

DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA



Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural
PRONATTA



DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA

Basado en:

"Investigación, validación y promoción de sistemas integrados de descontaminación de aguas servidas"

Gloria Ximena Pedraza Ordóñez. Bióloga. M.Sc.

Julián David Chara. Médico Veterinario. M.Sc.

Natalia Elena Conde. Bióloga. M.Sc.

©Fundación CIPAV, 1998
ISBN 95816-6-8

Redacción:

Gloria Ximena Pedraza O.
Julián David Chara.

Correcciones:

Zoraida Calle.
Luis Solarte.
Alvaro Zapata.

Ilustraciones:

Alicia Calle.

Portada:

Shelmar Drada.

Apoyado por:

Fundación CIPAV
Ecofondo
Colciencias
Pronatta

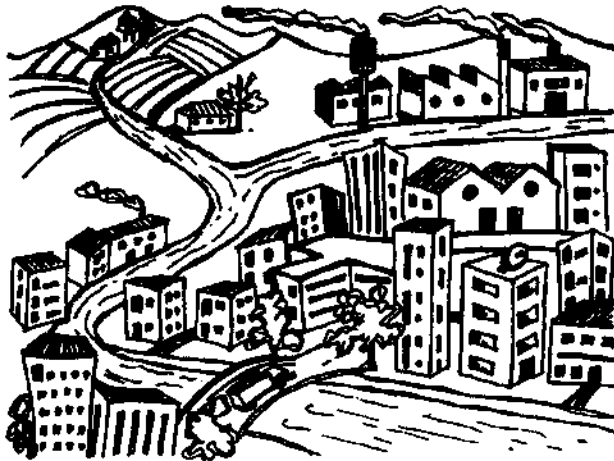
Editores:

Mauricio Rosales M. Ph.D.
Gloria Ximena Pedraza O. M.Sc.

¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA?

La contaminación del agua es la adición de materia orgánica y de sustancias no orgánicas en exceso como resultado de las actividades humanas (Chara, 1997). Muchas de las actividades urbanas, agroindustriales y agropecuarias producen material orgánico como excrementos humanos o animales, desechos alimenticios y residuos de cosecha y del procesamiento de productos agrícolas, como es el caso de la producción de azúcar o el beneficio del café. Algunas otras sustancias como los pesticidas y los residuos de industrias y minas, contaminan el agua. El destino final de estos materiales son los ríos, lagunas y quebradas, que se deterioran con las sustancias adicionadas.

¿CÓMO ES EL PANORAMA DE LA CONTAMINACIÓN RURAL?

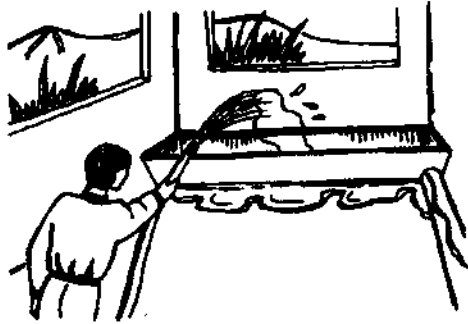


En América tropical, las comunidades de las zonas rurales han basado sus procesos de desarrollo socioeconómico en el uso indiscriminado de los recursos naturales, lo que ha causado deterioro en las fuentes de agua por la deforestación, la ganadería extensiva, la construcción de obras de infraestructura y los procesos desordenados de urbanización e industrialización.

Tradicionalmente las ciudades, industrias y sistemas de producción agropecuaria han vertido sus aguas servidas a los ríos y quebradas aledaños causándoles gran deterioro.

Los problemas de contaminación que se han diagnosticado en las fincas campesinas son:

- Contaminación por materia orgánica proveniente de las cocheras de cerdos, establos de bovinos, procesamiento de cosechas o sacrificio de ganado y pollos.

