

Tratamiento de residuos



Dossier redactado
por C. BAUDOIN
con la colaboración de

J.-L. FARINET
CIRAD-CA, BP 5035,
34032 Montpellier
Cedex 1, Francia

y Y. COPIN
CEREMHER, BP 06
34140 Mèze, Francia

Con el aumento de la población urbana, la gestión de los residuos domésticos e industriales se han vuelto una preocupación de los Estados africanos.

Vista la situación, SERAS (Sociedad de explotación de recursos animales de Senegal), en colaboración con el grupo de interés económico Agriforce, filial de CIRAD (Centro de cooperación internacional de investigación económica para el desarrollo), lanzó en 1987 una operación piloto de reciclaje de los subproductos contaminantes del matadero de Thiès. Los subproductos sólidos y la sangre son reciclados por el sistema Transpaille produciendo biogas y abono compuesto.

El abono compuesto está siendo probado para el cultivo de plántulas en terrones y los efluentes líquidos son tratados por depuración en laguna. En función del balance económico de la operación, el proyecto será extendido al matadero de Dakar para yugular la contaminación de la bahía de Hann.

■ **Transpaille:**
energía, fertilización,
descontaminación

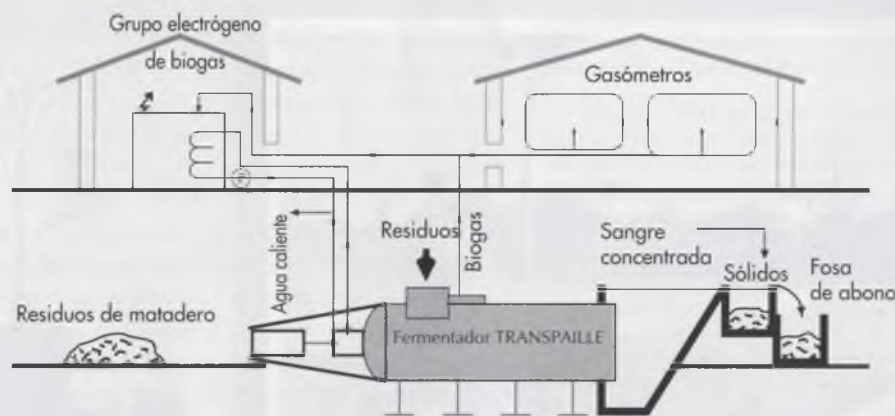
■ **La comercialización**
del abono compuesto
en forma de
plántulas en terrones

■ **La depuración**
en laguna, una
técnica para purificar
las aguas en medio
tropical



Transpaille: energía, fertilización, descontaminación

J.-L. FARINET



Unidad de Thiès.
Esquema descriptivo de la unidad Transpaille
(todos los derechos reservados para todos los países).

Agriforce, Unidad de investigación Gestión del agua
BP 5035, 34032 Montpellier, Cedex 1, Francia
Tel. : 67 61 74 24 Telex : 485 507 F

El procedimiento Transpaille, creado por CIRAD y desarrollado por Agriforce, recupera y trata los residuos orgánicos heterogéneos produciendo energía y abono compuesto.

Según las necesidades, el tamaño del fermentador varía, así como el de los equipos anexos. En Thiès, el dispositivo es una cuba cilíndrica de 40 metros cúbicos dispuesta horizontalmente. La introducción de los residuos y la evacuación de los efluentes de fermentación son totalmente mecanizados. Una central hidráulica controla el sistema y un circuito interno permite calentar el fermentador.

La capacidad nominal del matadero de Thiès es de 2000 toneladas de carcasas por año, lo que corresponde a 480 toneladas de residuos. La producción de abono orgánico

puede alcanzar en estas condiciones 55 toneladas anuales. El potencial de producción de biogas es de 35,5 metros cúbicos al día con una temperatura media de 31°C.

El biogas es almacenado en dos gasómetros de PVC de una capacidad unitaria de 30 metros cúbicos y constituye la fuente de energía del grupo electrógeno adaptado a biogas de una potencia de 20 kilovoltamperios a 3000 revoluciones por minuto. Este grupo está conectado a la línea eléctrica del matadero y alimenta la cadena de matanza por la mañana y los grupos frigoríficos por la tarde. Además, este grupo está equipado con un sistema de recuperación de calor que permite mantener la temperatura del fermentador por encima de 30°C en todas las estaciones. Al extremo del depósito, dos fosas de hormigón permiten la maduración del abono.

Desarrollo de las unidades TRANSPAILLE

Se inauguró una unidad TRANSPAILLE en junio de 1994 en el matadero de N'Djamena, en Chad. Tiene una capacidad de 20 metros cúbicos y está destinada a la producción de agua caliente; el abono orgánico es comercializado entre los hortelanos.

Además de la valorización de los residuos de mataderos, el procedimiento de digestión anaerobia TRANSPAILLE se desarrolla también para la producción de energía y abono orgánico en medio rural en África. Se ha diseñado una versión de capacidad reducida (3,5 metros cúbicos) para la producción de biogas doméstico que reemplaza la leña en las zonas en que la deforestación es pronunciada. Doce unidades de este tipo están actualmente en fase de prueba y demostración en tres poblados del delta del río Senegal.

