,0mm-2,0mm) para separar las principales impuridades. En seguida se enviará en un tanque donde se le adicionará cal y sulfato de aluminio para después enviarlas en un tanque de sedimentación y separar los sólidos suspendidos de las sustancias no solubles.
El diseño del tanque de sedimentación se realizará según los datos experimentales de sedimentación simulando las condiciones del beneficio húmedo y obteniendo el volumen procesable por día (MC/día).
El liquido separado de las substancias sólidas y con pH neutral podrá alimentar un sistema biológico, un fitodepurador o la combinación de varios procesos depurativos. El principal problema es que un sistema como esto debería mantener un flujo de agua constante para suplir los nutrientes necesario para la sobre vivencia de los agentes depurativos y mantener inalteradada su eficacia. En el caso de tratamiento de las solas aguas mieles el sistema de fitodepuración se quedaría inactivo por 8 meses si no se prevén sistema de acumulo de las aguas.

Pergamino de Café

El pergamino de café constituye el 4-5% del peso del grano seco y tiene una humedad de 12%. Su composición química en seco es de 47,2% carbono, 4,6% hidrógeno, 0,12% azufre, 48,1 oxigeno e 9-12% di humedad. El poder calorífico es de 17,500 kj/kg y por sus características representa un óptimo combustible.

Estudio sistema de tratamiento de las aguas mieles en Salcedo
Republica Dominicana

El sistema de tratamiento de las aguas mieles utilizado en Salcedo es un "filtro con flujo discontinuo". El diseño del sistema permite un tratamiento de las aguas mieles que pasan por un primer filtro de grava fina y un segundo filtro de carbón para después pasar a un tanque de decantación y oxidación antes de ser de nuevo enviadas al río.

Cantidad de agua utilizada en el Benéfico Húmedo
El Beneficio Húmedo de Salcedo es caracterizado por un diseño que desde el inicio quiso reducir al mínimo la cantidad de agua utilizada manteniendo al mismo tiempo una alta calidad del producto.
En este beneficio se reciben diario (entre Septiembre y Diciembre) un promedio de 700 cajas de café Uva.

Cafe procesato diariamente durante el pico max de cosecha	
Cajas	700
Kg	19600
quintales libras	65.33

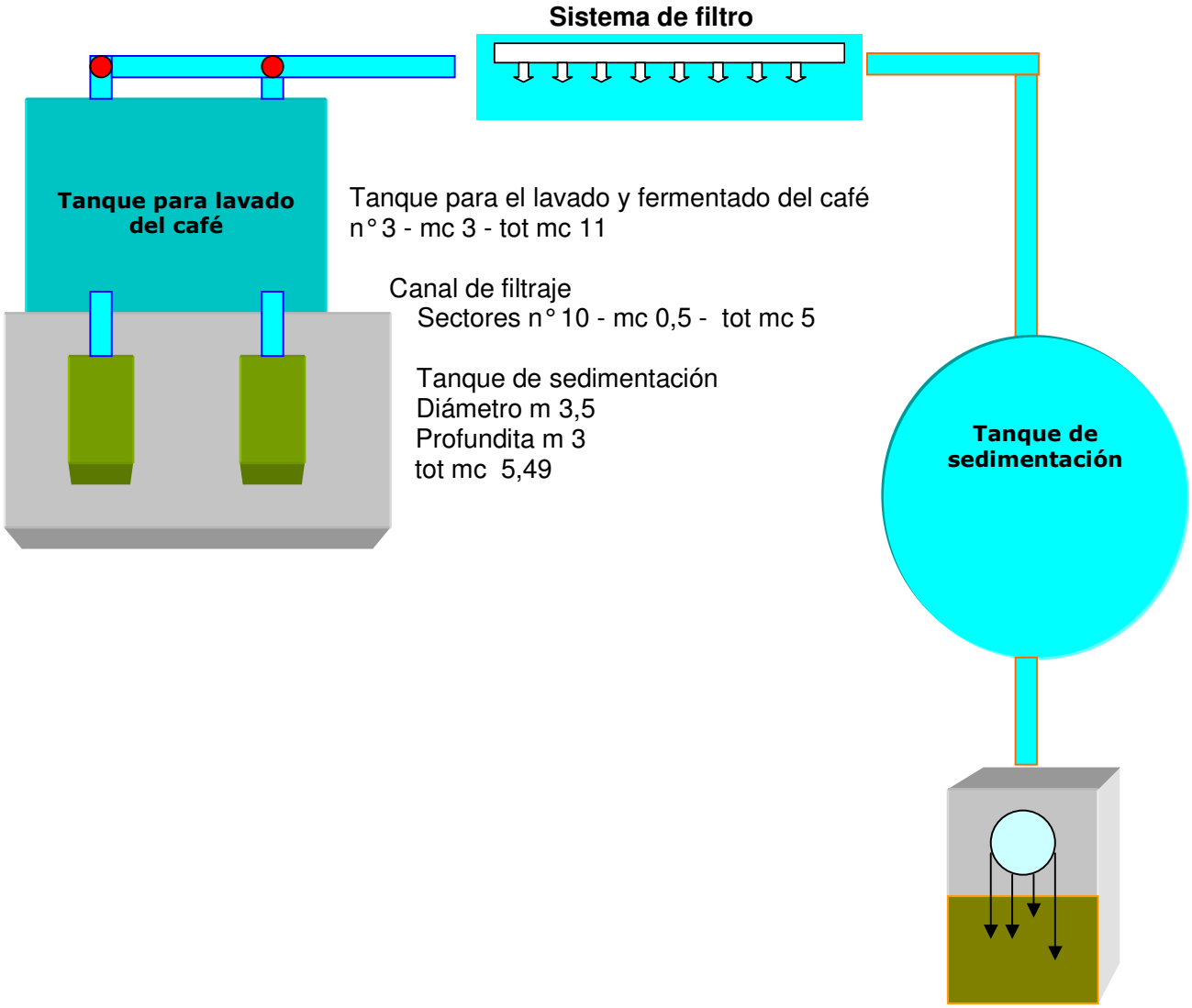
El café se despulpa a partir de la 5:00 pm, se fermenta por toda la noche se lava dos veces en el transcurso de la mañana. El tamaño de las tinas de lavado