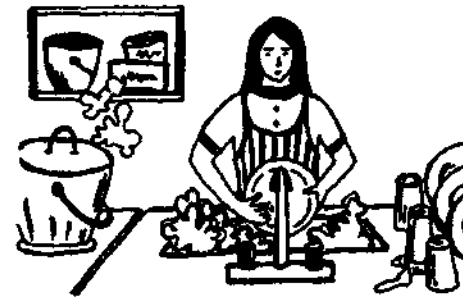


- Contaminación por agroquímicos usados en cultivos como arroz, algodón, tabaco, papa, cereales, frutales y hortalizas, que afectan las aguas superficiales y subterráneas.



- Contaminación por materia orgánica contenida en el estiércol que se deposita en los potreros y que va a las fuentes de agua por escorrentía.

- Contaminación por aguas domésticas generadas en la cocina y los servicios sanitarios.



Las aguas servidas que resultan de las actividades domésticas y agropecuarias han sido consideradas como "contaminantes" debido a que no son aprovechadas para la generación de productos útiles.

Estos productos útiles podrían obtenerse mediante la aplicación de procesos de descontaminación unidos al manejo de la producción agrícola

¿EN QUÉ CONSISTEN LOS SISTEMAS DE DESCONTAMINACIÓN PRODUCTIVA?

Un proceso de descontaminación productiva es el que aprovecha la actividad de los organismos (bacterias, algas, hongos, plantas y animales superiores) para disminuir los contaminantes mediante la generación de productos útiles.

Estos procesos biológicos generan subproductos como compost, fertilizante, biogás (gas metano producido por la digestión de materia orgánica realizada por las bacterias) y material verde con alto contenido de proteína. La producción agrícola se integra a la descontaminación como una forma de

usar los abonos y producir beneficios económicos.

Debido a que la temperatura aumenta la eficiencia de estos procesos, las zonas tropicales ofrecen mayor potencial para el funcionamiento de estos sistemas.

Las tecnologías desarrolladas alrededor de estos procesos son simples, prácticas y económicas. Además previenen problemas de salud pública y de contaminación ambiental y generan productos.

¿QUÉ SUCEDE CON LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE DESCONTAMINACIÓN ?

Los pozos sépticos y las lagunas de oxidación están entre los sistemas tradicionales para descontaminar el agua en las zonas rurales.



Los pozos sépticos acumulan principalmente las aguas de uso doméstico y sanitario e infiltran a través del suelo todos los contaminantes. Las lagunas de oxidación son sitios donde se deposita el agua para exponerla a la luz solar y al crecimiento de algas.

Las lagunas de oxidación requieren áreas grandes para almacenar las aguas contaminadas y por esta razón su operación y mantenimiento son