En Malí, una unidad TRANSPAILLE de 50 metros cúbicos de capacidad está en construcción en la granja experimental de una ONG. El biogas permitirá bombear cerca de 9 000 metros cúbicos de agua por semana para el riego de árboles frutales. El abono orgánico está destinado a la fabricación de un soporte de cultivo para los semilleros.

Actualmente, hay aplicaciones más específicas en fase piloto. Cabe subrayar los trabajos que se están realizando en México con relación a la digestión de la pulpa de café, en cooperación con una cooperativa de productores. En Brasil, un proyecto piloto de investigación industrial debe comenzar en 1995 para la aplicación de este procedimiento a la valorización de los residuos de la industria de la yuca.

Desde 1988 hasta 1989, la financiación de este proyecto en Senegal fue realizada por:

- SERAS;
- el GIE Agriforce;
- la Agencia del medio ambiente y el control de la energía (ADEME);
- el ministerio del Medio Ambiente;
- el ministerio de Cooperación y Desarrollo (Fondo de ayuda y cooperación).



La comercialización del abono compuesto en forma de plántulas en terrones

J.-L. FARINET

En 1990, en Senegal, las superficies destinadas al cultivo hortícola se estimaron en 19 000 hectáreas repartidas esencialmente en la zona de las Niayes. Con la reciente diversificación de los cultivos a orillas del río Senegal y la instalación prevista del Canal del Cayor, los cultivos hortícolas deberán desarrollarse aún más en los próximos años. El mercado local será insuficiente para dar salida a esta producción, la cual tendrá que comercializarse en el mercado mundial.

Con esta perspectiva, los hortelanos senegaleses deben resolver varios problemas específicos:

- el control de la fertilidad de los suelos mediante el aporte equilibrado de materia orgánica y abonos minerales;
- la introducción de variedades híbridas eficaces;
- el empleo de técnicas adaptadas para valorizar el potencial de las variedades.

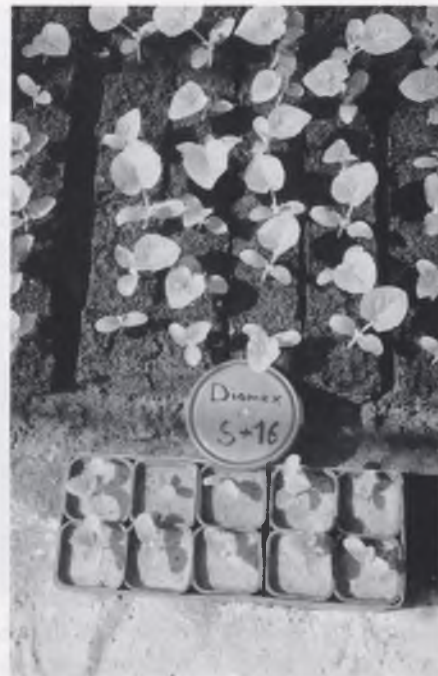
La fertilidad química y biológica de un suelo cultivado siempre es difícil de mantener, en especial en zona tropical, donde la mineralización de la materia orgánica es acelerada. Se necesitan pues abonos orgánicos. En Senegal, los hortelanos emplean tradicionalmente el polvo de cacahuate, los residuos de pescado, los estiércoles de caballo y asno y los excrementos de aves, que son muy ricos en nitrógeno y fósforo.

El polvo de cacahuate es un subproducto de las fábricas de aceite, constituido de cáscaras y hojarasca de cacahuate más o menos degradadas, mezcladas con arena. El abono compuesto resultante del tratamiento de los residuos de matadero es un nuevo bonificador orgánico de buena calidad (tabla 1). Actualmente, se encuentra en fase experimental.

El abono de los mataderos

El fermentador Transpaille instalado en el matadero de Thiès puede tratar anualmente 480 toneladas de residuos sólidos para producir 13 000 kilovatios horas eléctricos y 55 toneladas de abono compuesto.

Este abono compuesto constituye un buen bonificador orgánico. Los ensayos realizados en el Centro de



Plántulas en terrones de melón después de 16 días de semillero.

Foto Y. Hurvois

desarrollo hortícola de Cambérène (Senegal) demostraron el interés y el efecto de este abono en la fertilidad de los suelos.

Sin embargo, su costo de producción es elevado (42 francos CFA por kilogramo bruto), es más caro que un abono tradicional y el hortelano prefiere el polvo de cacahuate que se vende a 15 francos CFA por kilogramo bruto. Un estudio de mercado en la zona de cultivos hortícolas indica que el abono compuesto de Thiès no podrá ser vendido a más de 30 francos CFA por kilogramo bruto. Así, la

Tabla 1. Comparación entre el abono compuesto procedente del matadero de Thiès y el comercializado en Francia (promedio de 43 abonos orgánicos no enriquecidos; ensayo n° 105 b, revista *50 millions des consommateurs*, 1979).

Tipo	pH	MO (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
Abono Thiès	7,7	52,1	2,0	2,4	0,9	3,5	0,7
Abono Francia	5 à 8	30,0	1,6	1,5	1,4	-	0,4

Elementos de comparación: la acidez (pH), los contenidos (%) de materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅), potasio (K₂O), calcio (CaO) y magnesio (MgO).



valorización del abono compuesto en estado bruto, a ese precio, no es compatible con una buena rentabilidad del sistema Transpaille. Para hablar de valorización y de beneficio, hay que prever una comercialización más adaptada a la calidad del producto, como la rama de producción de plántulas en terrones.