Dimensión de la tina de lavado	
Largo mt.	6.5
Ancho mt.	2.5
Altura mt.	0.7
Tot m3	11.375

En literatura se considera que una despulpadora convencional utiliza 3000 lt de agua por cada qq de café producido, mientras una despulpadora ecológica utiliza solo 150 lt/qq. En las maquinarias semiecológicas se ha calculado que se utiliza una cantidad de agua de 300 lt/qq.

Cantidades de agua/día	
Agua para despulpar lt	6,533.33
Agua para lavar y fermentar lt	11,375.00
Tot litros	17,908.33
Tot m3	17.91
litros/qq libras	274.1071429

Tiempos de liberación de las aguas:
La cantidad de agua que se utiliza durante el proceso de despulpado se libera constantemente durante un periodo de 5 horas todos los días, casi 1.200 lt/hora. Esta agua pasa durante la noche por un sistema de filtros y un tanque de sedimentación.
Las aguas utilizadas para el lavado del café, 9.000 lt por cada lavado por un total de 18.000 litros, pasa durante el día por un sistema de filtros y un tanque de sedimentación.
Este proceso diario tiene una duración de 4-5 meses por cada año.



Muestra "A"
Río Jamao ante del Beneficio Húmedo

Muestra "B"
Agua filtrada del Beneficio Húmedo

Muestra "C"
Río Jamao después del Beneficio Húmedo

Ilustración 3 Panorámica del Beneficio Húmedo di Salcedo

Ilustración 3 Particular del sistema de filtraje del agua miel

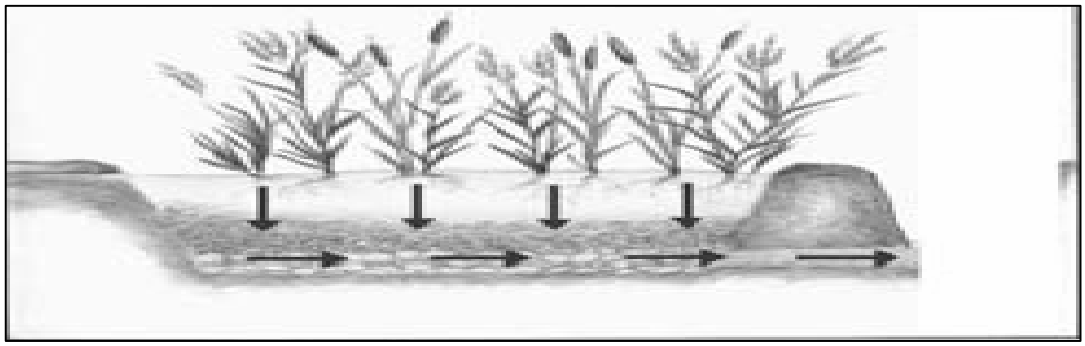
Ilustración 3 Particular de la vasca de decantación del agua miel