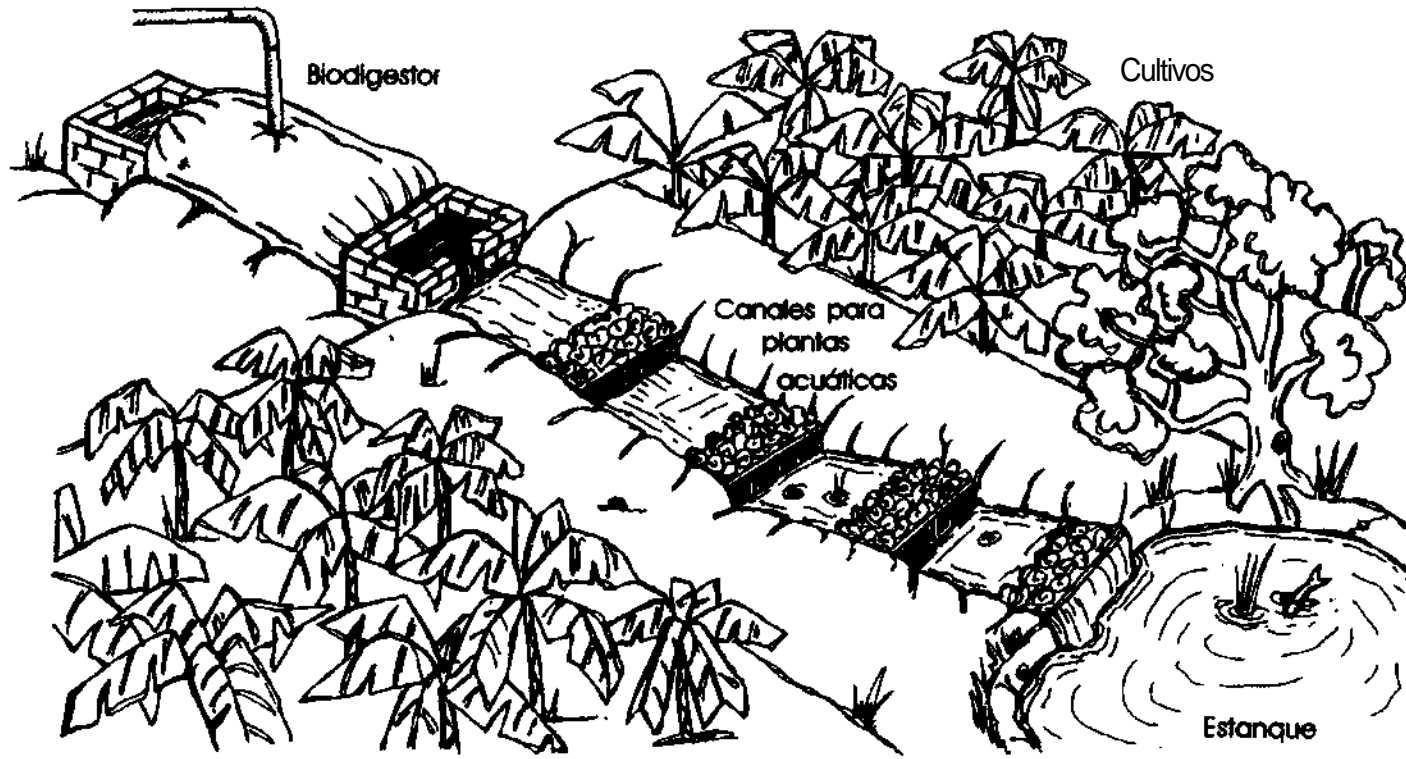
difíciles, especialmente en las zonas de ladera.

Una desventaja de estos sistemas es que los materiales disueltos en las aguas contaminadas se pierden y no pueden ser empleados. Por lo tanto no intervienen en ninguna actividad productiva que aporte beneficios económicos al productor.

¿QUÉ DEBE TENER UN SISTEMA DE DESCONTAMINACIÓN / PRODUCCIÓN?

La descontaminación/producción consta de los siguientes componentes:

1. Biodigestor.
2. Canales con plantas acuáticas.
3. Estanques para reservorio de aguas tratadas y/o peces.
4. Cultivos agrícolas.



¿QUÉ CARACTERÍSTICAS TIENE EL BIODIGESTOR?

El biodigestor plástico de flujo continuo puede tener diferentes dimensiones de acuerdo a la cantidad de agua y materia orgánica a descontaminar.

Se considera que un biodigestor plástico de 3 m³ es suficiente para tratar el agua de lavado generada por un número de 3 a 6 cerdos para los que se emplea un máximo de 100 litros/día para lavado.

Este biodigestor puede usarse para descontaminar aguas provenientes del uso doméstico y sanitario. Algunos productores en las fincas campesinas utilizan la mezcla de estiércol animal y humano y aguas de uso doméstico, teniendo cuidado de que no vayan jabones o grasas.

¿QUÉ MATERIALES SE REQUIEREN PARA EL BIODIGESTOR?

Los siguientes materiales se necesitan para cada componente del biodigestor:

1 - Para la caja de entrada de carga y la caja de salida del efluente :

EL BIODIGESTOR

Es un compartimento cerrado en el que se fermenta la materia orgánica gracias a la acción de las bacterias y se produce un gas llamado metano (biogás). Con el biogás se puede cocinar o poner a funcionar un sistema de calefacción para lechones o pollos, con lo que se reemplaza la leña o la energía eléctrica.

Por otro lado se logra una disminución de la materia orgánica de desecho de alrededor de 70%, lo que mejora la calidad del material obtenido para usarlo como abono y contamina menos el ambiente.

- 80 ladrillos de barro cocido o bloques de cemento,
- arena (0.5 m³),
- cemento (saco de 50 kg),
- 2 tubos de cemento o de gres de 10 a 12 pulgadas de diámetro y 1 metro de longitud.