Un nuevo producto

Las plántulas en terrones son muy utilizadas en Europa para el transplante de los cultivos hortícolas y florales. El principio consiste en la protección de la semilla y de la plántula durante las cuatro primeras semanas de crecimiento. En términos agronómicos, esto resulta en la obtención de plantas sanas y vigorosas y un mejor prendimiento en la plantación. Debido a esto, el hortelano realiza un ahorro en la compra de semillas y su trabajo se simplifica mucho. Estas dos ventajas son argumentos de peso frente a un costo más elevado, sobre todo si se tiene en cuenta el aporte indirecto de materia orgánica al suelo mediante esta técnica (unas 2 toneladas de materia seca por hectárea).

La fabricación

La puesta a punto de un soporte de cultivo a partir del abono compuesto bruto necesita toda una serie de experimentaciones (figura 1). Se trata de obtener terrones fáciles de fabricar y resistentes al riego, en los que las semillas germinen y las plántulas se desarrollen bien. La mezcla adoptada está constituida de abono compuesto (75%) y de arena (25%). Sus cualidades son mejoradas con la incorporación de un fungicida y un producto que favorece la retención del agua. La técnica del grumo consiste en formar pequeños cubos por compresión moderada de la mezcla, manual o mecánicamente. Estos grumos cúbicos tienen dimensiones variables según la especie vegetal: 4 cm de lado para las especies de semillas pequeñas (tomate,

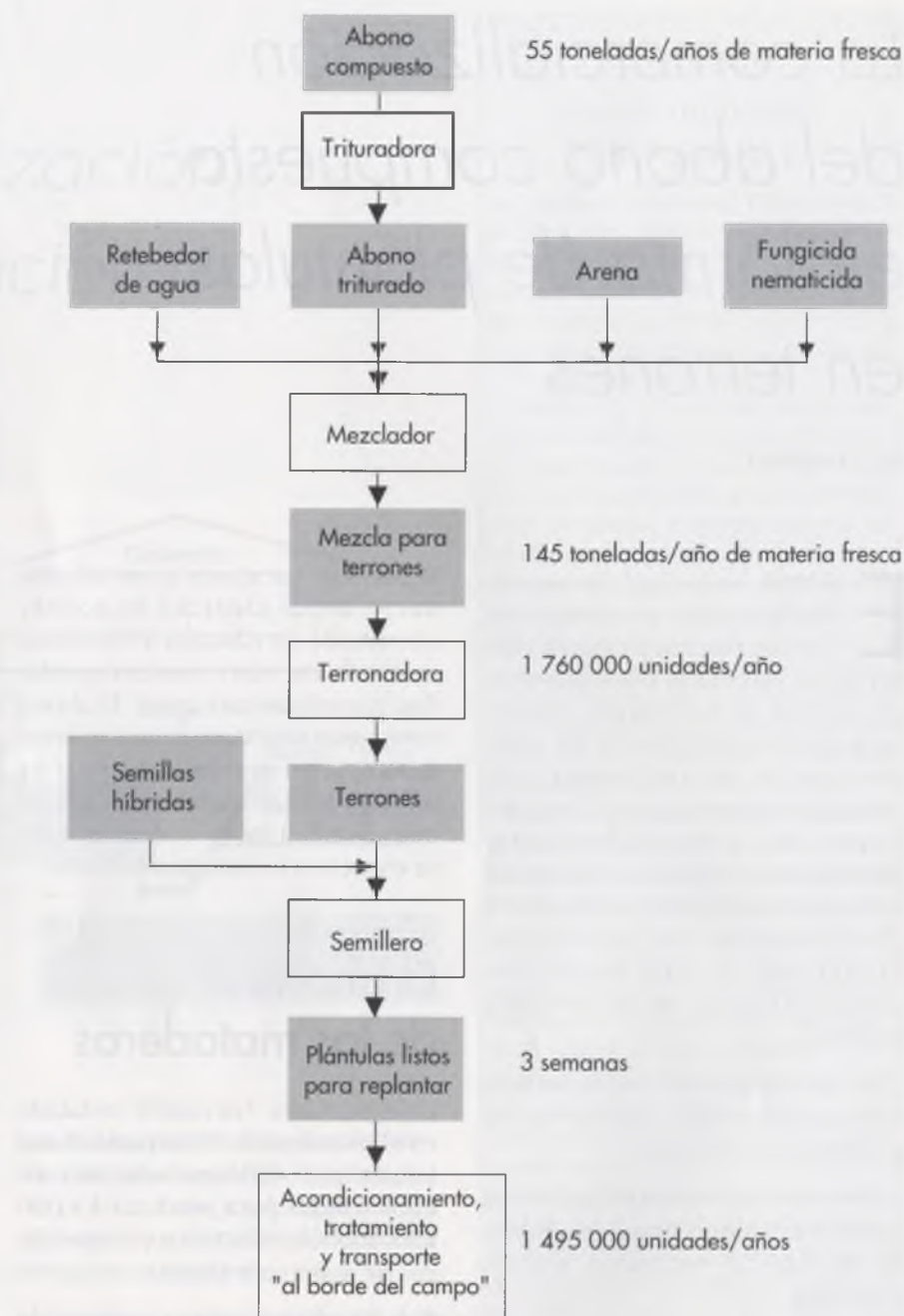


Figura 1. Rama de producción de plántulas en terrones en el matadero de Thiès, Senegal.

col, pimiento) y 6 o 7 cm para las especies de semillas grandes (melón, pepino).