Sistema alternativos de depuración de las aguas mieles

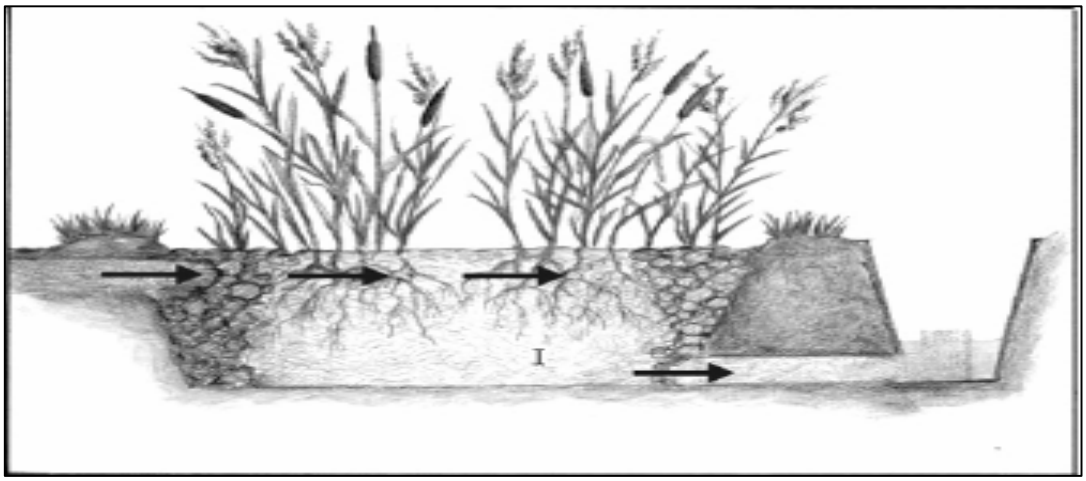
Tanque de sedimentación

En los tanques de sedimentación la descomposición de la materia puede ser aeróbica a través el oxigeno atmosférico que pasa por la superficie aire agua y/o a través el oxigeno producido por las algas o anaeróbica.

Fitodepuración con flujo vertical (VF)



Fitodepuración con flujo horizontal (HF)



Fitodepuración

El fitodepurador es un sistema de tratamiento de las aguas mieles, que precedentemente han sido tratadas en un tanque de sedimentación, con grava de diferente tamaño y tierra que constituye un substrato para vegetales acuáticos. La función de las matas es doble pues sus raíces permeabilizan el substrato y liberan oxigeno esencial para la descomposición de la materia orgánica.
El sustrato acciona como un filtro mecánico y químico pues sus partículas fijan los fosfatos también. Las áreas húmedas construidas, como los fitodepuradores, son sistemas artificiales diseñados para reproducir las condiciones presentes en áreas húmedas naturales con el fin de incrementar la eficaz de descomposición de los elementos contaminantes. Esta descomposición es actuada por procesos físicos, químicos y biológicos. Generalmente los fitodepuradores son compuestos por una serie de tanque (3); el primero de sedimentación con una profundidad superior a 1 mt en el cual se insertan algas micrófitos con un 50% de concentración mientras el segundo y el tercero contiene vegetales acuáticos. La instalación de un fitodepurador representa no solo un intervención para la recuperación de los recursos hídrico, también se puede considerar como una valorización y reservación de los recursos paisajísticos.
Los fitodepuradores, si diseñados según criterios específicos, favorecen también el mantenimiento de la biodiversidad ambiental pues se transforman en ambientes ideales para los organismos acuáticos y terrestres. También económicamente los fitodepuradores tienen muchas ventaja: después de la realización los costos de mantenimiento son casi nulo, siendo sistemas ecológico autosuficientes solo se necesita actividad de control de maleza y poda y la separación del lodo que se acumula en el fondo del tanque que puede ser utilizado en agricultura teniendo optima característica químico y orgánica. El fitodepurador prevé un cuarto tanque donde se recoleta el agua depurada ante de ser reutilizada, se el sistema es instalado cerca de un río las aguas purificadas pueden ser liberadas sin crear ningún impacto en el medio ambiente pues son aguas biológicamente puras.

Materiales y metodología del estudio sobre le tratamiento de las aguas mieles e el Beneficio Húmedo de Salcedo.