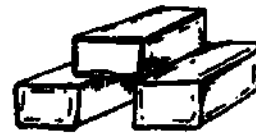
Las **cajas** de entrada y salida tienen 0.5 metros de ancho x 0.5 metros de largo x 0.75 metros de profundidad. Opcionalmente se pueden usar dos tubos diagonales de cemento o gres.

- Fosa de 3 m³ con las siguientes dimensiones: 3 metros de longitud, 1.2 metros de ancho superior por 1 metro de ancho inferior y 1 metro de profundidad.

- Bolsa plástica tubular de 15 metros, de polietileno calibre 8' para invernadero (protección contra rayos ultravioleta) de 1.25 metros de diámetro y una longitud de 5 metros para cada bolsa: 2 para el biodigestor y 1 para el reservorio.

2. Para la salida del biogás que se saca por la parte central de la bolsa del **biodigestor**, se necesitan:

- un acople macho y uno hembra de PVC de una pulgada de diámetro.
- dos empaques o arandelas de neumático de 20 cm de diámetro



con un **agujero** central de una pulgada.

- dos arandelas de 19 cm de diámetro y **agujero** central de una pulgada en acrílico, aluminio, bronce u otro material fuerte que no se oxide.

3. Para la conducción del biogás:

- manguera de polipropileno de una pulgada para conectar el biodigestor a los quemadores de gas.

4. Para la válvula de seguridad :

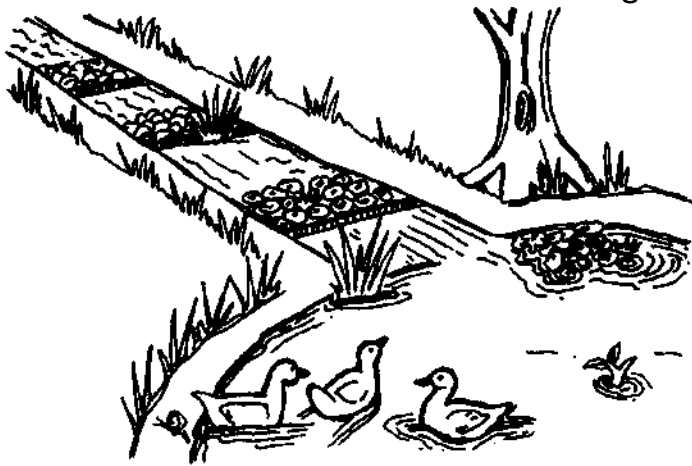
- una "T" de polipropileno o PVC de una pulgada de diámetro.
- 20 centímetros de tubo de PVC de una pulgada de diámetro.
- un recipiente plástico sin tapa de 3 litros de capacidad, colocado cerca a la salida del gas.

La instalación del **biodigestor** se puede consultar con el técnico o remitirse al manual " **Biodigestores** plásticos de flujo continuo, generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas (Cipav, 1995)

¿CÓMO SE HACEN LOS CANALES PARA PLANTAS ACUÁTICAS?

Para que la descontaminación sea efectiva, el tiempo de retención (tiempo que permanece el agua los canales), debe ser de 15 días. Si la cantidad de agua que se usa diariamente es de 100 litros, se necesitan canales de 0.4 metros de profundidad, 0.4 metros de ancho y 10 metros de largo para un volumen total de 1.6 m³.

Si la infiltración en el terreno no es mucha, los canales se pueden hacer sin recubrimiento. El recubrimiento se puede hacer en barrocemento o arcilla-cemento en proporción de 8 a 1. Con el agua que sale de los canales se pueden fertilizar estanques de peces, procurando tener un buen recambio de agua.



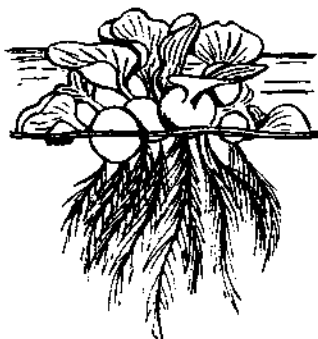
¿QUÉ SON Y QUÉ HACEN LAS PLANTAS ACUÁTICAS?