La comercialización

Para comercializar las plántulas en terrones, hay que conocer las características del mercado. Los clientes potenciales están constituidos por todos los hortelanos, a condición de que su nivel de tecnicidad sea

elevado. Los cultivos de exportación implican el uso de semillas híbridas y requieren un dominio de las técnicas de cultivo. Estos clientes son sensibles a la calidad de un producto, pero también a la calidad de un servicio que represente la protección fitosanitaria de las plántulas, la pureza varietal, el suministro «al borde del campo» y, ocasionalmente, la asistencia técnica hasta la recolección.



En lo referente a la competencia, las plántulas hortícolas disponibles en Senegal se fabrican con turba importada, cuyo precio es prohibitivo (150 francos CFA por kilogramo bruto).

Dada esta situación, puede contemplarse el desarrollo de la fabricación de plántulas en terrones a condición de que SERAS, especializada en producciones animales, diversifique sus actividades.

El precio de venta

En 1990, en la zona de Thiès, el precio de venta practicado por la competencia para una plántula hortícola de «raíces desnudas» y resultante de variedades seleccionadas no híbridadas, es de unos 15 francos CFA. El costo de producción de la plántula hortícola en terrón entregada «al borde del campo» se evalúa en 12 francos CFA, para un precio medio de 3 francos CFA por semilla. En cuanto más cara sea la semilla, más caro se podrá vender el soporte. La técnica de las plántulas en terrones concierne pues principalmente las semillas híbridadas de gran productividad. La calidad del producto permite aplicar un precio de venta de 20 francos CFA por plántula en terrón, sacándose así un margen neto de 8 francos CFA.

Con el sistema Transpaille funcionando a su máxima capacidad nominal en el matadero de Thiès, sería posible producir 1,5 millón de plántulas al año. Teniendo en cuenta la duración de la maduración del abono compuesto en fosa, estas plántulas se suministrarán en tres lotes de 500 000. Cada lote puede cubrir una superficie de 12 a 25 hectáreas, según la especie cultivada.

Actualmente, en la unidad de Thiès, SERAS produce plántulas hortícolas listas para el trasplante y, por el momento, se venden a los pequeños productores. Sin embargo, parece que hay un segundo mercado más dinámico: el de las sociedades hortícolas de gran tamaño. Habiéndose demostrado el interés de la plántula en terrón, su comercialización debe ser extendida.



Plántulas en terrones de tomate después de 20 días de semillero.

Foto Y. Hurvois

En la hipótesis de una transposición de los resultados de Thiès a un matadero de mayor capacidad, como el de Dakar, la producción de plántulas alcanzaría entre 5 y 6 millones de unidades al año. En este caso, la clientela estaría constituida más bien por los grandes perímetros hortícolas privados.

Los grados de valorización del abono compuesto

Según el grado de valorización alcanzado a partir del abono compuesto procedente de los mataderos, el tratamiento de los residuos sólidos puede convertirse en una fuente de ingresos (tabla 2). En la fase del compuesto orgánico, este reciclaje representa un costo de tratamiento equivalente al 1% del impuesto de matadero percibido por SERAS. A este nivel, el problema de la contaminación se resuelve pues a un costo modesto y, diversificando sus actividades, la sociedad puede esperar beneficios instalando una rama de

producción de plántulas en terrones. Esta etapa final de valorización del abono compuesto se traduce entonces en un beneficio correspondiente al 20,3% de ese impuesto. Entre estas dos etapas, el matadero puede comercializar el abono compuesto como soporte de cultivo a granel y realizar un beneficio equivalente a un 6% del impuesto, pues esta fase intermediaria no necesita prácticamente ningún equipo particular ni personal especializado.

El explotador del matadero elegirá el modo de valorización del abono compuesto según sus medios y sus objetivos económicos. En todos los casos, la eliminación de la contaminación y de los olores mejora notablemente el entorno del matadero.





La depuración en laguna, una técnica para purificar las aguas en medio tropical

J.-L. FARINET y Y. COPIN

La depuración en laguna permite purificar los efluentes líquidos y constituye uno de los eslabones del esquema de valorización de los residuos del matadero de Thiès. Esta unidad debe pues cumplir con dos objetivos:

- depurar los efluentes líquidos del matadero;
- probar en tamaño natural los resultados de las diferentes técnicas de depuración en laguna.