El beneficio húmedo de café orgánico de Salcedo esta diseñado para un maquina convencional numero 12 con una bandeja de clasificación y una maquina numero 2 para el café de segunda que sale de la bandeja de clasificación lo que hace que se aproveche al máximo el café que llega al beneficio. El café antes de llegar a la maquina despulpadora es clasificado en un canal despedregador tipo cascada y después seleccionado en una tolva sifón de flote donde se separan las materias flotantes (basuras, hojas palos de café, hilos de sacos, café vano, café con broca, seco, etc.), el café que la tolva clasifica como bueno es separado del agua en una criba de escurrimiento y cae en la maquina despulpadora numero 12, en este proceso quedan granos que la maquina no despulpa y no pasan la malla de clasificación y son los granos que pasan por la maquina numero 2 ubicada debajo de la saranda. El café de flote que sale de la tolva es despulpado progresivamente en la maquina numero 2 y su destino es el mismo que el café que no despulpa la maquina, la cáscara que queda después del despulpado cae en una área desde la cual se transportará hasta su destino final. La cáscara de la maquina numero 2 tiene que ser recogida en sacos que se colocan en la parte posterior de la maquina. El café despulpado va a parar a las tinas de fermento y en la mañana siguiente es desmucilaginado con agua dentro de las tinas de manera manual y conducido al secadero, el agua del este proceso será depositada en una laguna de oxidación prevista para estos fines.
El agua del proceso de clasificación del café en la tolva clasificadora será reciclada una y otra vez hasta que se considere demasiado sucia para estos fines.
El agua que se empleará en el beneficio proviene de un rio que pasa cerca de la estructura. Y tendrá un tinaco de almasenamiento de 2500 galones que garantiza el proceso ante a una averia.

Para medir el impacto sobre el medio ambiente del Beneficio Húmedo se han analizados 3 diferentes muestras de agua:

Muestra A: agua del río que abastece el Beneficio Húmedo
Muestra B: aguas mieles en tratamiento después de 2 meses del cierre del Beneficio Húmedo
Muestra C: agua del río después que recibe las aguas del Beneficio Húmedo

Por cada muestra se ha entregado al laboratorio 1 galón de agua
Las muestras han sido analizadas por el laboratorio AV Valdez Aguasvivas en Santo Domingo.

Los análisis que se han realizados son:

DQO – Demanda Química de Oxigeno

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O2/litro. Es un método aplicable en aguas continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. No es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendría y, en este caso, se utiliza el método de oxidabilidad con permanganato potásico. El método mide la concentración de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.).

DBQO – Demanda Bioquímica de Oxigeno

La demanda biológica de oxígeno, también denominada demanda bioquímica de oxígeno, (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. El método se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO_5) y se expresa en mg O_2/litro.
Es un método aplicable en aguas superficiales continentales (ríos, lagos, acuíferos, etc.), aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad apreciable de materia orgánica. No es aplicable para las aguas potables debido al valor tan bajo que se obtendría, utilizándose en este caso el método de oxidabilidad con permanganato potásico.
El método mide la concentración de los contaminantes orgánicos. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas también por las bacterias en disolución. Para evitar este hecho se añade N-aliltiourea como inhibidor.

SS – Sólidos Suspendidos

Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105ºC hasta peso constante.
Una muestra bien mezclada se pasa a través de un filtro estándar de fibra de vidrio, previamente pesado, y el residuo retenido se seca a 103-105ºC hasta peso constante. El incremento de peso del filtro representa el total de sólidos suspendidos.
Si el material suspendido tapona el filtro y prolonga la filtración, la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos disueltos totales puede dar un estimativo de los sólidos suspendidos totales. Este método es aplicable a aguas potables, superficiales, y salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida, en un intervalo de 4 a 20 .000 mg/L.

pH

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H+) en una sustancia.
La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H^+) y el número de iones hidroxilo (OH-). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7. El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el ph de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el pH de una sustancia está por debajo de 7, es una sustancia ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución. El pH es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El término común para referirse al pH es la alcalinidad.

Resultados

LABORATORIO CLÍNICO
VALDEZ AGUASVIVAS
ANÁLISIS CLÍNICOS • ANÁLISIS DE AGUA • BIOMICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS

ESTUDIO PARCIAL DEL MEDIO FISICO-QUIMICO

SALCEDO A,B,C
(UCODEP)

REALIZADO POR
LICDA. MARISELA VALDEZ AGUASVIVAS

CON LA COLABORACIÓN DE
GRUPO HIDRO-ECOLÓGICO VALDEZ AGUASVIVAS

10 DE MARZO DE 2009
SANTO DOMINGO, REPUBLICA DOMINICANA

LABORATORIO CLÍNICO
VALDEZ AGUASVIVAS
ANÁLISIS CLÍNICO • ANÁLISIS DE AGUA • MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS

Nombre de la Empresa: UCODEP
Solicitado por: GABRIEL REGIO
Fecha toma de muestra: 05/03/2009
Hora toma de muestra: 11:30

ANÁLISIS DE AGUA

Se recibieron tres muestras de agua de UCODEP en galón plástico, de procedencia de, SALCEDO, para realizar análisis físico químicos.