- Son plantas que crecen sobre los cuerpos de agua. Se caracterizan por su alto potencial de crecimiento que facilita la producción rápida de material vegetal. Por medio de las raíces, las plantas acuáticas proporcionan una superficie para que las bacterias benéficas crezcan en la columna de agua y descompongan la materia orgánica presente en los desechos (Polprasert 1989).
- Al mismo tiempo, tienen una alta capacidad para absorber los nutrientes del agua y descontaminar las aguas de desecho.
- Las plantas sembradas en estanques o canales poco profundos a los que llega el agua de desecho, se cosechan periódicamente dejando una pequeña cantidad para que crezca de nuevo. Este método permite la purificación de desechos municipales, aguas de desecho industrial y granjas porcícolas y lecheras.

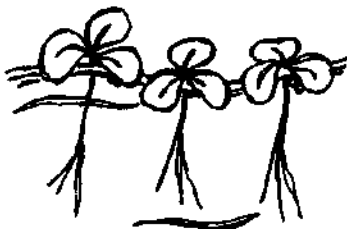
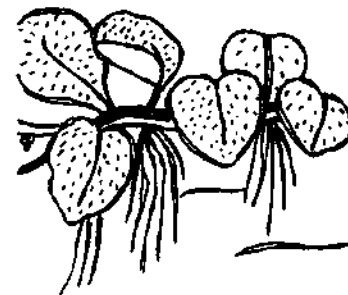
¿CUÁLES PLANTAS ACUÁTICAS SE UTILIZAN PARA DESCONTAMINAR?

Se pueden emplear las siguientes plantas acuáticas:

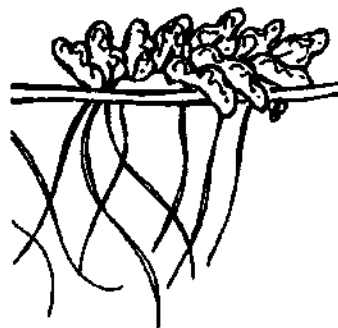
- **El buchón de agua:** soporta las aguas más contaminadas al inicio de los canales. Se usa sobre todo como abono verde.



- **Lasalvinia:** se adapta a aguas medianamente contaminadas. Se usa como abono verde o para alimento animal ya que tiene un contenido de proteína considerable.



- **La lemna:** tiene una capacidad similar al buchón y está presente en aguas muy contaminadas. Posee un buen contenido de proteína cuando se cultiva en aguas con cantidades elevadas de materia orgánica.



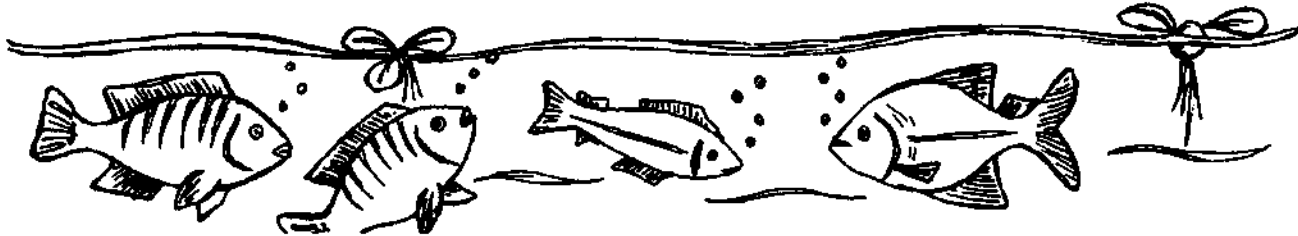
- **La azolla:** se integra al final del sistema si se tiene un agua clara con poca materia orgánica. Es otra planta con un buen contenido de proteína para usarla en alimentación animal.

- **La lechuguilla:** también se adapta a aguas medianamente contaminadas pero es más lenta en la descontaminación. Se usa como abono verde principalmente.



Estas plantas se consiguen en los lagos o fuentes de agua estancadas y en lo posible se deben usar las especies que se encuentren en la zona o que vengan de pisos térmicos similares.