El principio de la depuración en laguna

La depuración en laguna reproduce los fenómenos naturales de autodepuración de las aguas por vía biológica acelerándolos y controlándolos. La mayor parte de veces, este procedimiento consiste en esparcir y dejar reposar en estanques las aguas residuales cargadas de residuos. La materia orgánica es degradada por las bacterias produciendo agua, gas carbónico y sales minerales. Estos elementos son asimilados seguidamente por las algas. La eficacia del proceso aumenta cuando la temperatura ambiente es elevada y, combinado con el sistema Transpaille, ofrece la posibilidad de valorizar la biomasa que se desarrolla en los estanques. Esta técnica, empleada en Europa en algunos mataderos,

parece adaptarse bien a la situación africana. El clima tropical es muy favorable, pues el proceso es óptimo en temperaturas comprendidas entre 25 y 35°C. La rusticidad del procedimiento es compatible con las opciones económicas de las sociedades de explotación de los mataderos. La gestión y el mantenimiento de las instalaciones no necesitan personal especializado y las cargas de funcionamiento son reducidas. Este tratamiento, si es anaerobio, no consume energía. En cambio, existen técnicas de depuración en laguna que requieren un sistema de aireación mecánica.

Los mataderos, instalados por lo general en zona periurbana, disponen de terrenos necesarios para la instalación de estanques para la depuración en laguna, denominados también lagunas.

La elección de las técnicas

Existen varias técnicas de depuración en laguna basadas en este principio de depuración que permite tratar la contaminación líquida. Se han previsto diferentes aplicaciones según la naturaleza y la carga del efluente, el entorno físico y económico del lugar de implantación y las valorizaciones proyectadas. La depuración en laguna también puede ser asociada a dispositivos



Plántula de *Pistia stratiotes* sacada de la laguna de macrofitos.

Foto Y. Hurvois

clásicos para reducir las superficies de ocupación del suelo y perfeccionar la eliminación microbiana.

La instalación de Thiès

En Thiès, el modo de explotación permite recuperar directamente la sangre y los contenidos de la panza en el momento del sacrificio de los animales. Estos residuos son tratados en un fermentador por el procedimiento Transpaille para producir biogas y abono compuesto.

Los efluentes líquidos proceden del lavado de las zonas de sangría y los suelos, así como del tratamiento de las pieles. También están constituidos por aguas «negras» (retrete, ducha) y aguas pluviales.

En promedio, el caudal de todas estas aguas residuales es de 10 metros cúbicos por día. Los indicadores de contaminación a la salida



del matadero, como las materias en suspensión (MES), la demanda química de oxígeno (DQO) y el nitrógeno amoniacal (N-NH₄), son muy variables (tabla 1).

Agriforce y el Centro de investigaciones de Mèze-Hérault (CEREMHER) se han asociado para elaborar el sistema de depuración en laguna en el caso de Thiès. La solución considerada y el dimensionamiento de los equipos toman en cuenta las condiciones del medio, en particular del clima, la naturaleza y el suelo y del pliego de condiciones establecido por SERAS y Agriforce. El proyecto debe responder a varias exigencias: inversión moderada, consumo de energía reducido y producción de

materia vegetal procedente de las lagunas para compensar la variabilidad de los aportes de materia prima del fermentador. El principio está esquematizado en la figura 1 e incluye, en serie, un pretratamiento, un decantador-digestor y tres lagunas (L1, L2 y L3). Las características de la unidad de depuración en laguna y los periodos de permanencia en los diferentes equipos se indican en la tabla 2.

Las diferentes unidades

El pretratamiento está destinado a retener las materias sólidas groseras y las materias flotantes. En la fosa de recolección existente, se ha

Las instalaciones prácticas

La depuración en laguna de Thiès es la primera instalación de depuración realizada para un matadero en África occidental. Se han adaptado al tratamiento de las aguas residuales de mataderos procedimientos, desarrollados en Europa. Ciertos problemas debidos en especial a las variaciones de carga y los cambios de estaciones han podido resolverse sencillamente.

Un sistema de aireación de la laguna de macrofitos garantiza el desarrollo de la actividad de las bacterias aerobias en caso de sobrecarga y durante la estación de lluvias, cuando la cantidad sol y la temperatura son bajas. El aireador, de baja potencia, podrá ser alimentado por el grupo electrógeno de biogas. Su utilización no acarreará un costo energético suplementario.

Además, la acumulación de los lodos capturados en las raíces puede ocasionar en ciertos casos el marchitamiento de las *Pistia stratiotes* al comienzo de la laguna de macrofitos. Para mantener la biomasa en fase de crecimiento máximo, basta concentrar la cosecha en esa zona.

Tabla 1. Eliminación de la carga contaminante de las aguas de lavado en Thiès (febrero de 1990).

Indicadores de contaminación (mg/l)	Salida de matadero	Salida de lagunas	Eliminación (%)
MES	6 000	350	94
DCO soluble	2 900	250	91
N-NH ₄	300	5	98

MES : materias en suspensión; DCO: demanda química de oxígeno; N-NH₄: nitrógeno amoniacal