Los parámetros solicitados y la metodología particular usada para su análisis:

PARAMETROS	METODOS DE PRESERVACION	METODOS DE ANALISIS
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	Refrigeración a 4° C	FOTOMETRICO 8006 HACH
PH	Refrigeración a 4° C	PH METRO SENSION 3 HACH
DBOs (mg/L)	Refrigeración a 4° C	OXIMETRIA
DQO (mg/L)	Refrigeración a 4° C	REACTOR DQO HACH ®

RESULTADOS

PRUEBA	RESULTADOS			UNIDADES
	SALCEDO (A)	SALCEDO (B)	SALCEDO (C)	
DBOs	1.10	1.00	0.90	(mg/L)
DQO	20.0	16.0	7.00	(mg/L)
PH	7.91	7.20	7.97	--
SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS (TSS)	2.00	62.0	5.00	(mg/L)

0.00 = ND: No detectado durante la prueba, dentro del rango de detección indicado.

OBSERVACIONES:

Favor de comparar los resultados con los valores aceptables indicados por Las Normas Ambientales sobre la Calidad del Agua y Control de Descargas.

Atentamente,

Lic. Marisela Valdez Aguasvivas
Directora

Para medir el impacto sobre el medio ambiente del Beneficio Húmedo se han analizados 3 diferentes muestras de agua:
Muestra A: agua del río que abastece el Beneficio Húmedo
Muestra B: aguas mieles en tratamiento después de 2 meses del cierre del Beneficio Húmedo
Muestra C: agua del río después que recibe las aguas del Beneficio Húmedo
Por cada muestra se ha entregado al laboratorio 1 galón de agua

Las muestras han sido analizadas por el laboratorio AV Valdez Aguasvivas en Santo Domingo.

Como se puede apreciar por los resultados de las análisis de la tres muestras, el agua de la **muestra A**, o sea el agua que llega desde el río ante de pasar por el beneficio tiene valores que, si comparado con las normas sobre la calidad del agua la clasifica como agua B o sea agua aprovechable para riego y para el mantenimiento de la avifauna.

También el agua de la **muestra B** tiene la misma clasificación pues el tratamiento reduce ulteriormente el valor de la DBQ y de la DO. Se puede notar como los sólidos suspendidos tienen un valor consentido por la norma pero podría ser reducido aplicando una cantidad de cal un poco mas elevada.

En fin la **muestra C** que representa la agua del río después que recibe las aguas del Beneficio Húmedo, presenta nuevamente valores que la clasifican como agua B o sea agua aprovechable para riego y para el mantenimiento de la avifauna, y se puede notar como los sólidos suspendido presentes en el tanque de oxidación del beneficio húmedo no pasen de toda forma al río.

Se puede en fin afirmar que el sistema de filtro y tanque de oxidación del Beneficio Húmedo de Salcedo reduce efectivamente el impacto de las aguas mieles sobre el medio ambiente. Esto efecto se ve mas claramente si se comparan los valores de DO de las aguas mieles y de despulpado y lavado con los valores de la Muestra B donde se nota una reducción de mas de 200%

Aguas diluidas de despulpado: 2,5-3,5 gr D.Q.O/lt
Aguas de lixiviado de pulpa: 2,0 gr D.Q.O/lt
Aguas de recirculación despulpado: 8-12 gr D.Q.O/lt.
Agua de lavado de maquinaria: 2-3 gr D.Q.O/lt

centración es inversamente proporcional a la temperatura del agua. Puede expresarse en miligramos por litro de oxígeno disuelto, o porcentualmente, en función de la concentración de saturación del agua a la temperatura medida.

3.25. Tasa de dilución: es la relación entre el caudal del cuerpo receptor y el caudal del efluente.

4. ESTÁNDARES DE CALIDAD DE CUERPOS HÍDRICOS

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales clasificará los cuerpos receptores de agua (o segmentos de los mismos) de acuerdo al uso actual o potencial de sus aguas, a los fines de restaurar y mantener las características físico-químicas y además para mantener o mejorar la integridad biológica de los mismos. Para dichos fines, los cuerpos receptores de descargas de aguas residuales se han definido en cuatro grupos, dos de los cuales serán objeto de una clasificación en base a su utilidad. Ellos son:

- Aguas superficiales:
  - Ríos, arroyos, estuarios, lagos, lagunas y embalses
- Aguas costeras (medio marino-costero)
- Aguas subterráneas
- Red de alcantarillado

4.1. Clasificación de aguas superficiales y costeras según su utilidad.

La calidad de las aguas de los cuerpos receptores (o segmento

de éstos) es determinada por sus características físico-químicas y biológicas presentes, o por las características que la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales establezca como meta a lograr, para dicho cuerpo hídrico, en función de sus usos actuales o potenciales.

Los fines perseguidos mediante esta clasificación son crear estrategias a seguir para el mantenimiento y/o mejoramiento de dichos cuerpos hídricos, así como planificar y ordenar el surgimiento de nuevas industrias o la ampliación de las existentes. Esta planificación será basada en las cargas contaminantes descargadas por las industrias y los niveles de contaminación presentes en los cuerpos hídricos.