¿CÓMO SE INTEGRA EL POLICULTIVO DE PECES?



El policultivo de peces es la cría conjunta de diferentes especies.

Los peces pueden controlar el crecimiento de las algas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad del agua. En un estanque abonado con aguas de desecho que esté funcionando en equilibrio, el plancton -fitoplancton (algas) y zooplancton (microorganismos de origen animal), las bacterias y los peces establecen algunas relaciones: las bacterias descomponen la materia orgánica y liberan los nutrientes para las algas; éstas aportan oxígeno a través de la fotosíntesis; los peces consumen el exceso de algas evitando su muerte súbita por agotamiento del oxígeno en la noche (Chara 1995).

Un estanque con una buena densidad de peces y disponibilidad de alimento se mantiene estable. La densidad adecuada es de un pez por metro cuadrado.

Las especies que se pueden emplear son:

- En zonas cálidas: tilapia, bocachico y cachama.
- En zonas de clima medio: tilapia y carpa.

En general se pueden asociar especies que no compitan ni se consuman entre sí.

La tilapia consume plantas acuáticas, residuos de cocina, hojas de bore, plátano, yuca y algas.

El bocachico se alimenta a partir de los materiales que se acumulan en el fondo del estanque, como los residuos de los otros peces.

La carpa consume plátano, yuca y plantas acuáticas.

La cachama consume frutas, residuos de cocina, plantas acuáticas, residuos de madero y frutas de palmas incluyendo las nueces.

CULTIVOS AGRÍCOLAS ASOCIADOS

El área aledaña a los estanques en los sistemas tradicionales de piscicultura es improductiva.

En cambio, alrededor de los canales y estanques de descontaminación/ producción se pueden establecer cultivos que permiten aprovechar los nutrientes aportados por las plantas acuáticas cosechadas y los sedimentos extraídos del fondo de los estanques o canales.

Algunos de los cultivos que se pueden integrar son: plátano, banano, árboles para forraje de animales como el nacedero, frutales como la papaya, bore y hortalizas. Se deben seleccionar árboles que no tengan raíces profundas que puedan afectar la estructura del terreno.



El plátano y el banano se pueden sembrar a una distancia de 3 metros; entre ellos se puede intercalar papaya a 1.5 metros. Se pueden hacer varios surcos a dos metros de distancia, de manera que las plantas queden situadas en forma de triángulo.

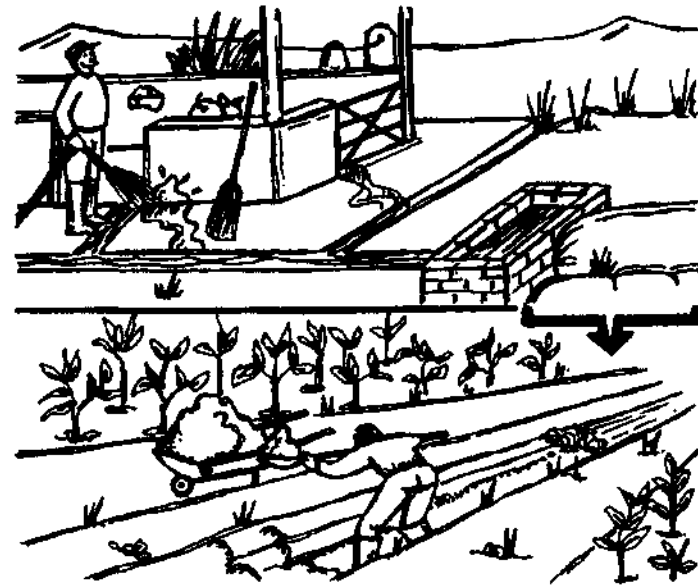
Los forrajes y el bore pueden servir como cerca natural del sistema de descontaminación. En general se puede sembrar cualquier hortaliza alrededor de los plátanos, bananos y frutales, teniendo en cuenta las condiciones de humedad del terreno.

Se debe dejar un espacio mínimo de 1 metro a cada lado de canal para facilitar las labores de mantenimiento y operación.