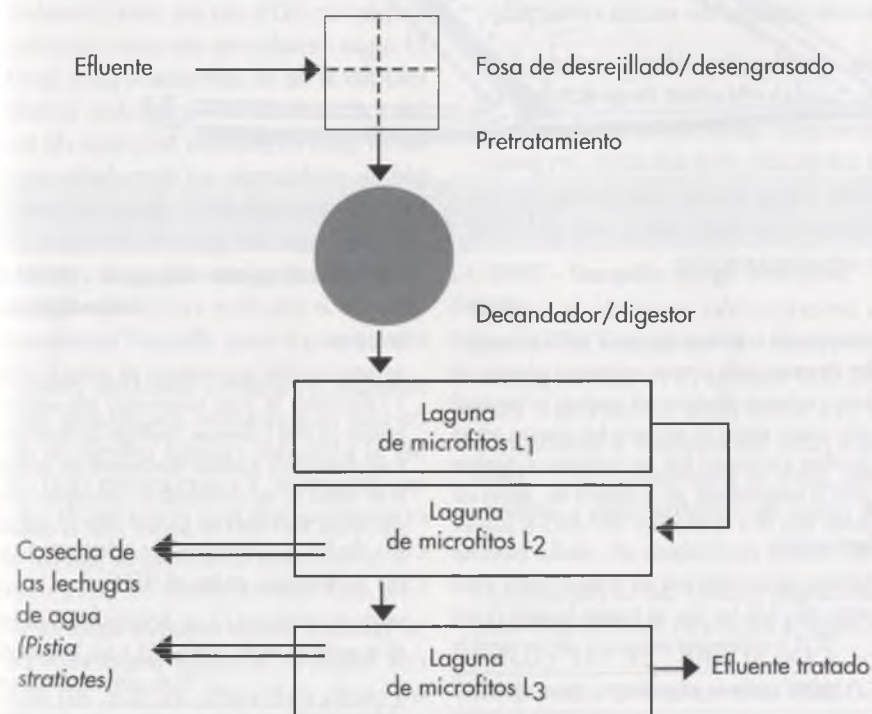


Figura 1. Esquema del tratamiento de los efluentes líquidos del matadero de Thiès.

instalado una fosa de desrejillado y desengrasado, constituida por cuatro compartimientos separados por rejillas y placas metálicas. El pretratamiento reduce el contenido de MES y la DQO del 30%.

El decantador-digestor es una simple fosa cilíndrica separada en dos compartimientos que funcionan en paralelo. Su pequeño diámetro induce la formación de una costra que disminuye los olores. Este procedimiento de tratamiento primario anaerobio es muy perturbado por fuertes variaciones de caudal, pero funciona bien con grandes cargas y permite una nueva reducción del orden del 60% de la DQO y del 80% del contenido en MES.

El tratamiento secundario utiliza tres estanques: una laguna natural de macrofitos, seguida de dos lagunas de macrofitos. La primera (L₁) recibe



El mantenimiento

El mantenimiento es realizable por un obrero empleado a cuarto de tiempo. Su trabajo debe ser regular: diariamente, retira las materias flotantes de la fosa de pretratamiento, retira las grasas de la laguna L₁, recoge entre cuatro y seis carretillas de lechugas de agua de las lagunas L₂ y L₃ y las transporta al fermentador Transpaille. Cada semana, limpia la fosa de pretratamiento y raspa la costra del digestor.

Cada mes, limpia el canal principal de llegada de los efluentes.

Cada cinco años, es necesario limpiar las lagunas y cargar los lodos en el fermentador Transpaille.

por gravedad los efluentes del decantador-digestor. Durante la depuración en laguna natural, los microfitos (microalgas) se desarrollan a expensas de los elementos contaminantes, lo que tiene como efecto bajar el porcentaje de contaminación hasta un umbral aceptable para el crecimiento de los macrofitos, pues se obtiene una disminución superior al 60% del contenido de N-NH₄. La depuración en laguna por macrofitos está diseñada en forma de una laguna principal (L₂) y de una laguna secundaria (L₃) en serie, ambas recubiertas con *Pistia stratiotes* (lechuga de agua), frecuente en Senegal y de fácil explotación. Estas plantas crecen muy rápidamente y concentran la contaminación de las aguas. Seguidamente, se cosechan las lechugas de agua y participan en la producción de energía y abono compuesto por el sistema Transpaille. Los elementos minerales extraídos de las aguas, en especial el nitrógeno, enriquecen así el abono compuesto.

La instalación dispone de una red hidráulica que efectúa la alimentación de las lagunas en paralelo o en serie, y el secado de cada laguna. De este modo, las experimentaciones y las operaciones de limpieza pueden realizarse sin detener totalmente el proceso.

Tabla 2. Características de la unidad de depuración en laguna y periodos de permanencia.

	Pretratamiento en fosa	Decantador digestor	Laguna L ₁	Laguna L ₂	Laguna L ₃
Volumen (m ³)	5,5	4,0	225	79	37
Profundidad (m)	-	2	1,2	0,5	0,5
Superficie (m ²)	-	20	250	168	84
Periodo de permanencia (h o d)	2,2 h	4 d	22 d	10-12 d	8-10 d

Enfoque económico

El diseño de una unidad de depuración en laguna depende del lugar. Los costos de inversión varían sobre todo en función de la permeabilidad del terreno. Resulta difícil transponer el costo de instalación de Thiès (8,1 millones de francos CFA), pues se trata de una unidad experimental de tamaño pequeño.

Las incesantes variaciones de carga de los efluentes de un matadero pequeño pueden ser el punto flaco de este sistema de escala reducida.

Una instalación dimensionada para un caudal máximo engendraría un sobre costo apreciable, por lo que se ha adoptado otra solución: en periodo de carga fuerte, una parte de los efluentes es desviada a una parcela de agrodepuración.