Para los fines de clasificación antes mencionados, los cuerpos hídricos receptores de aguas superficiales y de aguas costeras se clasificarán de la siguiente forma:

Aguas superficiales:

- **Clase A:** aguas destinadas al abastecimiento público e industrial de agua potable sin necesidad de tratamiento previo, excepto filtración y simple desinfección. Aguas destinadas a la propagación y usos de especies, a fines agrícolas, incluyendo regadío de vegetales de consumo crudo, y a usos de recreo con contacto directo (ej. natación).
- **Clase B:** aguas destinadas a la preservación de la fauna y la flora; aguas aprovechables para regadío de cultivos, deportes acuáticos sin contacto directo, aquellas utilizadas en algunos procesos industriales y pecuarios; y aguas para abastecimiento de agua potable después de un proceso de tratamiento.

- **Clase C:** aguas utilizadas para transporte (navegación fluvial), y con limitada interacción con el medio ambiente.
- **Clase D-1:** aguas superficiales a preservar en condiciones naturales, por su excepcional calidad o gran valor ecológico. Los usos de estas áreas incluyen demostraciones e investigaciones científicas, actividades estéticas y paisajísticas, así como actividades relacionadas con manejo y conservación que no alteren el ambiente. Todos estos ecosistemas deben conservarse en "condiciones naturales", refiriéndose a aquellas condiciones imperantes antes de que existieran agentes externos que modificaran su equilibrio natural. Para lo cual, las descargas efectuadas (aguas arriba en el caso de ríos) no deben afectar las condiciones de dicho ecosistema.

Aguas costeras:

- **Clase D-2:** aguas costeras y estuarinas a preservar en condiciones naturales, por su excepcional calidad o gran valor ecológico, tales como corales en áreas de arrecifes coralinos. Los usos de estas áreas incluyen demostraciones e investigaciones científicas, actividades estéticas y paisajísticas, y actividades relacionadas con manejo y conservación que no alteren el ambiente. Todas estos ecosistemas deben conservase en "condiciones naturales", refiriéndose a aquellas condiciones imperantes antes de que existieran agentes externos que modificaran su equilibrio natural. Su delimitación física y geográfica se extenderá 500 mt. mar adentro de su ubicación.

- **Clase E:** aguas costeras destinadas a la conservación de recursos naturales como mangles y zonas de reproducción y nutrición de organismos marinos y áreas para acuacultura marina, incluyendo moluscos, camarones, peces y pesca comercial. Además, destinadas a actividades de deportes acuáticos y otras de contacto directo con el agua, como natación, buceo, esquí acuático y otros.
- **Clase F:** aguas costeras destinadas a deportes acuáticos y otras actividades que no conllevan contacto directo con el agua como veleros, pesca deportiva y otros.
- **Clase G:** aguas costeras destinadas a actividades industriales, portuarias y de transporte naviero. Los efluentes industriales en estas áreas deben de ser previamente tratados hasta acomodarse a los requisitos establecidos.

Para los efectos de esta norma, la Tabla 4.1. establece los requisitos y niveles de calidad para la clasificación de las aguas, de acuerdo a los usos a que se destinen. En el caso de que estos estándares de calidad de agua sean excedidos por la concentración del cuerpo de agua bajo "condiciones naturales", el estándar aplicable será la concentración natural de éste.

Tabla 4.1. Valores máximos de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en cuerpos hídricos superficiales y en aguas costeras. Las Clases D-1 y D-2 no se incluyen en la presente tabla porque todos sus parámetros deben cumplir condiciones naturales.

Parámetros	Unidad	Aguas Superficiales			Aguas Costeras		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Parámetros generales							
Agentes tensioactivos	mg/L	0.15	0.5	2	-	-	-
Cloruros	mg/L	250	250	1000	-	-	-
Coliformes fecales	NMP/100ml	400	1000	4,000	400	2000	2000
Coliformes totales	NMP/100ml	1,000	1,000	10,000	1,000	10,000	10,000
Color	U.Pt-Co	15	50	200	condic. naturales		-
DBO[1]	mg/L	2	5	100	-	-	-
Fluoruros	mg/L	0.7	1	3	1.5	1.5	-
Fosforo PO_4-P	mg/L	-	-	-	0.4	0.4	-
Fosforo total	mg/L	0.025	0.025	0.1	-	-	-
Grasas y aceites	mg/L	ausente	1	20	1	1	1
NH_3-N	mg/L	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-
NO_2-N + NO_3-N	mg/L	10	10	-	15	20	-
Oxígeno disuelto (OD)	% sat.	> 80	> 70	> 50	> 60	> 50	> 45
PH	-	6.5-8.5	6.5-9.0	5.0-10.0	7.5-8.5	7.5-8.5	-
Sólidos disueltos	mg/L	1,000	1,000	5,000	-	-	-
Sólidos flotantes	-	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sulfatos	mg/L	400	400	5000	-	-	-
Sulfuros	mg/L	0.002	0.002	-	0.01	0.01	-
Temp. incrementada	°C	± 3	± 3	±3	±3	± 3	± 3
Metales							
Arsénico	mg/L	0.05	0.05	1	0.15	0.15	-
Bario	mg/L	1	2	10	1	1	-
Boro	mg/L	0.5	0.5	5	5	5	-
Cadmio	mg/L	0.005	0.005	0.05	0.005	0.005	0.005
Cianuro	mg/L	0.1	0.1	0.5	0.02	0.02	-
Níquel	mg/L	0.1	0.1	-	0.008	0.008	-