¿CÓMO SE MANTIENE EL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO?

El biodigestor debe alimentarse diariamente mediante el lavado del estiércol y evitando el uso de desinfectantes o detergentes. Cuando los cerdos son alimentados con caña de azúcar o cuando se utiliza estiércol bovino es necesario masajear la bolsa cada dos o tres meses para evitar el endurecimiento del material.

En cuanto a los canales, cuando comienza a flotar el estiércol en la superficie y se siente que el fondo tiene mucho barro se deben extraer los lodos.



Las plantas acuáticas deben cosecharse cuando el canal esté lleno y dejar al menos la mitad, sobre todo las plantas más jóvenes. Se pueden sacar por medio de nasas o manualmente con coladores o mallas. Se colocan alrededor de los árboles como abono o se utilizan para la producción de lombrices. Las plantas acuáticas extraídas de la etapa final del canal donde hay aguas más limpias y claras, se usan para alimentación animal. Es bueno tener registros de producción de todo el sistema: los abonos, el lodo, las plantas acuáticas, las cosechas de los cultivos y los peces.

VENTAJAS APORTADAS POR EL SISTEMA DE DESCONTAMINACIÓN/ PRODUCCIÓN

Los componentes mencionados se integran al sistema de descontaminación biológico propuesto y presentan muchas ventajas favorables al productor (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ventajas aportadas por el sistema de descontaminación/producción (Chara 1995).

COMPONENTE	VENTAJAS
Biodigestor	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce en el estiércol algunos de los organismos perjudiciales para la salud humana y animal. • Reduce el consumo de energía eléctrica, gas propano, carbón, leña y petróleo. • Produce energía sin contaminar . • El efluente producido es buen abono para los cultivos.
Plantas acuáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Son cultivos libres que no requieren mucha labor de manejo. • En general son más productivos que los cultivos terrestres. • Sirven para descontaminar las aguas. • Se utilizan para alimentar animales y para abonar.
Canales	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitan el mantenimiento y manejo del sistema de descontaminación en la extracción de lodos y la cosecha de plantas acuáticas. • El agua fertilizada del canal sirve para riego.
Peces	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechan los nutrientes del agua, sobre todo en policultivo. • Proveen alimento de buena calidad para la familia.
Cultivos terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Producen ingresos adicionales. • El sedimento y las plantas acuáticas extraídas de los canales, permiten un ahorro en los fertilizantes aplicados a los cultivos. • Algunas frutas y vegetales sirven para alimento de los peces. • Las plantas fortalecen los jarillones y mejoran su capacidad para retener agua.

BIBLIOGRAFÍA

Becerra M, Conde N, Chara J. D. y Pedraza G. X. 1995. Evaluación de un sistema de descontaminación de aguas a través de organismos y plantas acuáticas. I Informe Semestral ECOFONDO. Fundación CIPAV: 104 pp.

Becerra M, Conde N, Chara J. D. y Pedraza G. X. 1996. Evaluación de un sistema de descontaminación de aguas a través de organismos y plantas acuáticas. II Informe Semestral ECOFONDO. Fundación CIPAV: 104 pp.

CIPAV 1995. Biodigestores plásticos de flujo continuo, generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas. Edición Rubén Espinel. Fundación CIPAV: 18 pp.

Conde N., Chara J.D. y Pedraza G.X. 1996. Evaluación de un sistema de descontaminación de aguas a través de organismos y plantas acuáticas. Informe Final Ecofondo: Fundación CIPAV: 148. pp.

Chará J. 1995. Producir y descontaminar: las ventajas de integrar las actividades agropecuarias con la acuicultura en condiciones tropicales. Tesis. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana - IMCA - CIPAV. Santiago de Cali. 88 p.

Chara J. 1997. Uso del Recurso Hídrico a Nivel Mundial y Perspectivas para su Manejo Sostenible. En: Sabanas, Vegas y Palmares. El uso del agua en la Orinoquía Colombiana. Villavicencio: 332 pp.

Polprasert C. 1989. Organic waste recycling. John Wiley & Sons. Chichester: 353 pp.