La amortización anual de la unidad de depuración en laguna se eleva a 400 000 francos CFA. Se han previsto tres años para el material, diez años para los equipos y veinticinco años para la ingeniería civil, como las obras de construcción y aprovechamiento.

Las cargas totales de la depuración en laguna alcanzan los 550 000 francos CFA al año, de los cuales 150 000 corresponden a la explotación y el mantenimiento. Este costo de depuración representa

735 francos CFA por tonelada de carcasas, es decir el 2,4% del impuesto de matanza percibido por SERAS por un sacrificio medió de 750 toneladas de carcasas al año.

Eficacia y perspectivas

Globalmente, el objetivo de descontaminación se ha logrado, pues las concentraciones de los indicadores de contaminación disminuyen por lo menos un 90% en un mes y medio. El agua resultante de este circuito, incluso si no es apropiada para lavar las carcasas de los animales, puede servir para la primera limpieza de las pieles, realizando así el matadero un ahorro considerable frente al costo muy elevado del agua en Senegal. El reciclaje completo del agua necesitaría otros estudios complementarios costosos.

Además, el sistema instalado produce una evaporación importante, del 50 al 60% del caudal potencial de los efluentes. La reducción real de contaminación que entra en el cálculo de los impuestos de contaminación sobrepasa pues el 95%.

Se pueden prever ensayos agronómicos relativos al poder depurador de un suelo cultivado, ya que, en una zona árida, podría ser interesante la utilización de las aguas.



Las experimentaciones realizadas en Thiès serán muy útiles para poner a punto otras unidades de tratamiento. Aunque se puede extrapolar el concepto de una técnica ecológica, sencilla y poco onerosa, como la depuración en laguna, cada matadero es un caso particular que hay que analizar con cuidado para crear una instalación eficaz.



Resumen... Abstract... Résumé

J.-L. FARINET – Transpaille : energía, fertilización, descontaminación.

El procedimiento Transpaille, puesto a punto por el CIRAD (Centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo) y desarrollado por Agriforce, recupera y trata los residuos orgánicos por fermentación metánica, produciendo gas y abono compuestos. El dispositivo, que se instaló en el matadero de Thiès, Senegal, en 1988-1989, incluye una cuba cilíndrica horizontal de 40 metros cúbicos. El matadero produce 480 toneladas de residuos al año, que pueden transformarse en 55 toneladas de abono compuesto al año y 35,5 metros cúbicos de biogas al día para una temperatura de 31 °C.

Palabras clave : energía, residuos orgánicos, reciclaje, Senegal.

J.-L. FARINET – Transpaille: energy, fertilisation, cleansing.

Designed by CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) and developed by Agriforce, the Transpaille procedure is used for the recovery and processing of organic wastes using methane fermentation; gas and compost are produced. The system was installed at the slaughterhouse in Thiès, Senegal, in 1988-1989. It consists of a 40 cubic metres horizontal cylinder. The slaughterhouse produces 480 metric tonnes of wastes per year which can be converted into 55 tonnes of compost per year and 35,5 cubic metres of biogas per day at a process temperature of 31 °C.

Key words: energy, organic waste, recycling, Senegal.

J.-L. FARINET – Transpaille : énergie, fertilisation, dépollution.

Mis au point par le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et développé par Agriforce, le procédé Transpaille récupère et traite les déchets organiques par fermentation méthanique en produisant du gaz et du compost. Le dispositif a été mis en place à l'abattoir de Thiès au Sénégal, en 1988-1989. Il comprend une cuve cylindrique horizontale de 40 mètres cubes. L'abattoir produit 480 tonnes de déchets par an, ce qui peut être transformé en 55 tonnes de compost et 35,5 mètres cubes de biogaz pour une température de 31 °C.

Mots-clés : énergie, déchet organique, recyclage, Sénégal.

Bibliografía

Actas del taller «Valorisation agroénergétique des déchets d'abattoir en zone tropicale», noviembre de 1991, Thiès, Senegal. GIE Agriforce, SERAS, AFME, ministerio de Cooperación y desarrollo, 118 págs.

FARINET J.-L., HURVOIS Y., 1991. Valorisation et épuration des déchets d'abattoir au Sénégal. Informe final 1989-1991. CIRAD, Montpellier, Francia, 90 págs.

FARINET J.-L., HURVOIS Y., FOREST F., 1991. Wastes management and processing for energy, organic fertilizer and pollution control in a tropical slaughterhouse. In 7th European Conference «Biomass for energy, industry and environment», Atenas, Grecia, 22-26 de abril de 1991. CIRAD-CA, Montpellier, Francia.

FARINET J.-L., FOREST F., HURVOIS Y., 1991. Etude de la commercialisation d'un compost de déchets d'abattoir au Sénégal. Informe de fin de estudios, ministerio de Investigación y Tecnología, Agriforce, Montpellier, Francia, 27 págs. + 4 anexos.



J.-L. FARINET – Comercialización de abono compuesto en forma de semillones en terrones.