Tabla 4.1. (Cont.)

Parámetros	Unidad	Aguas Superficiales			Aguas Costeras		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Metales							
Cobre	mg/L	0.2	0.2	2	0.05	0.05	-
Cromo total	mg/L	0.05	0.05	1	0.1	0.3	0.3
Cromo hexavalente, Cr^{+6}	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.05	0.1	0.1
Hierro	mg/L	0.3	0.3	3	0.3	0.3	-
Manganeso	mg/L	0.5	1	5	0.1	0.1	-
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.005
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.5	0.05	0.05	-
Cobalto	mg/L	0.2	0.2	0.5	-	-	-
Plata	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	-
Selenio	mg/L	0.01	0.01	0.5	0.01	0.01	-
Zinc	mg/L	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	-
Radioactividad							
Actividad α	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-
Actividad β	Bq/L	1	1	1	1	1	-
Biocidas							
(Organo-c loradas y otras persistentes)							
Aldrín-Dieldrín	µg/L	0.0008	0.0008	-	0.0008	0.0008	-
Clordano	µg/L	0.005	0.004	-	0.005	0.005	-
DDT y metabolitos	µg/L	0.0003	0.0003	-	0.0003	0.0003	-
Endosulfano	µg/L	0.009	0.009	-	0.009	0.009	-
Endrín	µg/L	0.002	0.002	-	0.002	0.002	-
Heptacloro	µg/L	0.001	0.001	-	0.001	0.001	-
Lindano	µg/L	0.075	0.075	-	0.075	0.075	-
Metoxicloro	µg/L	0.02	0.02	-	0.02	0.02	-
Mirex	µg/L	0.001	0.001	-	0.001	0.001	-
Pentaclorofenol	µg/L	7.9	7.9	-	7.9	7.9	-
Pertano	µg/L	0.07	0.07	-	0.07	0.07	-
Toxafeno	µg/L	0.0002	0.0002	-	0.0002	0.0002	-
Biocidas (organo-fosforados, sulfurosos y otros no-persistentes)							
Azinfos-Metil	µg/L	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-
Clorpirifos	µg/L	0.04	0.04	-	0.006	0.006	-
Coumafos	µg/L	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-

Tabla 4.1. (Cont.)

Parámetros	Unidad	Aguas Superficiales			Aguas Costeras		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Biocidas (órgano-fosforados, sulfurosos y otros no-persistentes)							
Diazinon	µg/L	0.00002	0.00002	-			
2,4 D	µg/L	4	4	-	cond.nat.	cond.nat.	-
Paraquat	µg/L	0.00001	0.00001	-	-	-	-
Diquat	µg/L	0.00007	0.00007	-	-	-	-
Demeton	µg/L	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-
Fentión	µg/L	0.4	0.4	-	0.4	0.4	-
Malatión	µg/L	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-
Naled	µg/L	0.4	0.4	-	0.4	0.4	-
Paratión	µg/L	0.01	0.01	-	C.N.	C.N.	-
2,4,5 –TP	µg/L	10	10	-	C.N.	C.N.	-
Sustancias Orgánicas							
Benceno	µg/L	5	5	-	400	400	-
Cloruro de vinilo	µg/L	2	2	-	5,300	5,300	-
Diclorobencenos	µg/L	75	75	-	2,600	2,600	-
1,2 Dicloroetano	µg/L	5	5	-	2,500	2,500	-
1,1 Dicloroetileno	µg/L	7	7	-	20	20	-
Sustancias fenólicas	µg/L	1	1	-	10	10	-
Tetracloroetileno	µg/L	5	5	-	90	90	-
Tetracloruro de carbono	µg/L	5	5	-	70	70	
1,1,1 Tricloroetano	µg/L	200	200	-	1,100	1,100	-
Tricloroetileno	µg/L	5	5	-	850	850	-

5. CONTROL DE DESCARGAS A CUERPOS HÍDRICOS RECEPTORES

Las diferentes tablas presentadas en este capítulo, regirán los niveles de contaminación de vertidos a realizarse en los diferentes cuerpos hídricos receptores. Estas normas han diferenciado los diferentes sectores productivos y se han seleccionado los pa-

Bibliografía:

Evaluación de la planta piloto de tratamiento de aguas residuales del café: características químicas; Pujol et al., 2001; Hernández et al., 2000

Utilización del subproducto pulpa de café ensilada en dietas de ovinos en una finca del estado Táchira Venezuela VITTO, R.; CIRIA, J.;* BONILLA, A.; ASENJO, B*. Y CALVO, J. Decanato de Investigación. Universidad del Táchira. Venezuela. E. U. I. Agrarias. Universidad de Valladolid. Campus Universitario. 42004 Soria

Barrios, A. V., y Guerrero, E. R. 1998. "Los desafíos del beneficiado húmedo del café en Centroamérica". Área de Postcosecha, Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). Guatemala

Biogás.1985. Parte I. Energia, #4, 4-18.

Breure, A. M. y col. 1985. Acidogenic fermentation of pectin by a mixed population of a bacteria in continuous culture. Biol. Lett., 7, 341-344.

Cairo, J. J; Paris, J. M. 1988. Microbiología de la digestión aerobia metanogénisis. En: Depuración Anaerobia de aguas Residuales. Eds. F. Fernández-Polaco, P. A. García, S. Hernando, Universidad de Valladolid, España, 41-51.

Días, D; Campos, J. R. 2002. Post-treatment of anaerobic effluent using aerobic baffled reactor. En: Memorias VI Taller y Seminario sobre Tratamiento Anaerobio de Aguas residuales en América Latina, Mérida, México.

Dohanyos, M; Zabranska, J. 1992. Anaerobic treatment of fruit processing wastewaters. En: Proccedings 3rd Hydrotech Seminar, Industrial effluent treatment plants, Limasol, Chipre, 49-62.

Fiesta, J. A; Borja, R. 1991. Tratamiento de albines mediante procesos biológico. En: Memorias Reunion Internacional sobre Tratamiento de Alebines, Córdoba, España, 63-84.

Lardé, G; Velázquez, E; Rodríguez, N; Hernández, O; Jacinto, S; Ortíz, E; Zelaya, W. 1997. "Situación actual de los desechos líquidos del café en El Salvador". En: Simposio Latinoamericano de Caficultura (18., 1997 San José, C.R.). Memorias. San José, C.R., ICAFE/IICA-PROMECAFE. p. 425-428

Lema, J. M; Méndez, R. J. 1988. Diseño y operación de digestores anaerobios basados en conceptos cinéticos. En: Depuración Anaerobia de Aguas Residuales. Eds. F. Fernández-Polaco, P. A. García, S. Hernando, Universidad de Valladolid, España, 21-29.

Letting G. y col., 1980. Use of the up flow sludge blanket reactor concept for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatmentBiot. Bioneng, 22,699-734,

Lubberding, H. J. y col. 1988. Anaerobic digestion of onion waste by means of rumen microorganisms. Biol. Wastes, 25, 61-67.

Lumbanraga, J; Syam, T; Nishide, H; Mahi, A. K; Utomo, M; Kimura; M. 1998. Deterioration of soil fertility by land use changes in Souuth Sumatra. Indonesia: from 1970-1990. Hydrological Processes (Octobre-Noviembre 1998): 2003-2013.

Moletta, R. 1998. Anaerobic digestión monitoring and control. En: Memorias V Taller y Seminario latino Americano Tratamiento Anaerobio de aguas Residules. Viña del Mar, Chile, 1998

Montalvo, S. 1973. Principio y fundamentos de la digestión anaerobia de lodos. Partes I. Boletín Técnico hidrológica Urbanística (Cuba), No.2, sept.

Montalvo, S. 1976. Parámetros básicos de la digestión anaerobia de lobos. Ingeniería Civil (Cuba), 27, 205-221.

Smart, J; Boyko, B. 1977. Full scale studies on the thermophillic anaerobic process. Canada-Ontario Agreement. Research report No. 59.

Switzembaum, M. S; Jewell, W. J. 1978. Anaerobic atttached-film expanded bed reactor treatment of organics. En: Proceedings LI Annual Water Pollution Control Federation Conference, Anaheim, California.

Thayer, R. K. y col.1977. Energy conservation in chemotrophic anaerobic bacteria. Bacter. Rev.; 41,100-180.

Thiele, J. H. y col. 1988. Control of interspecies electron flow during anaerobic digestion: rate of floc formation in syntrophic methanogesis. Appl. Envir. Microb., 54, 10-19; 20-29.