El fermentador Transpaille, instalado en el matadero de Thiès, en Senegal, puede tratar 480 toneladas anuales de residuos sólidos para producir 55 toneladas de abono compuesto. Como abono orgánico, el abono compuesto sufre la competencia de los fertilizantes tradicionales debido al precio. Se proyecta la fabricación de terrones para semillones, pues se ha revelado una actividad rentable. Los terrones están constituidos por una mezcla del 75% de abono compuesto y del 25% de arena, a la que se agrega un producto de retención de agua y un fungicida. El trasplante de semillones en terrones se utiliza cada vez más en los cultivos hortenses debido a sus ventajas agronómicas, por lo que la comercialización está prevista en los grandes perímetros agrícolas. Cualquiera que sea el grado de valorización del abono compuesto, la contaminación es eliminada en el matadero de Thiès. En caso de venderse semillones en terrones, se realizará un beneficio, pero este tipo de valorización supone sin embargo la diversificación de las actividades de la SERAS.

Palabras clave : abono compuesto, semillones en terrones, labores de huerta, matadero, medio ambiente, contaminación, Senegal.

J.-L. FARINET – Compost marketing as seedling nursery beds.

The Transpaille fermentor, installed at the Thiès slaughterhouse, Senegal, can process 480 tons of solid wastes per year to produce 55 tons of compost. As an organic manure compost has competition from the price of traditional fertilizers. Consideration is being given to the possibility of producing seedlings in nursery beds, as this could be a profitable market sector. The beds contain a mixture of 75% compost to 25% sand, plus a water-holding product and a fungicide. Growing seedlings in nursery beds is an increasingly widespread practice in the market garden crops, due to its agronomic advantages, and there are plans for marketing the technique in the major agricultural areas. Whatever the degree of valorization of the compost, it means that pollution is eliminated at the Thiès abattoir. In the case of seedlings sold in nursery beds, profits will be made, although this type of valorization means that SERAS will have to diversify its operations.

Key words: compost, plants, nursery beds, market garden crops, environment, pollution, Senegal.

J.-L. FARINET – La commercialisation du compost sous forme de plants en mottes.

Le fermenteur Transpaille installé à l'abattoir de Thiès est géré par la société d'exploitation des ressources animales au Sénégal (SERAS). Il peut traiter annuellement 480 tonnes de déchets solides pour produire 55 tonnes de compost. Comme amendement organique, le compost est concurrencé par le prix des engrais organiques traditionnels. La fabrication de plants en mottes est envisagée et se révèle être une filière rentable. Les mottes sont constituées d'un mélange de 75 % de compost et de 25 % de sable auquel on ajoute un produit de rétention d'eau et un fungicide. Le repiquage des plants en mottes est de plus en plus utilisé en cultures maraîchères du fait des avantages agronomiques et la commercialisation est envisagée dans les grands périmètres agricoles. Quel que soit le degré de valorisation du compost, la pollution est éliminée à l'abattoir de Thiès. Dans le cas de la vente de plants en mottes, un bénéfice sera réalisé. Ce type de valorisation suppose néanmoins une diversification des activités de la SERAS.

Mots-clés : compost, plant en motte, maraîchage, abattoir, environnement, pollution, Sénégal.

J.-L. FARINET, Y. COPIN – La depuración en laguna, una técnica para purificar las aguas en medio tropical.

La depuración en laguna es utilizada por la primera vez para un matadero en África occidental. Esta técnica reproduce el fenómeno de autodepuración de las aguas por vía biológica, acelerándolos y controlándolos. El principio incluye, en serie, un pretratamiento, un decantador/digestor y tres lagunas. La materia orgánica es degradada por las bacterias, que producen agua, gas carbónico y elementos minerales. Estos últimos son asimilados por las microalgas y los macrofitos (*Pistia stratiotes*). El clima tropical es favorable a este modo de tratamiento, el cual es óptimo en temperaturas comprendidas entre 25 °C y 35 °C.

Palabras clave : medio ambiente, contaminación, depuración, matadero, depuración en laguna, Senegal.

J.-L. FARINET, Y. COPIN – Lagooning, a water purification technique for the Tropics.

Lagooning is used for the first time as a water purification technique at a slaughterhouse in West Africa. This technique reproduces the process by which water purifies itself biologically, by accelerating and controlling the phenomenon. The procedure includes pre-processing, a decanter/digester and three lagoons. The organic matter is degraded by bacteria, producing water, carbon dioxide and mineral elements, which are then assimilated by micro-algae and macrophytes (*Pistia stratiotes*). The tropical climate is convenient for this processing method, which is optimum at temperatures of between 25 °C and 35 °C.

Key words: environment, pollution, purification, slaughterhouse, lagooning, Senegal.

J.-L. FARINET, Y. COPIN – Le lagunage, une technique d'épuration des eaux en milieu tropical.

Le lagunage est pour la première fois utilisé pour l'épuration des déchets d'un abattoir en Afrique occidentale. Cette technique reproduit les phénomènes d'auto-épuration des eaux par voie biologique en les accélérant et en les maîtrisant. Le principe comprend en série : un prétraitement, un décanteur/digesteur et trois lagunes. La matière organique est dégradée par les bactéries, ce qui produit de l'eau, du gaz carbonique et des éléments minéraux. Ceux-ci sont ensuite assimilés par les microalgues et les macrophytes (*Pistia stratiotes*). Le climat tropical est favorable à ce mode de traitement, qui est optimal pour les températures comprises entre 25 °C et 35 °C.

Mots-clés : environnement, pollution, épuration, abattoir, lagunage, Sénégal.